

NCE/19/1901056 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Lisboa

1.1.a. Outra(s) Instituição(ões) de Ensino Superior (proposta em associação):

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):
Instituto Superior Técnico

1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

1.3. Study programme:
Electrical and Computer Engineering

1.4. Grau:
Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

1.5. Main scientific area of the study programme:
Electrical and Computer Engineering

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):
523

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:
<sem resposta>

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:
<sem resposta>

1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:
180

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):
3 anos, 6 semestres

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):
3 years, 6 semesters

1.9. Número máximo de admissões:**360****1.10. Condições específicas de ingresso.****Provas de Ingresso: Matemática A + Física e Química****Classificações mínimas:****Classificação mínima de 100 em cada uma das provas de ingresso (exames nacionais do ensino secundário), e;****Classificação mínima de 120 na nota de candidatura.****A nota de candidatura (NC) é calculada utilizando um peso de 50% para a classificação do Ensino Secundário (MS) e um peso de 50% para a classificação das provas de ingresso (PI). - Fórmula de Cálculo da Nota de Candidatura: $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$ (ou seja, média aritmética da classificação final do Ensino Secundário e da classificação das provas de ingresso).****1.10. Specific entry requirements.****Entrance Exams:****Mathematics A + Physics and Chemistry****Minimum grades:****Minimum grade of 100 in each entrance examination (national examinations of secondary education);****Minimum grade of 120 when applying for the program.****The application grade (AG) is calculated by using a weight of 50% for the classification of Secondary Education (MS) and a weight of 50% for the classification of the entrance exams (EE). – Formula for calculating the Application Grade: $AG = MS \times 50\% + EE \times 50\%$ (that is, arithmetic average of the final classification of Secondary Education and the classification of the entrance exams).****1.11. Regime de funcionamento.****Diurno****1.11.1. Se outro, especifique:****<sem resposta>****1.11.1. If other, specify:****<no answer>****1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:****IST - Alameda****1.12. Premises where the study programme will be lectured:****IST - Alameda****1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):****[1.13._Desp n.º 6604-2018, 5 jul_RegCreditaçãoExpProfissional.pdf](#)****1.14. Observações:****<sem resposta>****1.14. Observations:****<no answer>**

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico

2.1.1. Órgão ouvido:**Conselho Científico****2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):****[2.1.2._Parecer_CC_LElectrotécnica.pdf](#)**

Mapa I - Conselho Pedagógico

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Parecer_CP_LElectrotécnica.pdf](#)

Mapa I - Conselho de Gestão

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Gestão

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._parecer_CG.pdf](#)

Mapa I - Conselho de Escola

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Escola

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._parecer_CE.pdf](#)

Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._DespReit n.º 112-2020 _ Cr _Lic_Engª Eletrotécnica e de Computadores.pdf](#)

Mapa I - Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._LEEC_Plano_Transição.pdf](#)

3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

- *Dar aos estudantes uma formação sólida na área das ciências básicas: Matemática, Física e Química.*
- *Dar aos estudantes uma base de competências sólida, rigorosa e coerente, cientificamente fundamentada, das diversas áreas de especialização de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, que lhes permita seguir as matérias das disciplinas a jusante, no mestrado, bem como, acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos nas áreas em que venham a intervir na sua vida profissional como engenheiros.*
- *Desenvolver nos estudantes a capacidade de comunicação oral e escrita.*
- *Desenvolver nos estudantes a capacidade de trabalhar quer individualmente, quer em grupo.*
- *Desenvolver nos estudantes uma capacidade de análise rigorosa, a par de um espírito crítico, flexível e criativo que lhes permita ser fator de progresso nas mais variadas atividades e sectores da Sociedade.*

3.1. The study programme's generic objectives:

- Provide students with solid knowledge in basic sciences: Mathematics, Physics and Chemistry.*
- *Provide students with solid, rigorous and coherent, scientifically based expertise in all the specialization areas of Electrical and Computer Engineering, which enable them to follow the subjects of downstream curricular units, as well as the technological developments in the areas they will follow in their professional life as engineers.*
- *Develop students oral and written communication skills.*

- *Develop students ability to work both individually and in team.*
- *Develop students analysis skills, together with a critical, flexible and creative spirit, that make them to become a factor for progress in the most diverse activities and sectors of Society.*

3.2. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:

Proporcionar aos alunos uma sólida formação básica que os capacite para acompanhar a evolução dos conhecimentos e tecnologias ao longo de sua vida profissional, incluindo teorias fundamentais e conhecimentos de engenharia eletrotécnica e de computadores, por exemplo em:

- *Sistemas de geração de energia convencional, solar e eólica.*
- *Sistemas de comunicação.*
- *Algoritmos de processamento de imagem.*
- *Circuitos computacionais.*
- *Algoritmos de aprendizagem automática.*
- *Redes de sensores e outros dispositivos.*
- *Robôs autónomos e dotados de inteligência artificial.*
- *Programação de sistemas.*
- *Redes de comunicação terrestre e via satélite.*

As oportunidades de emprego e investigação para engenheiros eletrotécnicos e de computadores são muitas e bastante diversificadas, em empresas de geração de energia, telecomunicações, aeroespacial, automação, cuidados de saúde ou bancos, só para dar alguns exemplos.

3.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

Provide students with a solid basic education that enables them to follow the evolution of knowledge and technologies throughout their professional life, including fundamental theories and knowledge of electrical and computer engineering, e.g., in:

- *Conventional, solar and wind power generation systems.*
- *Communication systems.*
- *Image processing algorithms.*
- *Computational circuits.*
- *Machine learning algorithms.*
- *Networks of sensors and other devices.*
- *Autonomous robots with artificial intelligence.*
- *Systems programming.*
- *Terrestrial and satellite communication networks.*

Employment and research opportunities for electrical and computer engineers are many and quite diverse, in power generation, telecommunications, aerospace, automation, healthcare or banking companies, to name but a few.

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

Nos termos do n.º 1 do Artigo 3.º dos Estatutos do IST, homologados pelo Despacho n.º 12255/2013 publicado em Diário da Republica de 25 de setembro de 2013, “É missão do IST, como instituição que se quer prospectiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas.”

Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST: Privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico; Promove sinergias entre os domínios científicos que abarca e entre eles e outros afins; Procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo; Efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente. O IST está envolvido ativamente em várias redes e programas internacionais que visam a mobilidade de estudantes, nomeadamente através de programas de graduação e pós-graduação.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

Pursuant to paragraph 1 of Article 3 of IST Statutes, ratified by Order No. 12255/2013 published in Diário da Republica of 25 September 2013, “It is IST’s mission, as an institution assumed to be prospective in university education, to ensure constant innovation and consistent progress in the knowledge society, culture, science and technology, within a framework of humanistic values. ”

Under the terms of paragraph 2 of the same article, it is established that, in carrying out its mission, IST: Favors scientific research, education, with an emphasis on postgraduate education, and lifelong learning, as well as technological development; Promotes synergies among the scientific domains it encompasses and between them and other affine domains; Seeks to contribute to the competitiveness of the national economy through technology transfer, innovation and promotion of entrepreneurship; Enforces social responsibility, in the provision of scientific and

technical services to the community and in supporting the insertion of graduates in the working world and their permanent training. IST is actively involved in several international networks and programs aimed at student mobility, namely through undergraduate and graduate programs.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura: Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

<sem resposta>

4.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)

Mapa II - Ramo Único

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Ramo Único

4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Single Branch

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Humanidades, Artes e Ciências Sociais/Humanity, Arts and Social Sciences	HACS	0	6	Elenco UC's de HACS é fixado anualmente pelo Órgão Legal e Estatutariamente competente do IST
Matemáticas Gerais/General Mathematics	MatGer	24		
Lógica e Computação/Logic and Computation	LogComp	3		
Química-Física, Materiais e Nanociências/Chemistry-Physics, Materials and Nanoscience	QFMN	6		
Físicas e Tecnologias Básicas/Physics and Basic Technologies	FBas	15		
Probabilidades e Estatística/Probabilistic and Statistics	PE	6		
Engenharia e Gestão de Organizações/Engineering and Management of Organizations	EGO	3		
Computadores/Computers	Comp	27		
Electrónica/Electronics	Eletr	24		
Energia/Energy	Energ	12		
Sistemas, Decisão e Controlo/Systems, Decision and Control	SDC	18		
Telecomunicações/Telecommunications	Tele	18		

Todas as áreas científicas do DEEC	ACDEEC	6		
Opções livres/Elective Courses	OL		12	
(14 Items)		162	18	Elenco UC's opcionais é fixado anualmente pelo Órgão Legal e Estatutariamente competente do IST

4.3 Plano de estudos

Mapa III - Ramo Único - 1/1

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Ramo Único

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Single Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1/1

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Álgebra Linear/ Linear Algebra	MatGer	Semestral	168	TP=56T	6	
Cálculo Diferencial e Integral I/ Differential and Integral Calculus I	MatGer	Semestral	168	TP=56	6	
Gestão/ Management	EGO	Semestral	84	T=14 PL=10,5	3	a) escolher uma unidade curricular de entre as duas oferecidas
Introdução à Economia/ Introductory Economics	EGO	Semestral	84	T=14 PL=10,5	3	a) escolher uma unidade curricular de entre as duas oferecidas
Química Geral/ General Chemistry	QFMN	Semestral	168	T=28 TP=14 PL=14	6	
Elementos de Teoria da Computação / Elements of the Theory of Computation	LogComp	Semestral	84	TP=28	3	
Sistemas Digitais/ Digital Systems	Comp	Semestral	168	T=28 PL=28	6	
(7 Items)						

Mapa III - Ramo Único - 1/2

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Ramo Único

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Single Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1/2

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo Diferencial e Integral II/ Differential and Integral Calculus II	MatGer	Semestral	168	TP=56	6	
Física 1 com Laboratório / Physics 1 with Laboratory	FBas	Semestral	168	T=28 PL=21	6	
Programação/ Programming	Comp	Semestral	168	T=28 PL=21	6	
Física 2 com Laboratório / Physics 2 with Laboratory	FBas	Semestral	168	T=28 PL=21	6	
Arquitetura de Computadores/ Computer Architecture	Comp	Semestral	168	T=28 PL=28	6	

(5 Items)

Mapa III - Ramo Único - 2/1**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*****Ramo Único*****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):*****Single Branch*****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*****2/1*****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física 3/ Physics 3	FBas	Semestral	84	T=14 PL=10,50	3	
Programação Concorrente/ Concurrent Programming	Comp	Semestral	84	T=14 PL=14	3	
Cálculo Diferencial e Integral III/ Differential and Integral Calculus III	MatGer	Semestral	168	TP=56	6	
Algoritmos e Estruturas de Dados/ Algorithms and Data Structures	Comp	Semestral	168	T=28 PL=21	6	
Análise de Circuitos/ Circuit Analysis	Eletr	Semestral	168	TP=28 PL=28	6	
Sinais e Sistemas/ Signals and Systems	SDC	Semestral	168	TP=42 PL=7	6	

(6 Items)

Mapa III - Ramo Único - 2/2**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*****Ramo Único*****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):*****Single Branch*****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*****2/2***

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Probabilidade e Estatística/ Probabilistic and Statistics	PE	Semestral	168	TP=56	6	
Instrumentação e Medidas/ Instrumentation and Measurement	Eletr	Semestral	168	TP=28 PL=21	6	
Electrotecnia Teórica/ Theoretical Foundations of Electrical Engineering	Energ	Semestral	168	TP=42 PL=14	6	
Controlo/Automatic Control	SDC	Semestral	168	TP=42 PL=14	6	
Circuitos Eletrónicos/ Electronic Circuits	Eletr	Semestral	168	TP=28 PL=21	6	

(5 Items)

Mapa III - Ramo Único - 3/1**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**
Ramo Único**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**
Single Branch**4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**
3/1**4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Fundamentos de Energia Elétrica/ Fundamentals of Electrical Power Systems	Energ	Semestral	168	T=28 PL=21	6	
Telecomunicações/ Telecommunications	Tele	Semestral	168	TP=42 PL=7	6	
Modelação e Simulação/ Modelling and Simulation	SDC	Semestral	168	T=28 PL=21	6	
Propagação e Radiação de Ondas Electromagnéticas/Propagation and Radiation of Electromagnetic Waves	Tele	Semestral	168	T=42 PL=7	6	
Opção de Humanidades, Artes e Ciências Sociais I/ Optional of Humanity, Arts and Social Sciences I	HACS	Semestral	84	n.a	3	b) UC a fixar anualmente pelos Órgãos competentes do IST
Opção de Humanidades, Artes e Ciências Sociais II/ Optional of Humanity, Arts and Social Sciences II	HACS	Semestral	84	n.a	3	b) UC a fixar anualmente pelos Órgãos competentes do IST

(6 Items)

Mapa III - Ramo Único - 3/2**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**
Ramo Único**4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**
Single Branch

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3/2

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Projeto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores / 1st Cycle Integrated Project in Electrical and Computer Engineering	ACDEEC	Semestral	168	OT=14	6	
Redes de Computadores e Internet/ Computer Networks and the Internet	Tele	Semestral	168	T=28 PL=21	6	
Sistemas Eletrónicos/ Electronic Systems	Eletr	Semestral	168	T=28 PL=21	6	
Arquitetura e Gestão de Redes/ Networks Architecture and Management	Comp	Semestral	168	T=28 PL=21	6	c) Escolher 12 ECTS.
Instalações e Edifícios Inteligentes/ Installations and Intelligent Buildings	Energ	Semestral	168	TP=49	6	c) Escolher 12 ECTS.
Microeletrónica/ Microelectronics	Eletr	Semestral	168	TP=28 PL=21	6	c) Escolher 12 ECTS.
Programação Orientada por Objetos/ Object-Oriented Programming	Comp	Semestral	168	TP=28 PL=21	6	c) Escolher 12 ECTS.
Sistemas Autónomos/ Autonomous Systems	SDC	Semestral	168	TP=28 PL=21	6	c) Escolher 12 ECTS.
Sistemas de Telecomunicações/ Telecommunications Systems	Tele	Semestral	168	TP=28 PL=21	6	c) Escolher 12 ECTS.

(9 Items)

4.4. Unidades Curriculares**Mapa IV - Instrumentação e Medidas****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Instrumentação e Medidas***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Instrumentation and Measurement***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***Eletr***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168.0***4.4.1.5. Horas de contacto:***49.0***4.4.1.6. ECTS:***6.0***4.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist13526, Pedro Miguel Pinto Ramos, 70h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist11546, Pedro Manuel Brito da Silva Girão, 70h

ist11930, Helena Maria Dos Santos Geirinhas Ramos, 70h

ist13902, Francisco André Corrêa Alegria, 70h

ist156024, Luís Filipe Soldado Granadeiro Rosado, 42h

ist1xxxxx, Teaching Assistants, 70h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Familiarizar os alunos com os instrumentos eletrónicos genéricos utilizados nos laboratórios. Fornecer os conhecimentos elementares de Metrologia. Desenvolver a capacidade de projetar sistemas de medida automáticos baseados em sistemas de aquisição e de controlo remoto de instrumentação de uso geral.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Familiarize students with generic electronic instruments used in laboratories. Basic knowledge of metrology concepts. Develop the expertise to project, automatic measuring systems based on acquisition systems and remote control of instrumentation devices.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Fundamentos de Instrumentação e Medidas. Sistema metrológico internacional. Incerteza da Medida. Unidades e padrões.

Módulos Funcionais para Instrumentação. Amplificadores operacionais. Montagens básicas e limitações.

Amplificadores de instrumentação e de isolamento. Conversores RMS. Multiplicador Analógico. Heterodinagem.

Conversores D/A e A/D.

Sistemas de Aquisição de Dados. Amostragem de sinais. Estimação de parâmetros.

Instrumentos de Medida. Gerador de funções. Osciloscópio. Analisador de espectros. Amplificador sintonizado. Fontes de alimentação.

Medida de grandezas elétricas. Medida de tensão, corrente, potência, energia, resistência e impedância.

Transdutores. Condicionamento do sinal. Linearização. Transdutores de força e posição.

Instrumentos Virtuais e Sistemas Automáticos de Medida. Conceitos fundamentais. Normas de comunicação para controlo de instrumentos. Sistemas de aquisição. Equipamentos e programas.

4.4.5. Syllabus:

Fundamentals of Instrumentation and Measurements. International Metrology System. Uncertainty in Measurement. Units and Standards.

Basic modules for instrumentation: Operational Amplifiers. Basic circuits and limitations. Instrumentation amplifiers.

Isolation amplifiers. RMS converters. Analog multiplier. Heterodyning. AD and DA converters.

Data Acquisition Systems. Signal sampling. Parameter estimation.

Measuring Instruments. Function generator. Oscilloscope. Spectrum Analyzer. Lock-in amplifier. Power supplies.

Measurement of electrical quantities. Voltage, current, power, energy, resistance and impedance.

Transducers. Signal Conditioning. Linearization. Force and position transducers.

Virtual Instruments and Automated Measuring Systems. Basic Concepts. Standards for communication protocols.

Acquisition Systems. Instruments and programs.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, constata-se que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points

(point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projetos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, ativa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante.

O modelo de avaliação incorpora avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (trabalhos de laboratório com uma forte componente de preparação prévia) com um peso de 50%.

A avaliação por exame tem um peso de 50%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability.

The assessment model incorporates continuous assessment in the context of active learning (laboratory work with a strong component of preparation before execution) with a weight of 50%.

The final exam evaluation has a weight of 50%.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Instrumentação e Medidas: Pedro Silva Girão, Pedro Ramos, 2021

Mapa IV - Sistemas Digitais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Digitais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Digital Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist14359, Nuno Filipe Valentim Roma, 84

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist166430, Aleksandar Ilic, 84

ist23775, Paulo Alexandre Crisóstomo Lopes, 98

ist146645, Pedro Filipe Zeferino Aidos Tomás, 84

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- *Utilizar sistemas de numeração binária e aritmética binária.*
- *Derivar, manipular e simplificar funções booleanas.*
- *Concretizar funções booleanas com circuitos com portas lógicas simples.*
- *Compreender o funcionamento dos componentes fundamentais dos circuitos combinatórios.*
- *Compreender o funcionamento dos elementos básicos de memória, e utilizar registos e contadores.*
- *Especificar e sintetizar circuitos sequenciais síncronos.*
- *Compreender os conceitos básicos de sincronismo temporal e de análise de tempos de propagação.*
- *Projectar sistemas digitais de pequena complexidade utilizando componentes combinatórios e sequenciais.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- *Use binary number systems and binary arithmetic.*
- *Derive, manipulate and minimize boolean functions.*
- *Implement boolean functions with circuits with logic gates.*
- *Understand the operation of the fundamental building blocks of combinational circuits.*
- *Understand the operation of basic memory elements, and work with registers and counters.*
- *Specify and synthesize synchronous sequential circuits.*
- *Understand basic timing issues, including clocking, timing constraints, and propagation delays.*
- *Design low-complexity digital systems with both combinational and sequential components.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Sistema de numeração binária, operações aritméticas, códigos decimais e alfanuméricos.

Circuitos lógicos: lógica binária e portas lógicas, álgebra de Boole, funções lógicas, formas de representação normalizadas, funções incompletamente especificadas, minimização algébrica e por mapas de Karnaugh, circuitos com portas NAND e NOR.

Elementos básicos de tecnologia: famílias lógicas, portas tri-state, tempos de propagação.

Circuitos combinatórios: codificadores, descodificadores, multiplexers, demultiplexers, comparadores, somadores e substractores.

Circuitos sequenciais básicos: latches e flip-flops, análise temporal e sincronização temporal.

Registos e contadores: registos simples, registos de deslocamento, contadores, ligação e expansão de contadores.

Circuitos sequenciais síncronos: máquinas de Mealy e de Moore, diagramas e tabelas de estado, codificação de estados, síntese clássica, métodos alternativos de síntese, minimização de estados.

Memórias: RAM, ROM e PROM.

4.4.5. Syllabus:

Binary number system, arithmetic operations, decimal and alphanumeric codes.

Logic circuits: binary logic and gates, Boolean algebra, logic functions, standard forms, incompletely specified functions, algebraic and map minimization, circuits with NAND and NOR gates.

Elementary technology elements: logic families, tri-state gates, propagation delays.

Combinational circuits: encoders, decoders, multiplexers, demultiplexers, comparators, adders and subtractors.

Sequential circuits: latches and flip-flops, timing analysis and timing synchronization.

Registers and Counters: registers, shift registers, counters, counter interconnection and expansion.

Synchronous sequential circuits: Mealy and Moore models, state diagrams and state tables, state encoding, classical synthesis, alternative synthesis methods, state minimization.

Memories: RAM, ROM and PROM.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar

que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points in 5. aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Digital Design: With an Introduction to the Verilog HDL, VHDL, and SystemVerilog, M. Morris Mano, Michael D. Ciletti, 2018, Pearson;
- Arquitectura de Computadores: dos Sistemas Digitais aos Microprocessadores, Guilherme Arroz, José Monteiro, Arlindo Oliveira, 2019, ISTPress

Mapa IV - Arquitectura de Computadores

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Arquitectura de Computadores

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Architecture

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist146645, Pedro Filipe Zeferino Aidos Tomás, 98h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist14359, Nuno Filipe Valentim Roma, 84h

ist166430, Aleksandar Ilic, 70h

ist23775, Paulo Alexandre Crisóstomo Lopes, 98h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- *Identificar os componentes fundamentais da arquitetura de um computador e o seu papel no conjunto.*
- *Identificar os componentes fundamentais de um processador e o seu papel no conjunto.*
- *Identificar os diferentes tipos de instruções e os mecanismos (a um nível introdutório) para a execução dos mesmos.*
- *Compreender a forma como um programa, escrito numa linguagem de alto nível é executado, incluindo o papel do compilador, assembler e loader.*
- *Realizar programas simples em linguagem assembly.*
- *Compreender o funcionamento de interrupções/exceções, assim como a interface com os periféricos de um processador.*
- *Compreender a importância de uma estrutura hierárquica de memória e o seu papel no desempenho das aplicações.*
- *Identificar as vantagens e restrições inerentes ao funcionamento de um computador decorrentes das evoluções face à arquitetura original*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- *Identify the fundamental computer architecture components and their roles.*
- *Identify the main processor's components and their role.*
- *Identify the different instruction types and the required mechanisms for their execution (at an introductory-level).*
- *Understand how a program, written in a high-level language, is executed, including the role of the compiler, assembler, and loader.*
- *Write simple programs in Assembly language.*
- *Understand the underlying principals of interruptions/exceptions and the interface with processor peripherals.*
- *Understand the importance of a hierarchical memory subsystem and its role in the performance of applications.*
- *Identify the advantages and drawbacks stemming from the evolution of computers with respect to the original architecture.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Evolução histórica dos sistemas de computação.*
- *Arquitetura de Conjunto de Instruções: tipos de operandos e operações num processador; mapa de memória; interface com periféricos; tratamento de interrupções/exceções.*
- *Funcionamento de um processador: caminhos de dados; estruturas de controlo; arquiteturas de ciclo único e em pipeline.*
- *Hierarquia de memória: estrutura e funcionamento de memórias cache; estruturas de memória hierárquica; endereçamento físico, virtual e tradução de endereços.*
- *Evolução das arquiteturas de computadores.*

4.4.5. Syllabus:

- *Historical evolution of computing systems.*
- *Instruction Set Architectures: operands and operation types; memory map; peripherals interface; handling of interruptions and exceptions.*
- *Processors' operation: datapath; control structures; single-cycle and pipelined architectures.*
- *Memory hierarchy: structure and operation of cache memories; hierarchical cache systems; physical and virtual addressing and translation.*
- *Advances in computer architectures.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e

competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all syllabus points in 5 aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computer Organization and Design: the Hardware/Software Interface, 5th Edition, David A. Patterson, John L. Hennessy, 2013, Morgan Kaufmann

Mapa IV - Química Geral

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Geral

4.4.1.1. Title of curricular unit:

General Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist90102, Carlos Miguel Calisto Baleizão, 112.0 horas/semestre (28.0 T, 56.0 TP, 28.0 PL)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

- *ist171949, Maria Dulce Jesus Pombo Belo, 84.0 horas/semestre (28.0 T, 28.0 TP, 28.0 PL)*

- *ist90142, Maria de Fátima Costa Guedes da Silva, 98.0 horas/semestre (42.0 TP, 56.0 PL)*

- *Outro(s) docente(s) ou Assistente(s) Convidado(s)/Monitor(es) a designar ou a contratar pelo Departamento de Engenharia Química (para aulas laboratoriais), 84.0 horas/semestre (84.0 PL)*

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta UC destina-se a diferentes cursos de engenharia que exigem conhecimentos de base de Química.

No final, os alunos terão adquirido e desenvolvido a capacidade de compreensão da estrutura, propriedades e transformação dos materiais em geral. Essa capacidade assenta no conhecimento de como e porquê os átomos se combinam, formando moléculas ou materiais, e de como é possível estimar as respetivas propriedades a partir da sua composição e estrutura (relações estrutura-propriedade).

Este objetivo é atingido através da inclusão de temas novos e atuais, mas também de “Case-studies” dos tópicos focados, que motivam os alunos para a importância dos mesmos em diversas áreas da Engenharia, nomeadamente nas áreas referentes ao curso em causa.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This CU is intended for different Engineering courses that require a basic knowledge of Chemistry.

At the end, the students will have developed the ability to understand the structure, properties and transformation of materials, based on the knowledge of how and why atoms combine to form molecules and materials, and how to estimate their properties from their composition and structure (structure-properties relationships).

This objective is achieved through the inclusion of new and current topics, as well as Case-studies on specific subjects that motivate students to their importance in various areas of Engineering, namely in those related to their respective undergraduate course.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao Modelo quântico do átomo.

Propriedades periódicas dos elementos.

Ligação Química em Moléculas Diatómicas – Teoria das Orbitais Moleculares (TOM).

Ligação Química em Moléculas poliatômicas – Teoria do Enlace de Valência (TEV).

Forças Intermoleculares e propriedades de compostos covalentes.

Polímeros: Estrutura e morfologia. Reações de polimerização.

Metais: Estruturas. Ligação metálica segundo a TOM: Teoria das bandas e Energia de Coesão. Ligas metálicas.

Sais Iónicos – Estruturas. Energia Reticular.

Cristais Covalentes - Ligação segundo a TOM: Teoria das bandas.

Introdução às propriedades elétricas: Condutores, Semicondutores e Isoladores.

Fundamentos de Cinética e Termodinâmica Química.

Reações Ácido-Base e de Dissolução.

Reações de Oxidação-Redução. Eletroquímica.

Corrosão e métodos de proteção contra a corrosão.

Aplicações ao curso de engenharia em causa.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the quantum model of the atom.

Periodic properties of elements.

Chemical Bonding in Diatomic Molecules - Molecular Orbital Theory.

Chemical Bonding in Polyatomic Molecules - Valence Bond Theory.

Intermolecular Forces and Properties of Covalent Compounds.

Polymers: Structure and morphology. Polymerization reactions.

Metals: Structures. Molecular Orbital Theory applied to metal bonds: Band theory and Cohesion Energy. Metal Alloys.

Ionic Salts - Structures. Lattice Energy.

Covalent Crystals - Molecular Orbital Theory: Band Theory.

Introduction to electrical properties: Conductors, Semiconductors and Insulators.

Fundamentals of Kinetics and Chemical Thermodynamics.

Acid-Base and Dissolution-Precipitation Reactions.

Oxidation-Reduction Reactions. Electrochemistry.

Corrosion and corrosion protection methods.

Applications to this specific engineering course.

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

Os conteúdos programáticos, descritos em 5, abrangem os principais tópicos de uma cadeira de Química Geral. São

fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação prática e laboratorial, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, a resolução de exercícios de aplicação e racionalização/interpretação dos resultados laboratoriais.

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, é possível constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para a aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus, described in 5, cover the main topics of a General Chemistry course. Theoretical background, essential concepts and examples of practical and laboratory applications are provided, the students being asked to study the contents, solve application exercises and rationalize/interpret laboratory results.

In view of the learning objectives of the CU, described in 4, it is possible to see that all points of the syllabus aim to provide students with the knowledge and skills necessary for the acquisition of these objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e na realização de trabalhos laboratoriais de ilustração dos conteúdos programáticos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, trabalhos de casa, fichas práticas e laboratoriais, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and on carrying out laboratory work to illustrate the syllabus, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (e.g. homework, practical and laboratory worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas teórico-práticas e trabalhos experimentais em laboratório. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of theoretical-practical classes and experimental work in the laboratory. This approach will not only fulfill the objectives but will also help to level the knowledge of students with different origins and backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Chemistry, Raymond Chang and Jason Overby, 2019, 13th Edition, McGraw-Hill;*
- *General Chemistry for Engineers, Jeffrey S. Gaffney and Nancy A. Marley, 2018, Elsevier;*
- *Apontamentos das Aulas Teóricas de Química, Corpo docente, 2019, AEIST*

Mapa IV - Programação Orientada por Objectos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação Orientada por Objectos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Object Oriented Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:**49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist13953, Alexandra Sofia Martins de Carvalho, 119h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****A unidade curricular pretende fornecer ao aluno três competências:******(i) obtenção de conhecimentos de modelação e análise centrada em objectos, com base no UML;******(ii) prática de produção de software, usando a linguagem de programação Java;******(iii) aquisição de conhecimentos de computação WWW orientada a objectos, nomeadamente linguagens de marcas, Applets e programação em JavaScript.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****The course three main operational goals are:******(i) object-oriented modelling with UML;******(ii) object-oriented implementation using Java;******(iii) object-oriented Web computing, mainly markup languages, Applets and JavaScript programming.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****1 - História e enquadramento do paradigma OO.******2 - Modelação em UML.******3 - Introdução ao Java.******4 - Classes e objectos em Java.******5 - Métodos em Java.******6 - Herança e associações em Java.******7 - Interfaces e pacotes em Java.******8 - Excepções em Java.******9 - Contentores, Comparadores e Iteradores do J2SE.******10 - Entradas/Saídas J2SE.******11 - Ferramentas SAX e DOM de análise de ficheiros em XML.******12 - Computação em WWW.*****4.4.5. Syllabus:*****1 - OO history and background.******2 - UML modeling.******3 - Introduction to Java.******4 - Classes and objects in Java.******5 - Methods in Java.******6 - Inheritance and associations in Java.******7 - Interfaces and packages in Java.******8 - Java exceptions.******9 - J2SE Containers, Comparators and Iterators.******10 - J2SE Input/Output.******11 - SAX and DOM tools for XML parsing.******12 - WWW computing.***

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**
50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
The Unified Modeling Language User Guide, Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson, 1999, Addison-Wesley; Java The Complete Core Reference, 11th Edition (The Complete Reference), Mr Kotiyana , 2019.

Mapa IV - Elementos de Teoria da Computação

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**
Elementos de Teoria da Computação
- 4.4.1.1. Title of curricular unit:**
Elements of the Theory of Computation
- 4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**
LogComp
- 4.4.1.3. Duração:**
Semestral
- 4.4.1.4. Horas de trabalho:**
84.0
- 4.4.1.5. Horas de contacto:**
28.0
- 4.4.1.6. ECTS:**
3.0
- 4.4.1.7. Observações:**
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12623, José Félix Gomes da Costa, 0h.

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12851, Paula Gouveia, 14h.

ist13113, Jaime Ramos, 14h.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Introduzir o conceito de algoritmo e de modelo de computação, nomeadamente de autómato finito e infinito (autómato de pilha e máquina de Turing). Estudar a hierarquia das linguagens. Resolver problemas algorítmicos através de circuitos booleanos e classificar a sua complexidade em termos de tamanho e profundidade dos circuitos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To introduce the concept of an algorithm and of a model of computation, namely of finite and infinite automata (pushdown automaton and Turing machine). To study the hierarchy of languages. To solve algorithmic problems through Boolean circuits and to classify their complexity in terms of circuit size and circuit depth.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Autómatos finitos; linguagens regulares, expressões regulares e gramáticas regulares. Autómatos de pilha; linguagens e gramáticas livres de contexto. Conceito de algoritmo segundo Turing. Máquinas de Turing. Universalidade. Máquinas de registos. Postulado de Church-Turing. Hierarquia de Chomsky. Problemas decidíveis e indecidíveis. Medidas de eficiência dos algoritmos. Recursos limitados de tempo e de espaço. Classes de complexidade e problemas completos. Circuitos booleanos e famílias de circuitos. Circuitos booleanos sequenciais. Circuitos booleanos combinatórios. Discussão da equivalência entre máquinas de Turing e famílias de circuitos booleanos. Alternação. Problemas completos para classes de circuitos booleanos.

4.4.5. Syllabus:

Finite automata; regular languages, regular expressions and regular grammars. Pushdown automata; context-free languages and grammars. The concept of an algorithm according to Turing. Turing machines. Universality. Register machines. The Church-Turing thesis. Chomsky hierarchy. Decidable and undecidable problems. Complexity measures. Space and time bounded resources. Complexity classes and complete problems. Boolean circuits and families of circuits. Sequential Boolean circuits. Combinatorial Boolean circuits. Discussion of the equivalence between Turing machines and families of circuits. Alternation. Complete problems for classes of Boolean circuits.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC às metodologias de avaliação, os pontos dos conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Taking into account the expected learning outcomes of the UC and the evaluation methods, the syllabus envisages precisely giving the students the necessary knowledge and competences.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elements of the Theory of Computation, Harry R. Lewis e Christos H. Papadimitriou, 2015, 2ª Ed. Dorling Kindesley Pearson Education; Introduction to the Theory of Computation. Cengage Learning, Terceira edição, Michael Sipser, 2014, 3ª ed.; Computability and Complexity Theory, Steven Homer e Alan L. Selman, 2014, 2ª ed. Springer; Circuit Complexity and Neural Networks, Ian Parberry, 1994, MIT Press; The Nature of Computation, Christopher Moore and Stephen Merteen, 2011, Oxford University Press.

Mapa IV - Gestão**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Gestão

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EGO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Agostinho de Oliveira Soares - ist 12631 (14h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Carlos M. F. Monteiro - ist 12228 (10,5h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O objetivo da unidade curricular é introduzir os alunos a um conjunto de conceitos e ferramentas que lhes irá permitir compreender a natureza sistémica e integrada do funcionamento das organizações, e avaliar a multidisciplinaridade e recursos necessários ao seu funcionamento. Pretende-se que os alunos fiquem habilitados com as competências necessárias para poderem contribuir ativa e positivamente para o crescimento sustentável das organizações, com particular foco nos seguintes aspetos: Cultura, ética e estrutura organizacional; Contabilidade e Análise Financeira; Análise de Investimentos; Planeamento e Gestão Estratégica; Fundamentos de Marketing. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é válida tanto para empresas em atividade, como para projetos de empreendedorismo – por exemplo, startups resultantes da Inovação & Desenvolvimento Tecnológico. A UC de Gestão integra a simulação de gestão IST Management Challenge (ISTMC).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main objective of the Management course unit is to introduce students to a set of concepts and tools that will enable them to understand the nature of the systemic and integrated functioning of organizations, and evaluate the multidisciplinary methods and resources necessary for their operation. It is intended that students become empowered with the skills that enable them to contribute active and positively to the sustainable growth of organizations, with a particular focus on the following aspects: Culture, ethics, and organizational structure; Accounting and Financial Analysis; Investment Appraisal; Planning and Strategic Management; Marketing Fundamentals. The application of the knowledge acquired is valid for both firms in activity, and entrepreneurial projects, like start-ups resulting from Innovation & Technology Development. The course integrates the simulation management game IST Management Challenge (ISTMC).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução. Cultura, ética e estrutura das organizações.*
2. *A Informação Financeira.*
3. *Análise de Projetos de Investimento.*
4. *Gestão Estratégica.*
5. *Marketing.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Management. Culture, ethics, and organizational structure.*
2. *Financial Analysis.*
3. *Investment Project Appraisal.*
4. *Strategic management.*
5. *Marketing.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências fundamentais de Gestão e, através da sua aplicação a situações práticas, permitem que se atinjam os objetivos de aprendizagem definidos.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus aims to provide students with the fundamental knowledge and skills of Management and, through its application to practical situations, allows the achievement of the defined learning objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A nota final da UC de Gestão resulta da soma de duas componentes:

a) *Avaliação Individual*

1. *Teste cotado para 10 valores, com nota mínima de 4.5 valores, contando a melhor nota das duas épocas (50% da nota final).*
2. *Elaboração e entrega em aula de 4 exercícios. Cada exercício é cotado para 2 valores, num total de 8 valores (40% da nota final). Os exercícios serão realizados em papel ou no telemóvel, com o apoio de software adequado.*

b) *Avaliação em grupo*

Jogo de Gestão-ISTManagementChallenge(ISTMC) - 2 valores pelo desempenho e a participação válida da respetiva equipa (3-5 estudantes) no ISTMC (10% da nota final).

Época Especial e Estudantes Trabalhadores ou desportistas de Alta Competição: os alunos fazem apenas a componente de avaliação individual, sendo o teste final/exame cotado para 20 valores (100% da nota final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade for the Management course is the sum of two components:

a) *Individual assessment:*

1. *Multiple choice final test (score max.: 10 points, 50% of the final grade; minimum required: 4.5 points). Students can do the test in two different dates; the best score of both tests prevails.*
2. *Four Exercises/quizzes to be done in class (max score of each exercise: 2 points; max score in this part: 8 points, 40% of the final grade)*

b) *Group work :*

Management game – IST Management Challenge (ISTMC)

2 points according to the the performance and valid participation of the group in the ISTMC (teams with 3-5 students) - 10% of the final grade.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino foram concebidas de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A participação no Jogo de Gestão-

IST Management Challenge(ISTMC) permite o desenvolvimento de competências transversais em Competências Interpessoais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Teaching methodologies were designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Participation in the Management Game-IST Management Challenge (ISTMC) allows the development of transversal skills in Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Daft, Richard L. and Benson, A. (2016), *Management, 1st edition, Cengage Learning EMEA.*

Kotler, P. and Keller, K. (2016), *Marketing Management, 15th Global Edition, Pearson-Prentice Hall.*

Manual do Global Management Challenge.

Soares, João O. (2015), “Apontamentos de Contabilidade”, *Folhas da unidade*

curricular de Gestão, DEG-IST, Universidade de Lisboa.

Soares, João O. (2015), “Análise de Projetos de Investimento: conceitos fundamentais” – *Folhas da unidade curricular de Gestão, DEG-IST, U. Lisboa.*

Mapa IV - Microelectrónica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Microelectrónica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Microelectronics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Electr

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Marcelino Bicho dos Santos, ist13261, 49h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

No final da unidade curricular, os alunos serão capazes de:

- Compreender a tecnologia CMOS: passos de fabrico, dispositivos possíveis de implementar, parasitas e opções de encapsulamento.

- *Identificar a função de cada transistor MOS em circuitos básicos digitais e mistos: interruptor, fonte de corrente constante, transimpedância, transcondutância, limitador de tensão (incluindo cascode) e diodo.*
- *Identificar os parasitas mais relevantes em cada dispositivo de circuitos digitais, mistos ou de entrada/saída (IOs).*
- *Projetar, no nível de esquema eléctrico e de desenho de máscaras (layout), células digitais e circuitos analógicos simples: espelhos de corrente, pares diferenciais, geradores de tensões e correntes de referência e osciladores em anel.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

By the end of the course, students will be able to:

- *Understand MOS technology: processing steps, available devices, parasitics, packaging options.*
- *Identify the function of each MOS transistor on simple digital and mixed signal circuits: switch, constant current source, transimpedance, transconductance, voltage control (including cascode), and diode.*
- *Identify the relevant parasitics for each digital, mixed signal and IO circuit device.*
- *Design, in schematic and layout views, digital cells and simple analog circuits: current mirrors, differential pairs, current and voltage references, ring oscillators.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução: projeto de sistemas discretos versus System-on-Chip.*
- 2. Fluxo de projeto de circuitos analógicos e digitais em microeletrónica: informação tecnológica, ferramentas para CAD e metodologia de projeto.*
- 3. Tecnologia de fabrico CMOS: passos do processo de fabrico, dispositivos concretizáveis, parasitas e modelos, proteção ESD, padding, encapsulamento.*
- 4. Projeto de circuitos digitais: células digitais básicas e complexas.*
- 5. Projeto de circuitos analógicos: projeto de fontes de corrente e de tensão de referência, par diferencial, amplificadores diferenciais, comparadores, DLLs e PLLs, modo inativo (power down).*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction: MOS transistors first order model. Design of discrete circuits versus System-on-Chip*
- 2. Analog and digital design flow for microelectronics: technology information, CAD tools and design methodology and mixed signal design flow.*
- 3. CMOS technology: production steps, available devices, parasitics and models, ESD protection, padding and package.*
- 4. Digital cells design: basic and complex cells.*
- 5. Analog circuits design: current sources and voltage reference circuits, differential pair, differential amplifiers, comparators, DLLs and PLLs, power down.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of

demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Design Of Analog Cmos Integrated Circuits , Behzad Razavi, 2017, Mc Graw-Hill; CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, R. Jacob Baker, 2019, IEEE Press

Mapa IV - Física 1 com Laboratório

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física 1 com Laboratório

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics 1 with Laboratory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

A carga letiva apresentada para os docentes é uma estimativa baseada em execuções anteriores da U.C. de Mecânica e Ondas (mesmo número de ECTS).

4.4.1.7. Observations:

The lecturing load of the teachers is an estimate based on previous executions of the U.C. Mechanics and Waves (same number of ECTS).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Carlos Manuel dos Santos Rodrigues da Cruz, ist12251, 84 h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Pedro José de Almeida Bicudo, ist12309, 84 h

TA1, 42 h

TA2, 4 h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos físicos com ferramentas de análise, através da observação, medida e do cálculo. Garantir formação científica avançada e profunda nos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.

Específico: Compreensão e interligação dos conceitos e princípios básicos da Física clássica, do domínio da Mecânica e da Termodinâmica, como massa, energia, trabalho, oscilações e ondas, através de uma perspectiva integradora dos mesmos; capacidade de os aplicar à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas, potenciado por um ensino integrado que contém uma forte componente laboratorial.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

General: Predict quantitatively the consequences of a variety of physical phenomena using analysis tools and through

observation, measurement and calculation. Ensure advanced and thorough scientific training in the fundamental fields of physics, hence allowing disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.

Specific: Understand and interconnect the concepts and basic principles of classical physics, in the domains of Mechanics and Thermodynamics, such as mass, energy, work, oscillations and waves, through an integrative perspective of them; ability to apply them to problem solving, particularly in what concerns their technological applications, enhanced by an integrated teaching that contains a strong laboratory component.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Descrição do movimento de um sistema no Espaço e no Tempo: Leis de conservação e Simetrias do Espaço-Tempo. Conservação da Energia (Mecânica), do Momento Linear, e do Momento Angular. Energia cinética e energia potencial.*
2. *Sistemas de partículas. Sistemas isolados. Forças internas e Forças exteriores: Centro de Massa. Trabalho e Momento duma força. Sistemas conservativos e dissipativos.*
3. *Movimento do corpo rígido: Momento de Inércia.*
4. *Estabilidade de Sistemas: Oscilações. Oscilações harmónicas simples e amortecidas.*
5. *Vibrações e características gerais das Ondas.*
6. *Sistema termodinâmico: Trabalho e calor. Capacidade calorífica, calor específico e calor latente. Os estados da matéria. Transições de fase. Temperatura. O gás ideal.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Description of the motion of a system in space and time: conservation laws and space-time symmetries. Energy conservation (mechanical), linear momentum, and angular momentum. Kinetic energy and potential energy.*
2. *Particle systems. Isolated systems. Internal and external Forces: center of mass. Work and moment of a force. Conservative and dissipative systems.*
3. *Rigid body motion: moment of inertia.*
4. *Systems' stability: oscillations. Simple and damped harmonic oscillations.*
5. *Vibrations and general characteristics of waves.*
6. *Thermodynamic system: work and heat. Heat capacity, specific heat and latent heat. The states of matter. Phase transitions. Temperature. The ideal gas.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- 30% de avaliação contínua por Relatórios sobre as sessões Laboratoriais;*
- 20% de avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas)*
- [Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução];*
- 50% Exame.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- 30% continuous evaluation by reports on laboratory sessions;*
- 20% continuous assessment by mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of graders and/or teaching assistants is available, oral presentations and/or solution discussions can be considered]*
- 50% Exam.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introdução à Física, J.D. Deus et al. , 2014, Livraria Escolar Editora, ISBN: 9789725924402; Fundamentals of Physics, D. Halliday, R. Resnick, J. Walker , 2004, ISBN: 0-471-23231-9

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral III**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Cálculo Diferencial e Integral III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus III

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

4 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:

4 Sections (TP).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12881, Luís Manuel Gonçalves Barreira, 0h.

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12796, Maria João Simões Nunes Borges Teixeira, 168h

ist12838, Jorge Manuel Amaro d' Almeida, 56h.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Domínio de:

- Resolução de equações diferenciais ordinárias elementares; resolução de equações e sistemas de equações diferenciais lineares.*
- Propriedades de existência, unicidade e dependência contínua de soluções de equações diferenciais ordinárias.*
- Teoremas de Gauss e de Stokes, propriedades gerais de divergência e rotacional de campos vectoriais, e aplicações.*
- Resolução de equações diferenciais parciais de 1ª e 2ª ordem lineares elementares.*
- Propriedades gerais e convergência de séries de Fourier, transformação de Fourier e aplicações.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Master of:

- Resolution of elementary ordinary differential equations; resolution of linear differential equations and systems of linear differential equations.*
- Existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of ordinary differential equations.*
- Gauss and Stokes theorems, general properties of the divergence and curl of vector fields, and applications.*

- *Resolution of elementary linear partial differential equations of 1st and 2nd order.*
- *General properties and convergence of Fourier series, Fourier transform and applications.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs): exemplos de EDOs de primeira ordem resolúveis, fatores de integração; existência, unicidade e dependência contínua de soluções de sistemas de EDOs de primeira ordem; fórmula de variação das constantes; EDOs de ordem > 1 ; transformação de Laplace e aplicações a EDOs.

Teoremas de Gauss e de Stokes e introdução a Equações Diferenciais Parciais (EDPs): superfícies em R^3 ; integrais de superfície de campos escalares e de campos vetoriais; Teoremas de Gauss e de Stokes; divergência e rotacional de campos vetoriais; obtenção das equações diferenciais de continuidade, onda, calor, Laplace e Poisson.

EDPs e séries de Fourier: EDPs lineares de 1ª ordem; equações de onda, calor, Laplace e Poisson; séries de Fourier trigonométricas; soluções das equações de onda, calor, Laplace e Poisson, via separação de variáveis e séries de Fourier; transformação de Fourier e aplicações.

4.4.5. Syllabus:

Ordinary Differential Equations (ODEs): examples of solvable 1st order ODEs, integration factors; existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of systems of 1st order ODEs; variation of constants formula; ODEs of order > 1 ; Laplace transform and applications to ODEs.

Gauss and Stokes Theorems and introduction to Partial Differential Equations (PDEs): surfaces in R^3 ; surface integrals of scalar and vector fields; Gauss and Stokes Theorems; divergence and curl of vector fields; derivation of the continuity, wave, heat, Laplace and Poisson differential equations.

PDEs and Fourier series: linear 1st order PDEs; wave, heat, Laplace and Poisson equations; trigonometric Fourier series; solutions of wave, heat, Laplace and Poisson equations, via separation of variables and Fourier series; Fourier transform and applications.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de equações diferenciais e séries de Fourier. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The course content corresponds to concepts and techniques of differential equations and Fourier series. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the

part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, Boyce and Di Prima, 2013, 10th ed Wiley.*
- * *Vector Calculus, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed Freeman.*
- * *Análise Complexa e Equações Diferenciais, Luís Barreira, 2019, 4ª ed. IST Press.*
- * *Introdução à Análise Complexa, Séries de Fourier e Equações Diferenciais, Pedro Girão, 2018, 2ª ed. IST Press.*
- * *Métodos de Resolução de Equações Diferenciais e Análise de Fourier com Aplicações, Luís Magalhães, 2013 DM-IST.*
- * *Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais, Djairo Figueiredo, 2012, 4ª ed IMPA.*
- * *Cálculo Diferencial e Integral em R^n , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed. IST Press.*
- * *Integrais em Variedades, Luís T. Magalhães, 1993, 2ª ed. Texto Editora.*
- * *Exercícios de Análise Complexa e Equações Diferenciais, Luís Barreira e Cláudia Valls, 2010, 2ª ed. IST Press.*
- * *Exercícios de Cálculo Integral em R^n , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed. IST Press.*

Mapa IV - Modelação e Simulação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação e Simulação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Modelling and Simulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Manuel Lage de Miranda Lemos, ist11886, 28h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Alexandre José Malheiro Bernardino, ist13761, 63h

José António da Cruz Pinto Gaspar, ist13495, 63h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Após frequentar com sucesso esta unidade curricular, os alunos deverão ser capazes de escrever as equações do modelo de sistemas quer resultem da interação entre subsistemas de diversos tipos (mecânicos, elétricos, químicos, biológicos, eletrónicos, de comunicação, computacionais ou outros) e de as validar, analisar, e simular usando ferramentas computacionais adequadas

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Upon successful completion of this course unit, students should be able to derive models of systems that arise from the interaction among subsystems of various types (mechanical, electrical, chemical, biological, electronic, communications, computational, and other) and validate, analyze, and simulate them using appropriate computational tools

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à modelação e simulação.

I. Sistemas guiados pelo tempo. Modelos de sistemas económicos, físicos, eletromecânicos, eletrónicos, de energia, biologia celular, dinâmica de populações, etc. Sistemas de parâmetros distribuídos. Estimação de parâmetros. Equações diferenciais e às diferenças. Modelos dinâmicos de estado lineares e não lineares. Linearização. Pontos de equilíbrio e estabilidade. Traçado de soluções.

II. Ferramentas de simulação. Solução numérica de sistemas de equações e de equações diferenciais ordinárias e às derivadas parciais. Métodos de Euler e Runge-Kutta. Métodos de passo fixo e passo variável. Linguagens e ambientes computacionais.

III. Sistemas de eventos discretos. Autómatos. Cadeias de Markov. Filas de espera. Método de Monte Carlo. Exs: sistemas de manufatura, redes de computadores, comunicações.

IV. Introdução aos sistemas híbridos. Modelação e simulação baseadas em agentes. Exs: Sistemas biológicos, veículos autónomos, tráfego aéreo

4.4.5. Syllabus:

Introduction to modeling and simulation.

I. Time-driven systems. Models of economic, physical, electromechanical, electronic, energy, cell biology, and dynamic population systems. Distributed parameter systems. Parameter identification. Differential and difference equations. Dynamic linear and nonlinear state models. Linearization. Equilibrium points and stability. Computation of solutions.

II. Simulation tools. Numerical solution of systems of equations and ordinary and partial differential equations. Euler and Runge-Kutta methods. Fixed step and variable step methods. Languages and computational environments.

III. Discrete event systems. Automata. Markov chains. Queuing theory. Monte Carlo Methods. Exs: manufacturing systems, computer networks, communications.

IV. Introduction to hybrid systems. Agent-based modeling and simulation. Exs: Biological Systems, Autonomous Vehicles, Air Traffic.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this UC, an expert in the field will easily recognize that that all the items included in the syllabus, described in 5, aim to afford the students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of

demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Introduction to Discrete Event Systems, The Kluwer International Serie, Cassandras, C.G., Lafortune, 1999, Academic Publishers

2. Modeling and Simulation for Automatic Control, O. Egeland and J.T Gravdahl, , 2002, Marine Cybernetics

Mapa IV - Física 3

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física 3

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics 3

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Luís Paulo Da Mota Capitão Lemos Alves, ist12747, 84 h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos com ferramentas de cálculo. Garantir formação científica avançada e profunda nos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.

Específico: Compreensão através da fenomenologia da história da síntese das equações de Maxwell para o campo electromagnético e da perspectiva integradora das equações de Maxwell; capacidade de aplicar os conceitos do Electromagnetismo e da Óptica à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

General: Predict quantitatively the consequences of a variety of physical phenomena using analysis tools. Ensure advanced and thorough scientific training in the fundamental fields of physics, hence allowing disciplinary or

interdisciplinary approaches to innovation.

Specific: Understanding, through phenomenology, of the history of how Maxwell's equations for the electromagnetic field have emerged and of the integrative perspective of Maxwell's equations; ability to apply the concepts of Electromagnetism and Optics to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Corrente elétrica estacionária. Densidade e Intensidade de corrente. Equação da continuidade da carga. Lei de Ohm. Lei de Joule. Leis de Kirchoff.*
2. *Campo Magnético no vácuo. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Força de Lorentz. Bobinas.*
3. *Campos Elétrico e Magnético na presença da matéria. Polarização e Magnetização. Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo.*
4. *Indução eletromagnética. Lei de Faraday. Motores e geradores elétricos. Energia magnética. Corrente de deslocamento.*
5. *As leis de Maxwell. Caráter eletromagnético da luz. Dispersão, polarização, reflexão, refração. Leis de Fresnel.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Stationary electric current: Stationary electric current. Current intensity and current density. Equation for charge continuity. Ohm's Law. Joule's Law. Kirchhoff's laws.*
2. *Magnetic field in vacuum. Biot-Savart's Law. Ampère's law. Lorentz's force. Coils.*
3. *Electric and magnetic fields in the presence of matter. Polarization and Magnetization. Diamagnetism, paramagnetism and ferromagnetism.*
4. *Electromagnetic induction. Faraday's law. Electric motors and generators. Magnetic energy. Displacement current.*
5. *Maxwell's Laws. Electromagnetic character of light. Dispersion, polarization, reflection, refraction. Fresnel's laws.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas) [Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução]
50% Exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous assessment by mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of graders and/or teaching assistants is available, oral presentations and/or solution discussions can be considered]
50% Exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introdução à Física, J.D. Deus et al. , 2014, Livraria Escolar Editora, ISBN: 9789725924402; Physics for Global Scientists and Engineers" (vols 1 and 2), Serway, Jewett, Wilson, Wilson and Rowlands , 2017, ISBN10: 1-4737-5721-5

Mapa IV - Sistemas Autónomos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Sistemas Autónomos*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Autonomous Systems*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****SDC*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****49.0*****4.4.1.6. ECTS:*****6.0*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Rodrigo Martins de Matos Ventura, 49h*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist12116, Pedro Urbano Lima, 42h******1 TA a designar, 21h*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Abordam-se os conceitos fundamentais envolvidos em sistemas compostos por diversos agentes físicos com diversos graus de autonomia (sensores, processadores, actuadores, robots) distribuídos espacialmente. Descrevem-se conceitos e métodos fundamentais de auto-localização na presença de incertezas na observação e no modelo do movimento. Apresentam-se métodos de integração da informação proveniente de vários sensores, para posicionamento e representação do mapa do mundo onde os sensores estão situados, bem como métodos para a resolução de problemas em sistemas cooperativos, incluindo a percepção cooperativa e a atribuição, planeamento e coordenação de tarefas. Termina-se com conceitos fundamentais sobre arquiteturas funcionais, de software e de hardware.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Fundamental concepts involved in systems composed of diverse physical agents are covered, with diverse autonomy degrees (sensors, processors, actuators, robots) spatially distributed. Fundamental concepts and methods for self-localization under uncertainty on the observation and motion models are described. Methods for integrating the information from multiple sensors are presented, for positioning and for representing the world map where the sensors are situated, as well as methods for problem solving in cooperative systems, including cooperative perception, and task assignment, planning, and coordination. Fundamental concepts on functional, software, and hardware architectures concludes the course.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****1. [2h] Introdução aos sistemas autónomos: robots móveis, redes de sensores móveis e estáticos. A incerteza em Robótica.***

2. [4h] *Representação probabilística da incerteza: modelos probabilísticos de observação e ação. Inferência Bayesiana. Filtro de Bayes e seus casos particulares.*
3. [6h] *Localização Bayesiana.*
4. [1h] *Mapeamento probabilístico por grelha de ocupação.*
5. [3h] *Localização e Mapeamento simultâneos (SLAM).*
6. [6h] *Planeamento de Tarefas: planeamento clássico; planeamento sob incerteza: processos de decisão de Markov (MDPs). Aprendizagem por reforço.*
7. [2h] *Representação de planos e coordenação da sua execução. Análise de desempenho.*
8. [3h] *Sistemas Cooperativos: Localização e seguimento cooperativo de objectos. Integração sensorial: métodos de fusão sensorial distribuída. Atribuição, planeamento e coordenação de tarefas cooperativas.*
9. [1h] *Arquitecturas funcionais, de software e de hardware.*

4.4.5. Syllabus:

1. [2h] *Introduction to autonomous systems: mobile robots, mobile and static sensor networks. Uncertainty in robotics.*
2. [4h] *Probabilistic representation of uncertainty: probabilistic models of observation and action. Bayesian inference. Bayes filter and its particular cases.*
3. [6h] *Bayesian localization.*
4. [1h] *Probabilistic occupancy grid mapping.*
5. [3h] *Simultaneous localization and mapping (SLAM).*
6. [6h] *Task planning: classical planning; planning under uncertainty: Markov decision processes (MDP). Reinforcement learning.*
7. [2h] *Plan representation and its execution coordination. Performance analysis.*
8. [3h] *Cooperative systems: cooperative localization and tracking of objects. Sensor integration: distributed sensor fusion methods. Cooperative task assignment, planning, and coordination.*
9. [1h] *Functional, software, and hardware architectures.*

4.4.6. *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*

4.4.6. *Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:*

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. *Metodologias de ensino (avaliação incluída):*

Projeto realizado em grupo, em torno de tópicos da UC, com progresso apresentado semanalmente, relatório final e apresentação de poster (70%) + Exame escrito individual cobrindo todo o programa (30%).

4.4.7. *Teaching methodologies (including students' assessment):*

Group project involving course topics, with weekly progress presentations, final report, and poster presentation (70%) + Individual written exam covering the course program (30%).

4.4.8. *Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

4.4.8. *Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:*

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. *Bibliografia de consulta/existência obrigatória:*

Probabilistic Robotics, S. Thrun, W. Burgard e D. Fox, 2005, MIT Press; Planning Algorithms, Steven Lavalle, 2006, Cambridge University Press; Reinforcement Learning: an introduction, R. Sutton and A. Barto, 1998, MIT Press; Probabilistic Robotics, Sebastian Thrun, Wolfram Burgard and Dieter Fox, 2005, MIT Press. <http://www.probabilistic-robotics.org/>; Artificial Intelligence: A Modern Approach (chaps. 7, 8, and 10), Stuart Russell and Peter Norvig, 2009, Pearson.; Reinforcement Learning: An Introduction (chaps. 3 and 6, Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, 2018, MIT Press; Springer Handbook of Robotics (chaps. 35 and 53), Bruno Siciliano and Khatib Oussama, 2016, Springer.

Mapa IV - Álgebra Linear

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

4 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:

4 Sections (TP).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12816, José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist11806, Amarino Lebre, 112H

ist12612, Ricardo Coutinho Pereira dos Santos, 112H

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Domínio do cálculo matricial e de métodos para resolver sistemas de equações lineares. Domínio de espaços vetoriais e de transformações lineares. Estudar formas canónicas de matrizes, valores e vetores próprios e valores singulares. Estudar exemplos de aplicações.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Master matrix calculus and methods for solving systems of linear equations. Learn about vector spaces and linear transformations. Study canonical forms of matrices, eigenvectors, eigenvalues and singular values. Study applications of the previous subjects.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Métodos de eliminação de Gauss e Gauss-Jordan. Aplicação à solução de sistemas lineares. Matrizes. Matrizes inversas. Determinantes.

Definição e exemplos de espaços vetoriais. Conjuntos linearmente independentes.

Transformações Lineares. Núcleo e imagem de uma transformação linear. Espaço de soluções de uma equação linear. Valores e vetores próprios. Multiplicidade algébrica e geométrica. Forma canónica de Jordan. Exemplos de aplicações (e.g. sistemas de equações diferenciais ordinárias lineares com coeficientes constantes, estabilidade de sistemas dinâmicos lineares, cadeias de Markov, algoritmo de PageRank).

Definição de produto interno. Ortogonalização de Gram-Schmidt. Método dos quadrados mínimos.

Teorema espectral. Transformações ortogonais, unitárias, hermitianas. Decomposição em valores singulares de uma

transformação entre espaços euclidianos. Classificação das formas quadráticas reais.

4.4.5. Syllabus:

Gauss and Gauss-Jordan elimination applied to the solution of linear systems. Matrices, inverse matrices and determinants.

Definition and examples of vector spaces. Linearly independent sets.

Linear transformations. Nullspace (kernel) and range of a linear transformation. Solution space of a linear equation.

Eigenvectors and eigenvalues. Algebraic and geometric multiplicity of an eigenvalue. Jordan canonical form.

Applications (e.g. systems of linear ordinary differential equations with constant coefficients, stability of linear dynamical systems, Markov chains, PageRank algorithm).

Inner product spaces. Gram-Schmidt orthogonalization. The least squares method.

Spectral theorem. Orthogonal, unitary and hermitean linear transformations. Singular value decomposition of a linear transformation between euclidean spaces. Classification of quadratic forms.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de Álgebra Linear. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas interligações, à formulação de problemas bastante variados cuja resolução requer a utilização de ferramentas de álgebra linear de uma forma criativa.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The topics to be covered correspond to concepts and methods of Linear Algebra. Besides learning those topics the student is encouraged to use a combination of different methods and of their interrelations to formulate problems whose solution requires the creative application of tools from Linear Algebra.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa por parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em diferentes contextos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The formulation and solution of problems, the practice of autonomous work and active learning by the student imply that he has acquired throughout the course a solid and dynamic understanding of the concepts and techniques taught, being able to relate and use them in different contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*** Linear Algebra and its applications, D. Lay, S. Lay, and J. McDonald, 2016, (5th edition), Pearson Education.;**

*** Linear Algebra, J. Hefferon, 2017, (3rd edition), Saint Michael's College;**

*** Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada, L. Magalhães, 1998, (8ª edição), Texto Editora;**

*** Introduction to Linear Algebra, G. Strang, 2016, (5th edition), Wellesley-Cambridge Press,**

*** Linear Algebra, S. Friedberg, A. Insel and L. Spence, 2003, (4th edition), Pearson Education.**

Mapa IV - Programação Concorrente

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação Concorrente

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Concurrent Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist14028, João Nuno de Oliveira e Silva, 84h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12270, Luis Miguel Silveira, 84h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

São objetivos desta UC dotar os alunos com conhecimentos e competência suficientes para a programação de aplicações concorrentes.

No fim da UC os alunos serão capazes de:

- **Compreendera os conceitos teóricos relacionados com programação concorrente e paralela**
- **Compreender os ganhos, benefício, limitações do uso de programação concorrente**
- **Compreender, comparar e avaliar diversos modelos de programação concorrente**
- **Avaliar a aplicabilidade e aplicar diversas tecnologias de programação concorrente**
- **Aplicar tecnologias de programação concorrente no desenvolvimento de aplicações**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main objectives of the Course are to give students enough knowledge and skills to program concurrent applications.

After successful course completion students should be able to:

- **Understand the theoretical concepts related to concurrent and parallel programming**
- **Understand the gains, benefits and limitations from the use of concurrent programming**
- **Understand, compare and evaluate various concurrent programming models**
- **Evaluate the applicability and apply multiple concurrent programming technologies**
- **Apply the concurrent programming technologies in the development of applications**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Modelos de paralelismo (bit, instrução, dados, tarefas)

Programação Paralela vs programação concorrente

Modelos de concorrência

Programação multitarefa

Sincronização no acesso aos dados

Programação funcional

Programming assíncrona

Map reduce

4.4.5. Syllabus:

*Parallelism models (bit, instruction, data, task)
Parallel programming vs concurrent programming
Concurrency models
Multithreading programming
Data access synchronization
Funcional Programming
Asycrounous programming
MapReduce*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (projectos faseados e relatórios) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

Avaliação:

- Exame (50%)*
- O projecto contribuirá com os seguintes pesos :*
- Entrega intermédia (20 %)*
- Entrega final (20%)*
- Relatório(10%)*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies will promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability.

The assessment model incorporates elements of continuous assessment, supported by active learning (phased projects and reports) with the aim to significantly reduce the weight of assessment by exams.

Evaluation:

- Exam (50%)*
- The project will contribute with the following weights:*
- Intermediate assignment (20 %)*
- Final Assignment (20%)*
- Report (10%)*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Seven Concurrency Models in Seven Weeks, Paul Butcher, 2014, The Pragmatic Programmers;
Using Asyncio in Python: Understanding Python's Asynchronous Programming Features, Caleb Hattingh, 2018, O'Reilly Media, Inc. ;
Hadoop: The Definitive Guide, 4th Edition, Tom White, 2015, O'Reilly Media, Inc. ; Other technical reports and scientific papers, , ,*

Mapa IV - Probabilidade e Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Probabilidade e Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Probabilistic and Statistic

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

PE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

4 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:

4 Sections (TP).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12634, António Manuel Pacheco Pires, 0h.

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist13493, Conceição Amado, 112h.

ist13196, Isabel Maria Alves Rodrigues, 112h.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Iniciação ao estudo da análise de dados estatísticos, teoria da probabilidade e inferência estatística, tendo em vista a compreensão e aplicação dos seus principais conceitos e métodos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Master concepts of statistical data analysis, probability theory and statistical inference to understanding and applying such concepts to solve real-life problems in engineering and science.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Representação gráfica de dados estáticos e dinâmicos com recurso ao software R.*
- *Noção de probabilidade. Probabilidade condicionada e lei da probabilidade total. Teorema de Bayes. Independência.*
- *Tipos de variáveis aleatórias (discretas e contínuas). Função de distribuição. Função massa de probabilidade e função densidade de probabilidade. Valor esperado, variância e quantis.*
- *Pares aleatórios e combinação linear de variáveis aleatórias. Teorema do Limite Central.*
- *Introdução à inferência estatística. Estimação pontual e estimação intervalar.*
- *Construção de testes de hipóteses no contexto clássico de amostras de observações provenientes de populações com distribuição Normal. Testes de ajustamento.*
- *Estudo da dependência linear entre duas variáveis aleatórias: regressão linear simples.*

4.4.5. Syllabus:

- *Graphical representation of static and dynamic statistical data with R.*
- *Basic concepts of probability theory. Conditional probability and total probability law. Bayes' theorem. Independence.*
- *Random variables (discrete and continuous). Distribution function. Probability mass function and probability density function. Expected value, variance and quantiles.*
- *Random pairs and linear transformation of random variables. Central limit theorem.*
- *Statistical inference. Point estimation and interval estimation.*
- *Hypothesis testing under normal populations.*
- *Goodness of fit testing.*
- *Linear regression.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de probabilidade e estatística. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The course content corresponds to concepts and techniques of probability and statistics. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua (70%) + projetos computacionais (30%). Prova oral para alunos cuja classificação final seja superior ou igual a 18 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components (70%) + computational projects (30%). Oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Ross, Sheldon M, 2014, 5th ed, Academic Press;*
- * *Probability and Statistics for Data Science: Math + R +, Matloff, N. , 2019, 1st ed., Data Chapman and Hall/CRC;*
- * *Introductory Statistics with R, Dalgaard, P, 2002, Springer;*
- * *A Modern Introduction to Probability and Statistics: Understanding Why and How, Dekking, F.M., Kraaikamp, C., Lopuhaä, H.P., Meester, L.E., 2005, Springer.*

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

4 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:

4 Sections (TP).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist11151, Luis Magalhães, 0h.

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12485, Gabriel Esperança Pires, 112h.

ist12612, Ricardo Coutinho Pereira dos Santos, 112h.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Domínio do cálculo diferencial de funções de várias variáveis reais com valores escalares e vetoriais e de integrais múltiplos e de linha, incluindo teoremas fundamentais do cálculo para integrais de linha e integrais duplos, e aplicações geométricas e físicas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Master the differential and integral calculus of scalar and vector valued functions of several real variables and multiple and line integrals, including the fundamental theorems of calculus for line and double integrals, and geometric and physical applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Noções básicas topológicas em R^n , sucessões.

Campos escalares e vetoriais. Limite e continuidade. Diferenciabilidade e gradiente. Aplicações.

Teorema de valor intermédio.

Funções C^k , lema de Schwarz. Extremos e pontos de sela de campos escalares.

Teorema de Weierstrass, fórmula de Taylor, matriz hessiana, multiplicadores de Lagrange.

Teoremas da função inversa e da função implícita. Aplicações.

Integrais múltiplos e aplicações.

Curvas, caminhos e integrais de linha. Aplicações.

Teorema Fundamental do Cálculo para integrais de linha e aplicações.

Teorema de Green e aplicações.

Campos vetoriais gradientes de campos escalares.

4.4.5. Syllabus:

Basic topological notions in R^n , sequences.

Scalar and vector fields. Limits and continuity. Differentiability and gradient. Applications.

Intermediate value theorem.

*C^k functions, Schwarz lemma. Extremal and saddle points of scalar fields.
Weierstrass theorem, Taylor's formula, Hessian matrix, Lagrange multipliers.
Inverse and implicit function theorems. Applications.
Multiple integrals and applications.
Curves, paths and line integrals. Applications.
Fundamental theorem of calculus for line integrals and applications.
Greens's theorem and applications.
Gradient vector fields of scalar fields.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a várias variáveis. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analítica

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in several variables. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
* *Vector Calculus, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed, Freeman;*
* *Calculus II, Apostol, 2016, 2nd ed, Wiley;*
* *Functions of Several Variables, Fleming, 1977, 2nd ed, Springer;*
* *Cálculo Diferencial e Integral em \mathbb{R}^n , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed, IST Press.;*
* *Integrais Múltiplos, Luís T. Magalhães, 1996, 3ª ed, Texto Editora;*
* *Exercícios de Cálculo Integral em \mathbb{R}^n , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed, IST Press;*
* *Exercícios de Análise Matemática I e II, DM-IST, 2003, Departamento de Matemática do IST.*

Mapa IV - Sinais e Sistemas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sinais e Sistemas

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Signals and Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**SDC****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Pedro Manuel Quintas Aguiar****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Pedro Manuel Quintas Aguiar, ist12766, 105h****Alexandre Jose Malheiro Bernardino, ist13761, 42h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objectivo da UC é introduzir as bases teóricas e práticas elementares de Sinais e Sistemas de tempo contínuo e tempo discreto. Em particular, enfatizam-se as representações em frequência típicas do processamento de sinais, a conversão de tempo contínuo para tempo discreto e a análise de sistemas dinâmicos lineares e invariantes no tempo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The course introduces the elementary theoretical and practical basis of discrete-time and continuous time Signals and Systems. Particular emphasis is on the frequency representations common in signal processing applications, the continuous-to-discrete time conversion, and the analysis of linear and invariant dynamical systems

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceitos de sinais de tempo contínuo (tc) e tempo discreto (td). Exemplos. Transformações.***
- 2. Conceitos de sistemas. Memória, causalidade, invariância, linearidade, estabilidade, inversibilidade.***
- 3. Sistemas lineares invariantes no tempo (SLITs). Resposta ao impulso unitário. Convolução. Propriedades.***
- 4. Série de Fourier (SF) de sinais de tc. Exponenciais como funções próprias dos SLITs. Representação de sinais periódicos em SF.***
- 5. Transformada de Fourier (TF) de sinais de tc. Representação de sinais aperiódicos via TF. Resposta em frequência, filtragem.***
- 6. TF de sinais de td. Conceito de espectro de sinal de td. SLITs descritos por eq. às diferenças.***
- 7. Amostragem. Processamento em td de sinais de tc. Teorema da amostragem. Aliasing.***
- 8. Transformada de Laplace (TL). Função de transferência (FT). SLITs descritos por eq. diferenciais, pólos e zeros. Diagramas de blocos e FTs equivalentes. TL unilateral.***
- 9. Diagramas de Bode.***

4.4.5. Syllabus:

- 1. Basic concepts of discrete-time (dt) and continuous-time (ct) signals. Exemples. Transformations.***
- 2. Basic concepts of systems. Memory, causality, invariance, linearity, stability, invertibility.***
- 3. Linear and time-invariant (LTI) systems. Impulse response. Convolution. Properties.***
- 4. Fourier series (FS) of tc signals. Exponentials as proper functions of LTI systems. Representation of periodic signals by the FS.***

5. *Fourier transform (FT) of tc signals. Representation of aperiodic signals via FT. Frequency response, filtering.*
6. *Fourier transform of td signals. Concept of spectrum of td signal. LTI systems described by difference equations.*
7. *Sampling. Discrete-time processing of continuous-time signals. Sampling theorem. Aliasing.*
8. *Laplace transform (TL). Transfer function (TF). LTI systems described by differential equations, poles and zeros. Block diagrams and equivalent TFs. Unilateral TL.*
9. *Bode plots.*

4.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. **Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. **Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa, nomeadamente através da realização de trabalhos em que os alunos têm oportunidade de operacionalizar os conceitos das aulas usando sinais reais. A avaliação tem duas componentes: laboratório e exame final. Os trabalhos são realizados em grupos de dois alunos e compreendem a entrega de um relatório por cada trabalho.

4.4.7. **Teaching methodologies (including students' assessment):**
50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos permite o confronto com problemas reais.

4.4.8. **Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. **Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
"Signals and Systems", Alan V. Oppenheim e Alan S. Willsky, Prentice-Hall, 2ª edição, 1996.

Mapa IV - Fundamentos de Energia Eléctrica

4.4.1.1. **Designação da unidade curricular:**
Fundamentos de Energia Eléctrica

4.4.1.1. **Title of curricular unit:**
Fundamentals of Electrical Power Systems

4.4.1.2. **Sigla da área científica em que se insere:**
Energ

4.4.1.3. **Duração:**
Semestral

4.4.1.4. **Horas de trabalho:**
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:**49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Pedro Manuel Santos de Carvalho, 56h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Pedro Manuel Santos de Carvalho, ist13407, 56h****Célia Maria Santos Cardoso de Jesus, ist12937, 84h****Hugo Gabriel Valente Morais, ist428549, 82h****Alexandre Miguel Fernandes Dias, ist158100, 98h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Introdução ao conceito de sistema de energia eléctrica (SEE) e familiarização com o seu propósito e sua estrutura. Compreensão do comportamento e funcionamento isolado dos principais componentes do SEE. Compreensão do seu funcionamento interligado e modelização das interações entre componentes, em regime permanente e para as situações de análise mais comuns.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Introduce the concept of electric power system (EPS) and become familiar with its purpose and structure. Understand the behaviour and functioning of EPS main components. Model components behaviour and their steady-state interactions for typical EPS analysis situations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Caracterização da produção e consumo de energia eléctrica: conceitos de energia e potência em sistemas AC. Sistemas de energia eléctrica como sistemas AC trifásicos equilibrados: modelos trifásicos de transformadores, máquinas síncronas e a máquinas assíncronas, e linha de transmissão. Introdução à análise de redes: modelos simplificados de solução de problemas de trânsito de energia (modelo DC) e de análise de curto-circuito (defeitos trifásicos simétricos)..

4.4.5. Syllabus:

Characterisation of electric power generation and consumption: concepts of energy and power in AC systems. The electric power system as a balanced three-phase AC system: modelling three-phase transformers, synchronous and induction machines, and transmission lines. Introduction to power systems analysis: simplified solution approaches to power-flow (DC model) and short-circuits (symmetrical faults) analysis problems.

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

Os conteúdos programáticos endereçam os aspectos formais mais relevantes da modelização dos principais componentes constituintes dos sistemas de energia eléctrica assim como dos métodos utilizados para a análise de sistemas compostos por esses componentes. Os conteúdos visam dotar os alunos dos conhecimentos e competências necessários à compreensão do funcionamento dos componentes, quando operados isoladamente, assim como analisar o comportamento em regime estacionário de sistemas desses componentes quando interligados.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus addresses the formal most relevant aspects of the modelling of the main components of electrical power systems, as well as the methods used for to analyse of such systems as composed by these components. It aims at providing students with the knowledge and skills necessary to understand the functioning of the components when operated independently, and to analyse the steady-state functioning of systems of such components when interconnected.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar uma aprendizagem baseada na reflexão sobre os aspectos formais de modelização matemática dos fenómenos físicos subjacentes ao comportamento dos componentes dos sistemas (aulas Teóricas), apoiada na validação dos modelos matemáticos em ambiente laboratorial (aulas de Laboratório) e na sua utilização na resolução de problemas de engenharia de cariz mais prático (aulas de Problemas).

O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, Fichas nas aulas de Problemas, Relatórios nas aulas de Laboratório) compatíveis com a redução significativa do peso de avaliação por exames (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on the reflection about the formal aspects of mathematical modelling of the physical phenomena underlying the behaviour of system components (Theoretical classes), supported by the validation of the mathematical models in laboratory environment (Laboratory classes) and in their use in solving practical engineering problems (Problem classes).

The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, Quizzes in Problem classes, Reports in Laboratory classes) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento aprofundado dos componentes do sistema de energia eléctrica, ao ponto de desenvolverem capacidade crítica quanto à aplicação de modelos desses componentes na resolução de problemas de engenharia. A capacidade crítica desenvolve-se no confronto entre concepções formais apreendidas nas aulas Teóricas e a experiência da realidade, revelada nos desafios da resolução de problemas concretos nas aulas de Problemas e da interpretação dos fenómenos físicos nas aulas de Laboratório.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Teaching methods have been designed so that students can to develop an in-depth knowledge of the functioning of the electric power system components, to the point of developing a critical capacity use models of such components in solving engineering problems. The critical capacity develops in the confrontation between formal conceptions learned in the Theoretical classes and the experience of reality, revealed in the challenges of solving concrete problems in the Problem classes and in the interpretation of physical phenomena in the Laboratory classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Redes de Energia Eléctrica : uma Análise Sistémica. , José Pedro Sucena Paiva, 2005, IST Press; Exercícios de Redes e Sistemas de Energia Elétrica, Rui Castro e Eduarda Pedro, 2013, IST Press; Electric Energy Systems Theory: an Introduction, Olle I. Elgerd, 1982, McGraw-Hill; Power System Analysis, John J. Grainger and William D. Stevenson, 1994, McGraw-Hill

Mapa IV - Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Electrotécnica e de Computadores**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

4.4.1.1. Title of curricular unit:

1st Cycle Integrated Project in Electrical and Computer Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ACDEEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

14.0

4.4.1.6. ECTS:**6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima, 0h*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****Corpo docente depende dos projetos supervisionados, 14h*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****O Projecto Integrador tem a duração de um semestre e é enquadrável em uma de três modalidades: 1. Projecto científico, 2. Projecto em empresa e 3. Projeto JUNO. Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto específico, mas, em geral, os estudantes deverão:***

- aplicar os conhecimentos adquiridos na licenciatura no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.***
- estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas na licenciatura.***
- pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.***
- planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador.***
- desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador.***
- escrever e apresentar oralmente e discutir um relatório técnico.***

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The integrated project may fall within one of three modalities: 1. Scientific project, 2. Company project and 3. JUNO project. Learning objectives will depend on the specific project, but in general students should:***

- apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management nature.***
 - extend their knowledge to areas not covered in their degree.***
 - search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project - plan and execute experiments, analyse and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations***
 - develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills. - write and orally present and discuss a technical report.***
- This project could serve as a seed for the master dissertation theme***

4.4.5. Conteúdos programáticos:***O projeto é definido inicialmente pelos orientadores ou sob orientação destes. Pode ser realizado individualmente ou em grupo, no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas). As seguintes modalidades são possíveis:***

- 1. Projecto científico: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.***
- 2. Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.***
- 3. Projeto JUNO: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.***

4.4.5. Syllabus:***The project is initially defined by the supervisors or under the supervisors guidance. It can be carried out individually or in groups, and take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies). The following types are possible:***

- 1. Scientific project: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.**
- 2. Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a solution or analysis targeted for short term implementation.**
- 3. JUNO project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by companies or other institutions that require inputs from students from different courses of IST or the University of Lisbon.**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída): Para os projectos de modalidade 1 e 2, deve ser submetida para avaliação um relatório e feita uma discussão por júri constituído por (no mínimo) de dois docentes.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment): For project types 1 and 2 a report must be submitted for evaluation and discussion by a jury of at least) two professores.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória: Depende do tópico do projecto.

Mapa IV - Introdução à Economia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular: Introdução à Economia

4.4.1.1. Title of curricular unit: Introductory Economics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere: EGO

4.4.1.3. Duração: Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho: 84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:**24.5****4.4.1.6. ECTS:****3.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****ist14021, Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista, 0h*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist14105, Margarida Catalão Lopes, 14h******ist152309, Hugo Castro Silva, 10.5h*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objetivo principal da unidade curricular de Introdução à Economia é permitir aos alunos um primeiro contacto com conceitos económicos fundamentais para o seu dia-a-dia enquanto cidadãos, profissionais de engenharia, ciência e tecnologia, e consumidores. Pretende-se que adquiram um entendimento e familiaridade com questões básicas e estruturantes na sociedade, tais como inflação, desemprego, PIB e crescimento económico, globalização, desigualdade, inovação, o papel da economia nas alterações climáticas, sustentabilidade, responsabilidade social. Após a frequência desta UC os alunos deverão estar habilitados com as competências necessárias para compreender a envolvente económica em que a sua atividade profissional se virá a desenrolar, quer em empresas já estabelecidas, start-ups, ou instituições públicas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main objective of the Introductory Economics course unit is to provide students with a first contact with economic concepts fundamental to their daily lives as citizens, engineering, science and technology professionals, and consumers. Students are expected to gain an understanding and familiarity with basic and structuring issues in societies such as unemployment, inflation, GDP and economic growth, globalization, inequality, innovation, the role of the economy in climate change, sustainability, and social responsibility. After completing this course students should be qualified with the necessary skills to understand the economic environment in which their professional activity will unfold, across established companies, start-ups, and government institutions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Mercados, eficiência e papel do Estado***
- 2. PIB e crescimento económico, inovação e progresso tecnológico***
- 3. Inflação, desemprego e desigualdade***
- 4. Bancos, dinheiro e mercado de crédito; crises financeiras e globalização***
- 5. Política económica***
- 6. Economia, ambiente e alterações climáticas***
- 7. Economia digital, informação e desafios sociais***

4.4.5. Syllabus:

- 1. Markets, efficiency and the role of the Government***
- 2. GDP and economic growth, innovation and technological progress***
- 3. Inflation, unemployment and inequality***
- 4. Banks, money and the credit market; financial crises and globalization***
- 5. Economic Policy***
- 6. Economy, environment and climate change***
- 7. Digital Economy, information, and social challenges***

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias à realização***

dos objetivos de aprendizagem. Os alunos adquirem conhecimentos sobre conceitos económicos fundamentais por via da sua aplicação a problemas e desafios reais atuais que afetam a sociedade e a economia.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho de aplicação sobre um dos tópicos da matéria (25%) + mini teste (25%) + exame (50%)

Note-se que o campo de horas de contacto P deveria estar preenchido com 0.75, mas, por limite de inserção de 3 caracteres, o 5 final é truncado e aparece apenas 0.7.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Applied mini project on one of the course topics (25%) + mini test (25%) + exam (50%)

Note that the contact hours P field should be filled with 0.75, but because of the 3 characters insertion limit, the final 5 is truncated and only 0.7 appears.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*** *The Economy* – <https://www.core-econ.org/the-economy/book/text/0-3-contents.html>;**

*** *Economia do Bem Comum*, Jean Tirole, 2018, Guerra e Paz;**

*** *Principles of Economics*, Gregory Mankiw, 8th edition, 2018, Cengage;**

*** *Foundations of Real-World Economics*, John Komlos, 2nd edition, 2019, Routledge, Taylor and Francis Group.**

Mapa IV - Electrotecnia Teórica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Electrotecnia Teórica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Theoretical Foundations of Electrical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Energ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Vítor Manuel de Oliveira Maló Machado, ist11908, 168 horas

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Maria Eduarda De Sampaio Pinto de Almeida Pedro, ist12527, 84 horas

João Filipe Pereira Fernandes, ist158045, 84 horas

Duarte de Mesquita e Sousa, ist13386, 56 horas

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Fornecer aos alunos de Engenharia Electrotécnica uma base de competências sólida, rigorosa e coerente, cientificamente fundamentada (rejeitando o recurso a receitas), na área dos fenómenos do campo electromagnético, desenvolvendo-lhes o espírito crítico e criativo, que lhes permita seguir as matérias de disciplinas a jusante, bem como, acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos nas áreas em que venham a intervir na sua vida profissional como engenheiros. A Electrotecnia Teórica, é uma disciplina de fundamentos, de espectro largo, que visa cobrir temas desde os fenómenos do campo estacionário até aos fenómenos do campo electromagnético rapidamente variável. A ênfase é colocada nos princípios físicos, conceitos básicos, e leis de funcionamento, cuja utilidade é de interesse comum aos diversos ramos da especialidade, desde a área da Energia às Telecomunicações.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The primary goal of this curricular unit is to provide undergraduate students skills in fundamental knowledge on electromagnetic field phenomena, with a scientifically founded and unified basis (rejecting ready-made recipes or rote procedures), which will enable them to grasp advanced topics and specialized applications that will be dealt with in their later electrical engineering courses, or that they will come across in their professional lives as engineers. This is a balanced foundation course with a broad scope, covering subject matters from stationary to rapid time-varying electromagnetic field phenomena. The emphasis is given on basic principles, concepts and governing laws that can be used indistinctly by electrical engineering students pursuing studies in diverse sub-areas ranging from power systems to telecommunications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Electrostática. Correntes eléctricas estacionárias. Campo magnético das correntes estacionárias. Fenómenos de indução magnética (corpos em repouso e em movimento). Fenómenos de indução eléctrica. Circuitos elementares em regime quase estacionário (regimes forçados e transitórios). Campo electromagnético variável (ondas electromagnéticas; domínio da frequência). Teoria da linha de transmissão (parâmetros distribuídos).

4.4.5. Syllabus:

Static electric fields. Stationary electric current fields. Electrostatics. Stationary currents. Magnetic field of stationary currents. Magnetic induction phenomena (rest and motion bodies). Electric induction phenomena. Lumped parameters circuit analysis (sinusoidal steady state and transient regimes). Time-varying electromagnetic field phenomena (electromagnetic waves; frequency domain). Transmission line analysis (distributed parameters).

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos anteriormente, conclui-se que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos no ponto anterior, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, above described, it can be concluded that all syllabus points in 5. aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por trabalhos laboratoriais, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização

do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (dimensionamentos e relatórios de trabalhos laboratoriais e mini-testes) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (50%), 50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies intend to promote learning based on solving problems and on laboratory works increasing the practical component, the active learning, the independent work and the student accountability. The assessment model includes continuous evaluation elements in the scope of the active learning (dimension and scale problems, laboratory reports and mini-tests) in order to give a significant reduction in the examination weight (50%): 50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas teórico-práticas e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes preparações. Os métodos de ensino permitirão que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos laboratoriais permite o confronto com problemas reais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of theoretical-practical classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Electromagnetic Foundations of Electrical Engineering, J. A. Brandão Faria, August 2008, Wiley & Sons (ISBN 978-0-470-72709-6); Coletânea de Problemas de Electrotecnia Teórica, V. Maló Machado, february 2018, Author edition, IST, Lisbon

Mapa IV - Algoritmos e Estrutura de Dados

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Algoritmos e Estrutura de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Algorithms and Data Structures

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist12270, Luís Miguel Teixeira D'Avila Pinto da Silveira, 84h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist12409, Carlos Filipe Gomes Bispo, 98h
ist11960, António Manuel Morgado Brandão Leal, 56h
TA a designar, 42h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
No final do curso, os estudantes deverão ser capazes de:

- 1. desenvolver e implementar A&ED e analisá-los no que respeita à sua correção*
- 2. compreender conceitos básicos de teoria da complexidade*
- 3. analisar a eficiência dos A&ED com base em diferentes medidas, como o tempo e a memória*
- 4. escrever programas que usem A&ED socorrendo-se de bons princípios de programação, como seja a especificação de API's e utilizar testes apoiados em A&ED*
- 5. resolver problemas através da utilização de ED tais como listas simples, pilhas, filas, tabelas de dispersão, acervos, árvores binárias de procura e grafos e escrever programas para estas soluções*
- 6. resolver problemas utilizando métodos de desenho e concepção de algoritmos, como abordagens "greedy", decomposição, programação dinâmica, "backtracking" e escrever programas para estas soluções*
- 7. ser capaz de, desenhar a DS apropriada, criar um algoritmo que o resolva ou identificar o problema como um que não possa ser resolvido eficientemente*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Upon completion of the course, students should be able to:

- 1. develop and implement A&DS and analyse them regarding correctness;*
- 2. understand basic concepts in complexity theory;*
- 3. analyse how efficient A&DS are based on different measures on efficiency, such as time and memory complexity;*
- 4. write programs that use A&DS with help of good programming principles such as the specification of APIs and the use of tests that utilise A&DS;*
- 5. solve problems through the use of DS such as linear lists, stacks, queues, hash tables, binary trees, heaps, binary search trees, and graphs, and write programs for the solutions;*
- 6. solve problems by using algorithm design methods such as greedy algorithms, decomposition, dynamic programming, backtracking, and write programs for the solutions;*
- 7. given a specific problem, either design the appropriate DS or create and algorithm that solves the problem or identify the problem as one that cannot be solved efficiently.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Análise básica

Introdução à teoria da complexidade; Análise assintótica de complexidade; Notações padrão; O teorema Mestre; As classes mais comuns de complexidade; Estimação empírica de complexidade; Complexidade em tempo e memória; Uso de recursão na análise de algoritmos; Análise de melhor, pior e caso médio

2. ED básicas: listas, pilhas, filas, tabelas de dispersão, acervos, árvores, grafos

3. Estratégias para desenvolvimento de A&ED

Algoritmos de força bruta, "greedy", decomposição, "backtracking", heurísticas.

4. Algoritmos básicos

Algoritmos numéricos simples, procura sequencial e binária, ordenação quadrática e $O(N \log N)$, tabelas de dispersão, árvores binárias de procura, representação de grafos, DFS, BFS e PFS, algoritmos de caminhos mais curtos (Dijkstra e Floyd), árvores de suporte mínimas (Prim e Kruskal)

4.4.5. Syllabus:

1. Basic analysis

Introduction to Complexity; Asymptotic analysis of complexity; Standard notations. The Master theorem; The most common complexity classes; Empirical estimate of complexity; Complexity in time and memory; The use of recursion to analyse algorithms. Best, average and worst-case complexity.

2. Basic DS: lists, stacks, queues, hash tables, heaps, trees, graphs.

3. Strategies for algorithms and data abstraction.

Brute-force algorithms; Greedy algorithms; Decomposition algorithms; Backtracking; Heuristics

4. Basic algorithms

Simple numerical algorithms; Sequential and binary search; Quadratic sorting (selection insertion, bubble); Sorting in $O(N \log N)$ (Quicksort, Heapsort, Mergesort); Hash tables; Binary search trees; Representations of graphs (adjacency lists and matrices); DFS, BFS, and PFS; Shortest path algorithms (Dijkstra and Floyd); Minimum spanning trees (Prim and Kruskal)

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points in 4. aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 5.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames, propondo-se 50% avaliação contínua e 50% avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies are intended to foster problem-based and project-based learning, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work, and the student's responsibility. The evaluation model includes continuous evaluation elements in the scope of active learning (lab assignments, on line quizzes) compatible with a significant reduction of the weight of evaluation by exams, amounting to 50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

**Algorithms in C, Parts 1-5 (Bundle): Fundamentals, Data Structures, Sorting, Searching, and Graph Algorithms", Robert Sedgewick, 2001, Addison-Wesley Professional
Introduction to Algorithms, Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, 1999, MIT Press
Algorithms - fourth edition, Robert Sedgewick and Kevin Wayne, 2011, Addison-Wesley**

Mapa IV - Sistemas de Telecomunicações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Telecomunicações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Telecommunications Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Tele

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:**6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist12401, Maria Paula dos Santos Queluz Rodrigues, 35h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12488, António José Castelo Branco Rodrigues, 35h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Introdução aos sistemas de telecomunicações actuais, incluindo aspectos regulatórios, tecnológicos e operacionais. Caracterização de sistemas fundamentais no panorâma actual das telecomunicações: comunicações via rádio, comunicações ópticas e sistemas multimédia. Os estudantes deverão adquirir noções de dimensionamento destes sistemas, e da sua integração e relevância no tecido económico nacional e internacional.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Introduction to current telecommunications systems, including regulatory, technological and operational aspects. Characterization of fundamental systems in the current telecommunications landscape: radio communications, optical communications and multimedia systems. Students should acquire notions of dimensioning these systems, and of their integration and relevance on the national and international economy.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1- Introdução aos sistemas de telecomunicações: componentes fundamentais de um sistema de transmissão digital; tipos de serviço e sua caracterização; princípios gerais de concepção de um sistema de telecomunicações.

2- Normalização e regulação em telecomunicações.

3- Comunicações móveis: caracterização do canal; balanço de potência e técnicas de gestão de recursos rádio; acesso múltiplo; gerações móveis celulares (2G, 3G, 4G e 5G).

4- Comunicações via-satélite: caracterização da ligação; órbitas; balanço de potência; análise de desempenho.

5- Comunicações ópticas: elementos de uma ligação; janelas de transmissão; estrutura da fibra óptica; atenuação; distorção; tipos de fibra; fontes ópticas; estrutura do receptor; análise de desempenho.

6- Sistemas multimédia: codificação e transmissão de imagens e vídeo.

4.4.5. Syllabus:

1- Introduction to telecommunication systems: fundamental components of a digital transmission system; types of service and their characterization; general principles in the design of a telecommunications system.

2- Standardization and regulation in telecommunications.

3- Mobile communications: channel characterization; link power budget and radio resource management techniques; multiple access; cellular mobile generations (2G, 3G, 4G and 5G).

4- Satellite communications: link characterization; orbits; link power budget; performance analysis.

5- Optical communications: elements of an optical link; transmission windows; fiber optic structure; attenuation; distortion; fiber types; optical sources; receptor structure; performance analysis.

6- Multimedia systems: encoding and transmission of images and video.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.
- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points in 4. aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 5.
- 4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua;
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**
50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation
- 4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos, através de aulas teóricas, da resolução de problemas e da realização de um trabalho de pesquisa. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.
- 4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**
The teaching methodology will based on the transfer of theoretical and practical concepts, through theoretical classes, problem solving and bibliographic research work. This approach will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
Wireless Communications - Principles and Practice , Theodore S. Rappaport, 2001, Prentice-Hall, 2nd edition; Satellite Communications Systems Engineering, Louis J. Ippolito Jr., 2017, Wiley 2nd edition; Optical Fiber Communications, Gerd Keiser, 2013, McGraw-Hill, 5th edition; Communicating Pictures, David Bull, 2014, Academic Press, 1st edition; Textos fornecidos pelos professores da disciplina.

Mapa IV - Telecomunicações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Telecomunicações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Telecommunications

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Tele

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist18822, Paulo Sérgio de Brito André, 84h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12032, Fernando Nunes, 77h

ist13313, Francisco Sena da Silva, 77h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Introduzir os conceitos básicos da engenharia de telecomunicações, incluindo a modelação de fontes analógicas e digitais e as técnicas de transmissão em sistemas analógicos e digitais. Introduzir os modelos dos sinais e do ruído adequados ao estudo do desempenho dos sistemas de transmissão analógicos e digitais. Introduzir as metodologias para análise de desempenho de sistemas de transmissão, justificando a arquitetura dos sistemas de telecomunicações actuais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Introduction to the telecommunications engineering basic concepts, including the modeling of analog and digital sources and the transmission techniques. Description of the signals and noise models adequate to the performance analyses of analog and digital transmission systems. Performance analysis of transmission systems applied to the context of current telecommunications systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I Introdução

Enquadramento da unidade curricular no contexto dos sistemas de telecomunicações atuais. Modelo de um sistema de telecomunicações.

II. Modulação analógica de portadoras sinusoidais. Modulação e desmodulação AM, FM e PM. Sinais e ruído passa-banda. Desempenho na presença de ruído.

III. Sistemas Digitais em Banda Base

Digitalização de fontes analógicas - PCM. Amostragem e Quantização. Erro e ruído de quantização. Receptor óptimo, filtro adaptado e Interferência entre símbolos (IES). Formatação do impulso elementar (critério de Nyquist). Códigos de linha. Diagrama de olho.

IV. Sistemas Digitais em Passa Banda

Motivação para a modulação digital. Perspectiva vectorial. Sistemas ASK, PSK e FSK. Sinalização com multisímbolos (QPSK, BPSK, QAM). Deteção.

V. Introdução à Teoria da Informação

Quantidade de informação, entropia, codificação para controlo de erros.

VI. Introdução às comunicações ópticas e rádio. Descrições genéricas e parâmetros de desempenho.

4.4.5. Syllabus:

I Introduction

Framework of the curricular unit in the context of current telecommunications systems. Model of a telecommunications system.

II. Analog modulation of sinusoidal carriers. Modulation and demodulation AM, FM and PM. Bandpass signals and noise. Performance in the presence of noise.

III. Digital Systems in Base Band

Digitalization of analog sources - PCM. Sampling and Quantization. Quantization error and noise. Optimal receiver, adapted filter and inter symbolic interference (ISI). Shaping of the elementary impulse (Nyquist criterion). Line codes. Eye diagram.

IV. Digital Systems in Band Pass

Motivation for digital modulation. Vector perspective. ASK, PSK and FSK systems. Multisymbol signaling (QPSK, BPSK, QAM). Detection.

V. Introduction to Information Theory

Amount of information, entropy. Huffman codes, encoding for error control.

VI. Introduction to optical communications and radio. Generic descriptions and performance parameters

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.*

**4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
*50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua;***

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
*50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation***

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.*

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes: *The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.*

**4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
*Communication Systems - 5th edition, Simon Haykin, Michael Moher, 2017, International Student Version - Wiley; Sebenta do Professor ; Slides do apoio visual utilizado nas aulas,***

Mapa IV - Propagação e Radiação de Ondas Electromagnéticas

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
*Propagação e Radiação de Ondas Electromagnéticas***

**4.4.1.1. Title of curricular unit:
*Propagation and Radiation of Electromagnetic Waves***

**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
*Tele***

**4.4.1.3. Duração:
*Semestral***

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist11957, Custódio José de Oliveira Peixeiro, 98h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12319, António Luís Campos da Silva Topa, 98h

ist426927, Mário Gonçalo Mestre Verissimo Silveirinha, 38h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Proporcionar aos alunos uma formação sólida sobre ondas electromagnéticas, na perspectiva da sua utilização nos sistemas modernos de telecomunicações, radares e redes de computadores. Concretiza-se este objectivo estudando os conceitos e princípios básicos da propagação guiada e em espaço livre, e de algumas antenas. Aplicam-se os conhecimentos adquiridos no estudo de sistemas de radar e de radiocomunicações.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Provide the students with a solid background in electromagnetic waves from the perspective of their application in modern telecommunication, radar and computer network systems. Study of guided wave propagation, free space propagation and simple antenna basic concepts and principles. Application to radar and radio communication systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos Fundamentais

Ondas planas em meio ilimitados. Caracterização de meios dielétricos e condutores. Polarização. Potência transportada. Reflexão e refração em superfícies planas.

Linhas de Transmissão

Efeitos de alta frequência. Linhas de transmissão sem e com perdas. Tensão e corrente ao longo de uma linha. Carta de Smith. Adaptação de impedâncias.

Guias Metálicos

Guias metálicos de planos paralelos e de secção transversal rectangular. Modos. Equação de dispersão, frequências de corte, velocidades de fase e de grupo. Transporte de potência e atenuação.

Fibras Ópticas

Modos. Parâmetros normalizados. FO uni- e multi-modais. Dispersão e atenuação. Capacidade de transmissão de informação.

Radiação

Antenas elementares: dipolo eléctrico de Hertz e espira pequena. Parâmetros fundamentais das antenas. Dipolos lineares. Monopolos. Agregados. Teoria das imagens. Interação entre antenas. Aplicação de OE.

4.4.5. Syllabus:

Fundamentals

Plane waves in unbounded media. Characterization of dielectrics and conductors. Polarization. Energy and power. Reflection and refraction in a planar interface.

Guided Wave Propagation

Transmission Lines

High frequency effects. Lossless and lossy transmission lines. Voltage and current along a transmission line. The Smith chart. Impedance matching.

Metallic Waveguides

Parallel plate and rectangular metallic waveguides. Modes. Dispersion equation, cutoff frequencies, phase and group

velocities, Brillouin diagram. Power transportation and attenuation.

Optical Fibers Modes. Normalized parameters. Single mode and multimode optical fibers. Dispersion and attenuation.

Information transmission capacity.

Radiation

Elemental antennas: Hertz electrical dipole and small loop antenna. Fundamental parameters of antennas. Linear dipoles. Monopoles. Antenna arrays. Image theory. Mutual coupling.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all syllabus points in 5. aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua;

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Sebenta de PROE, 2002, Secção de Folhas da AEIST;
Field and Wave Electromagnetics, D. K. Cheng, 2002, Addison-Wesley;
Introdução às Fibras Ópticas, A. Brinca, Secção de Folhas da AEIST;
PROE 1, Ondas e Meios Materiais, M. Abreu Faro, 1979, Técnica, AEIST;
PROE 2, Radiação, M. Abreu Faro, 1980, Técnica, AEIST;
PROE 3, Propagação Guiada, M. Abreu Faro, 1984, Técnica, AEIST.

Mapa IV - Redes de Computadores e Internet

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Redes de Computadores e Internet

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Computer Networks and the Internet

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
Telec

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:**49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****ist13908, João Luís Costa Campos Gonçalves Sobrinho, 119h*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist13111, Paulo Lobato Correia, 105h******ist12960, José Eduardo Charters Ribeiro da Cunha Sanguino, 84h*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Fornecer aos alunos uma visão global dos conceitos e princípios subjacentes ao desenho de redes de computadores, tendo a arquitetura e os protocolos da Internet como exemplos. Capacitar os alunos a desenvolver aplicações sobre a Internet usando a interface de sockets.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Endow students with a comprehensive view of the concepts and principles underlying the design of computer networks, taking the architecture and protocols of the Internet as examples. Capacitate students to develop network applications over the sockets API.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Visão geral sobre as redes de computadores e a Internet: comutação de pacotes; arquitetura em camadas, serviços, interfaces e protocolos; infraestrutura física da Internet.***
- 2. Camada de aplicação: processos, portos, nomes, endereços IP, clientes e servidores; a WWW, o correio eletrónico e o DNS.***
- 3. Camada de transporte: controlo de erros, controlo de fluxo e controlo de congestionamento; o UDP e o TCP.***
- 4. Camada de rede: protocolos de encaminhamento; prefixos IP; a hierarquia intra-domínio-inter-domínio; o RIP, o OSPF e o BGP; NAT e DHCP.***
- 5. Camada de ligação de dados: protocolos aleatórios de acesso ao meio, ALOHA e CSMA; redes sem-fios; redes de área local comutadas; virtualização.***
- 6. Introdução à segurança em rede de computadores: confidencialidade, integridade e autenticação; o TLS e o IPSec.***

4.4.5. Syllabus:

- 1. Overview of computer networks and the Internet: packet switching; layered architecture, services, interfaces, and protocols; the physical infrastructure of the Internet.***
- 2. Application layer: processes, ports, names, IP addresses, and clients and servers; the WWW, e-mail, and DNS.***
- 3. Transport layer: error control, flow control, and congestion control; UDP and TCP.***
- 4. Network layer: routing protocols; IP prefixes; intra- and inter-domain routing; RIP, OSPF, and BGP; NAT and DHCP.***
- 5. Data-link layer: random medium access control protocols, ALOHA and CSMA; wireless networks; switched local area networks; virtualization.***
- 6. Introduction to network security: confidentiality, integrity, and authentication; TLS and IPSec.***

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.*****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:*****Considering the objectives of the course, any expert in the field can reach the conclusion that the syllabus, described***

in point 5, aims to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes, described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua; 50% avaliação por exame. As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora projectos compatíveis com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation; 50% exam. The teaching/learning methodologies aim to provide detailed learning in solving problems and projects, emphasizing practical knowledge, active learning, autonomous work, and responsibility. The evaluation model incorporates applied projects with a significant reduction in the weight of evaluation by exams.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow the fulfillment of the learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Computer Networks, Jim Kurose e Keith Ross, 2017, Pearson Education Limited.
Quick Guide to Network Programming, José Eduardo Sanguino, 2019.
Notes written for the course, João Luis Sobrinho, 2018.*

Mapa IV - Análise de Circuitos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise de Circuitos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Circuit Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Electr

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Leonel Augusto Pires Seabra de Sousa: 28h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Teresa Maria Canavarro Menéres Mendes de Almeida, ist13143, 42h

Duarte de Mesquita e Sousa, ist13386, 42h

José António Da Cruz Pinto Gaspar, ist13495, 42h

Paulo Flores, ist12857, 42h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A UC de Análise de Circuitos tem como objectivo genérico proporcionar formação básica transversal às diversas especialidades em Eng. Electrotecnia e de Computadores na área dos circuitos eléctricos/electrónicos em regime estacionário ou quase estacionário.

No final do semestre, os alunos devem ter adquirido competências suficientes para, perante um circuito linear, uma rede, uma montagem com díodos e/ou amplificadores operacionais, conseguirem analisar e compreender o seu funcionamento nos domínios do tempo e da frequência e terem a capacidade de obterem as tensões e correntes eléctricas necessárias para caracterizar o circuito.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To provide basic training across the various common specialities in Electrical and Computer Engineering in the field of electrical/electronic circuits in steady or near steady state regime.

At the end of the semester, students must have acquired sufficient skills to, facing a linear circuit, a network, a circuit with diodes and/or operational amplifiers, be able to analyse and understand their operation in time and frequency domains, and have the ability to obtain the electric voltages and currents necessary to characterize the circuit.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1) Números complexos

2) Conceitos Fundamentais: grandezas eléctricas, componentes, convenções de sinais, geradores de tensão e corrente, conservação da energia, linearidade e sobreposição.

3) Análise de Circuitos Resistivos em Regime Estacionário: leis de Kirchhoff, divisores de tensão e corrente, dualidade, teoremas de Thévenin e de Norton. Análise de Redes: noções de topologia, redução do número de equações da rede, métodos dos nós e das malhas.

4) Regime Dinâmico de Circuitos Lineares: variáveis de estado, resposta de circuitos de primeira ordem a estímulos do tipo escalão e impulso.

5) Análise de Circuitos no Domínio da Frequência: grandezas sinusoidais, amplitudes complexas, impedância e admitância, filtros passivos.

6) Diportos lineares. Teorema de Miller.

7) Circuitos com Amp-Ops: modelos do Amp-Op, característica não-linear, montagens inversora e não-inversora, aplicações do Amp-Op.

8) Circuitos com Díodos: característica V-I não-linear, modelos do díodo, aplicações do díodo.

4.4.5. Syllabus:

1) Complex numbers:

2) Fundamental Concepts: electrical quantities, components, signal conventions, voltage and current generators, energy conservation, linearity and overlapping.

3) Analysis of Resistive Circuits in Steady State: Kirchhoff's laws, voltage and current dividers, duality, Thevenin and Norton theorems. Network Analysis: notions of topology, reduction of the number of network equations, node and mesh methods.

4) Dynamic Regime of Linear Circuits: state variables, response of first order circuits to step and pulse stimuli.

5) Circuit Analysis in the Frequency Domain: sinusoidal quantities, complex amplitudes, impedance and admittance, passive filters.

6) Linear two-ports. Miller's theorem.

7) Circuits with Op-Amps: Op-Amp models, non-linear characteristic, inverter and non-inverter amplifiers, Op-Amps applications.

8) Circuits with Diodes: non-linear V-I characteristic, diode models, diode applications.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá

constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua, 50% avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

***Basic Engineering Circuit Analysis, J. David Irwin and R. Mark Nelms, Wiley
Análise de Circuitos, J. A. Brandão Faria, IST Press***

Mapa IV - Física 2 com Laboratório

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física 2 com Laboratório

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics 2 with Laboratory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Luís Paulo Da Mota Capitão Lemos Alves, ist12747, 84h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

General: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos físicos com ferramentas de análise, através da observação, medida e do cálculo. Garantir formação científica avançada e profunda nos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.

Específico: Compreensão e interligação dos conceitos gerais e princípios básicos da Física, do domínio da Termodinâmica e da Física Moderna, como massa, energia, radiação, força e campo, através de uma perspectiva integradora dos mesmos; capacidade de os aplicar à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas, potenciado por um ensino integrado que contém uma forte componente laboratorial.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

General: Predict quantitatively the consequences of a variety of physical phenomena using analysis tools and through observation, measurement and calculation. Ensure advanced and thorough scientific training in the fundamental fields of physics, hence allowing disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.

Specific: Understand and interconnect the concepts and basic principles of classical physics, in the domains of Thermodynamics and Modern Physics, such as mass, energy, radiation, force and field, through an integrative perspective of them; ability to apply them to problem solving, particularly in what concerns their technological applications, enhanced by an integrated teaching that contains a strong laboratory component.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Teoria cinética dos gases. Temperatura e energia cinética. Calores específicos a volume e a pressão constante.*
- 2. Energia e Entropia. Os princípios da Termodinâmica. Transformações reversíveis e irreversíveis. Máquinas térmicas. Transmissão de calor: convecção, condução, radiação.*
- 3. Catástrofe do Ultravioleta: radiação do corpo negro, Leis de Wien e de Stefan. A lei de Planck e o efeito fotoelétrico.*
- 4. Estatísticas Quânticas: Fermiões e Bosões; Princípio de Pauli, tabela periódica dos elementos.*
- 5. Campo Eletrostático no vácuo. Noção de campo e de potencial. Lei de Gauss. Influência elétrica. Condensadores. Energia elétrica.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Kinetic theory of gases. Temperature and kinetic energy. Specific heats at constant volume and constant pressure.*
- 2. Energy and Entropy. The principles of thermodynamics. Reversible and irreversible transformations. Thermal machines. Heat transmission: convection, conduction, radiation.*
- 3. Ultraviolet Catastrophe: Blackbody Radiation, Wien and Stefan Laws. Planck's law and the photoelectric effect.*
- 4. Quantum Statistics: Fermions and Bosons; Pauli principle, periodic table of the elements.*
- 5. Electrostatic field in vacuum. Notion of field and potential. Gauss's law. Electrical influence. Condensers. Electric energy.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

30% de avaliação contínua por Relatórios sobre as sessões Laboratoriais;

20% de avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas)

[Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução];

50% Exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

30% continuous evaluation by reports on laboratory sessions;

20% continuous assessment by mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of graders and/or teaching assistants is available, oral presentations and/or solution discussions can be considered]

50% Exam.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introdução à Física, J.D. Deus et al. , 2014, Livraria Escolar Editora, ISBN: 9789725924402; Fundamentals of Physics, D. Halliday, R. Resnick, J. Walker , 2004, ISBN: 0-471-23231-9; Physics for Global Scientists and Engineers" (vols 1 and 2), Serway, Jewett, Wilson, Wilson and Rowlands, 2017, ISBN10: 1-4737-5721-5

Mapa IV - Arquitectura e Gestão de Redes**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Arquitectura e Gestão de Redes

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Network Architecture and Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist13242, Paulo Rogério Barreiros D'Almeida Pereira, 91h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Estudo das tecnologias e protocolos de redes de comunicações multimédia na internet com suporte de qualidade de serviço e gestão de redes.

Fornecer competências de configuração, análise e avaliação de desempenho de redes e equipamentos de redes.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Study of technologies and protocols for Internet multimedia communication networks with quality of service support and network management.

Providing competences for configuration, analysis, performance evaluation of networks and network devices.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Redes multimédia e Voz sobre IP

2. Mecanismos de Qualidade de Serviço

3. Modelos de diferenciação de serviços em redes IP

4. Tecnologias para transporte de dados

5. Gestão de redes

4.4.5. Syllabus:

1. Multimedia Networking and Voice over IP

2. Quality of Service mechanisms

3. IP service differentiation network models

4. Technologies for data transport

5. Network management

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach the conclusion that all the syllabus points in 5 aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc).

50% avaliação contínua; 50% avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies intend to promote learning based on problem resolution and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student responsibility. The evaluation method includes elements of continuous evaluation covering active learning (e.g., projects, home works, exercises, etc).

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliar o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Computer Networking: A Top-Down Approach, James Kurose, Keith Ross, 2017, Addison-Wesley; Computer Networks,

Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall, 2011, Prentice Hall.; Carrier Grade Voice Over IP, Richard Swale, Daniel Collins, 2013, McGraw Hill; SIP: Understanding the Session Initiation Protocol, Alan B. Johnston, 2015, Artech House; Developing IP Multicast Networks, Beau Williamson, 1999, Cisco Press

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

4 Turnos (TP).

4.4.1.7. Observations:

4 Sections (TP).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist12267, Pedro Simões Cristina de Freitas, 0h.

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist11807, Francisco José Sepúlveda Gouveia Teixeira, 112h.

ist13642, Manuel Atalaia Carvalheiro Serra, 112h.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Dominar conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Desenvolver pensamento analítico, criatividade e capacidade de inovação, através da aplicação desses conceitos e técnicas em contextos diferenciados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Master concepts and techniques of differentiable and integral calculus in one variable. Develop analytic thinking, creativity and innovation capacity, through the application of those concepts and techniques in different contexts.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Números reais: axiomas algébricos, de ordem e do supremo. Números naturais e indução matemática. Sucessões; aplicações. Funções reais de uma variável real; limites e continuidade; funções elementares. Propriedades globais de funções contínuas: teoremas do valor intermédio e de Weierstrass. O conceito de derivada. Derivadas das funções elementares. Teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy. Regra de l'Hôpital. Derivadas de ordem superior. Funções inversas.

Primitivação: partes, substituição, funções racionais. Integral de Riemann. Teorema Fundamental do Cálculo. Regra de Barrow. Aplicações: cálculo de áreas; definição de funções (ex.: logaritmo, erro, gama); exemplos de equações

diferenciais separáveis da forma $f(y) y'(t) = g(t)$. Polinómio de Taylor. Séries numéricas. Critérios de convergência. Convergência simples e absoluta. Séries de potências, raio de convergência. Séries de Taylor: definição, exemplos e convergência.

4.4.5. Syllabus:

Real numbers: algebraic, order and supremum axioms. Natural numbers and mathematical induction. Sequences: the concept of limit; applications. Real functions of one real variable: limits and continuity; elementary functions. Global properties of continuous functions: intermediate value and Weierstrass theorems. The concept of derivative. Derivatives of elementary functions. Rolle, Lagrange and Cauchy theorems. L'Hôpital's rule. Derivatives of higher order. Inverse functions.

Primitives: parts, substitution, rational functions. Riemann's integral. Fundamental Theorem of Calculus. Barrow's rule. Applications: calculation of areas; definition of functions (ex.: logarithm, error and gamma functions); examples of separable differential equations of the form $f(y) y'(t) = g(t)$. Taylor's polynomial. Numerical series. Convergence criteria. Simple and absolute convergence. Power series, convergence radius. Taylor series: definition, examples and convergence.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in one variable. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Calculus*, M. Spivak, 2006, 3rd Edition, Cambridge University Press;
- * *Introduction to Real Analysis*, W. Trench, 2009, (free edition), Trinity University;
- * *Aulas teóricas de Cálculo Diferencial e Integral I*, M. Abreu e R. L. Fernandes, 2014, DM-IST;
- * *Cálculo Diferencial e Integral I*, M. A. Bastos e A. Bravo, 2010, (texto de apoio às aulas);
- * *Introdução à Análise Matemática*, J. Campos Ferreira, 2018, 12ª edição, Gulbenkian;
- * *A First Course in Real Analysis*, M. H. Protter e C. B. Morrey, 1993, Springer-Verlag;
- * *Calculus*, J. Stewart, 2015, 8th edition.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Electrónicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electronic Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Electr

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José António Beltran Gerald, 126h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Gonçalo Nuno Gomes Tavares, ist13269, 63h

José João Henriques Teixeira de Sousa, ist13090, 63h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Desenvolver os conhecimentos relativos aos sistemas eletrónicos realimentados. Fornecer os conhecimentos básicos dos filtros analógicos, digitais e memórias. Ensinar a usar microcontroladores para realizar sistemas eletrónicos simples.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To develop the knowledge concerning the electronic feedback circuits. To teach the basic knowledge of the analog and digital filters and memories. To teach how to use microcontrollers for implementing simple electronic systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) Realimentação e Estabilidade. Dipostos lineares. Topologias de realimentação. Estabilidade em função do ganho de retorno. Diagrama de Nyquist. Efeito na resposta em frequência.*
- 2) Filtros Analógicos. Projecto de filtros de Butterworth e de Chebyshev. Transformações de frequência. Realização de filtros ativos por simulação direta (GIC). Secções biquadráticas.*
- 3) Osciladores. Critério de Barkausen. Estabilidade da frequência e da amplitude de oscilação. Circuitos osciladores: ponte de Wien, desvio de fase, LC e de relaxação. Aplicações.*
- 4) Filtros Digitais. Digitalização do sinal. Filtros IIR e FIR. Realização de filtros digitais.*
- 5) Sistemas digitais. Memórias ROM, EPROM, EEPROM, SRAM e DRAM.*
- 6) Sistemas embebidos. Eletrónica dos sistemas embebidos: interface entre os microcontroladores e os componentes exteriores. Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi e IoT. Projeto, implementação e teste de sistemas eletrónicos embebidos avançados.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Feedback and Stability: Feedback topologies. Linear two-ports. Stability: the Nyquist plot, the effect of feedback on the amplifier poles, gain and phase margins. Compensation.**
- 2. Analog Filters: Project of Butterworth and Chebyshev filters. Frequency transformations. Realization of active filters by direct simulation (GIC). Biquad sections.**
- 3. Oscillators: The Barkhausen criterion. Amplitude and frequency stabilization of the oscillations. Oscillator circuits: Wien-Bridge, Phase Shift and LC and Relaxation oscillators. Applications.**
- 4. Digital filters: signal sampling. IIR and FIR filters. Realization of digital filters.**
- 5. Digital Systems: ROM, EEPROM, SRAM AND DRAM memories.**
- 6. Embedded Systems. Embedded systems electronics. Interface between the microcontrollers and their external components. Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi and IoT. Project, implementation and test of advanced electronic embedded systems.**

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all syllabus points in 5. aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

**CIRCUITOS COM TRANSISTORES BIPOLARES E MOS, Manuel de Medeiros Silva, 2ª edição- 2003, F.C. Gulbenkian;
INTRODUÇÃO AOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS E ELECTRÓNICOS, Manuel de Medeiros Silva, 2001, F.C. Gulbenkian;
Discrete-Time Signal Processing, 3/E: Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer, 2010, Prentice Hall**

Mapa IV - Circuitos Electrónicos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Circuitos Electrónicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electronic Circuits

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Electr

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:**168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****Total de horas corpo docente:****4 turmas TP: 4x28h=112h****8 turmas L : 8x21h=168h****4.4.1.7. Observations:****Total de horas corpo docente:****4 turmas TP: 4x28h=112h****8 turmas L : 8x21h=168h****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist13276, Jorge Manuel dos Santos Ribeiro Fernandes, 112h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12033, Antonio Carlos de Campos Simoes Baptista, 84h****ist12169, Pedro Rafael Bonifacio Vitor, 84h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Fornecer os conhecimentos relativos aos dispositivos eletrónicos básicos mais utilizados na tecnologia atual.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Provide knowledge of the most commonly used basic electronic devices and circuits in today's technology****4.4.5. Conteúdos programáticos:****1) Dispositivos e Circuitos Básicos Analógicos.****1.1) Transístor Bipolar de Junção (TBJ).****1.2) Andares de amplificação: montagens elementares; Esquema incremental; Resposta em frequência.****1.3) Transístor de Efeito de Campo MOS-FET.****2) Andares de amplificação diferenciais com vários andares****2.1) Andar cascode.****2.2) Fontes de corrente.****2.3) Par diferencial.****2.4) Andares de saída.****2.5) Estrutura de um amplificador operacional ou de transcondutância (AMPOP e OTA).****2.6) Propriedades térmicas de dispositivos.****2.7) Outros dispositivos eletrónicos de potência e opto-eletrónicos.****3) Famílias lógicas NMOS e CMOS.****3.1) Portas lógicas NMOS.****3.2) Portas lógicas CMOS (primitivas, complexas, de passagem, lógica de 3 estados tri-state).****4) Introdução ao Projeto de Sistemas Eletrónicos Digitais.****4.1) Fluxo de projeto de sistemas digitais.****4.2) Arquiteturas de FPGAs.****4.3) Linguagens de descrição de circuitos lógicos.****4.4.5. Syllabus:****1) Analog Basic Devices and Circuits.****1.1) Bipolar Junction Transistor (BJT).**

1.2) Single-stage basic amplifiers; small-signal models; frequency response.

1.3) MOS-FET Field Effect Transistor.

2) Differential and Multistage Amplifiers

2.1) Cascode.

2.2) Current sources

2.3) Differential pair.

2.4) Output stages.

2.5) Structure of an operational or transconductance amplifier (OPAMP and OTA).

2.6) Thermal properties of devices.

2.7) Other power and optoelectronic electronic devices.

3) NMOS and CMOS logical families.

3.1) NMOS logic gates.

3.2) CMOS logic gates (primitive, complex, passing, 3-state tri-state logic).

4) Introduction to the Design of Digital Electronic Systems.

4.1) Design flow of digital systems.

4.2) FPGA Architectures.

4.3) Logic circuit description languages.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
50% avaliação contínua, 50% avaliação não contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Circuitos com Transistores Bipolares e MOS, 5ª edição, M. M. Silva, 2013, Fundação C. Gulbenkian; Microelectronic Circuits, 7th edition, S. Sedra and K. C. Smith, 2014, Oxford University Press

Mapa IV - Instalações e Edifícios Inteligentes

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Instalações e Edifícios Inteligentes

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Installations and Intelligent Buildings

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Energ

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Duarte de Mesquita e Sousa, ist13386, 28h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
João Guilherme Raimundo Garcia, ist14052, 21h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A UC visa a aquisição de competências necessárias para o projeto de redes e instalações para uso em baixa tensão. Na conclusão da UC, o aluno deverá:

- **projetar instalações elétricas para edifícios de baixa tensão e outras instalações elétricas;**
- **projetar soluções inteligentes em edifícios de baixa tensão;**
- **projetar os sistemas de proteção para sistemas de baixa tensão;**
- **definir a integração de fontes renováveis e sistemas de armazenamento em redes elétricas de baixa tensão;**
- **avaliar a eficiência energética de instalações inteligentes;**
- **implementar soluções que envolvam eficiência energética em edifícios;**
- **analisar o consumo de energia em edifícios de baixa tensão.**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The course aims at the development of skills necessary for the design of networks and installations for low voltage use. At the completion of the course, the student will:

- **to design electrical installations for low voltage buildings and other electrical facilities;**
- **to design intelligent solutions in low voltage buildings;**
- **to design the protection systems for low voltage systems;**
- **to define the integration of renewables and storage systems in low voltage electrical grids;**
- **to evaluate the power efficiency of intelligent installations;**
- **to implement solutions engaging power efficiency in buildings;**
- **to analyze the power consumption for low voltage buildings.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Instalações elétricas: caracterização e regras técnicas.**
- 2. Instalações eléctricas de baixa tensão:**
 - a) do posto de transformação ao contador inteligente**
 - b) tipos de cargas e consumos**
 - c) sistemas de proteção**
- 3. Consumo de energia elétrica: perfis de consumo, tarifas e mercado.**
- 4. Eficiência energética em edifícios: avaliação e eficiência energética.**
- 5. Soluções de domótica em edifícios.**
- 6. Gestão e monitorização de consumos: consumidores e prossumidores.**

7. *Produção de energia para consumo próprio: conceção e enquadramento legal.*
8. *Integração de energias renováveis em instalações de baixa tensão.*
9. *Instalações específicas em baixa tensão:*
 - a) *Carregadores de veículos elétricos*
 - b) *Soluções para armazenamento de energia*
10. *Certificação energética de edifícios inteligentes.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Electrical installations: characterization and technical rules.*
2. *Low voltage electrical installations:*
 - a) *from the substation to the smart meter*
 - b) *types of load and consumption profiles*
 - c) *protection systems*
3. *Electricity consumption: consumption profiles, tariffs and markets.*
4. *Energy efficiency in buildings: assessment and energy efficiency.*
5. *Home automation solutions in buildings.*
6. *Consumption management and monitoring: consumers and prosumers.*
7. *Energy production for self consumption: conception and legal framework.*
8. *Integration of renewable energies in low voltage installations.*
9. *Specific low voltage installations:*
 - a) *Electric vehicle chargers*
 - b) *Energy storage solutions*
10. *Energy certification of smart buildings.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% de avaliação contínua/50% de avaliação não contínua

As metodologias de ensino visam a aprendizagem baseada na realização de projetos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (projetos, com o peso de 50%) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

Teaching methodologies aim at project-based learning, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (projects, with a weight of 50%) compatible with the significant reduction of the weight of assessment by exams (50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Green and Smart Buildings Advanced Technology Options, Jadhav, Nilesh Y, 2016, Springer, 1st Ed.; Handbook of

Energy Systems in Green Buildings, Wang, Ruzhu, Zhai, Xiaoqiang , 2018, Springer,; Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão , 0, 2018, 6.ª edição revista e atualizada, INCM; Eficiência Energética nos Edifícios , , 2017, INCM2.ª edição revista e atualizada; Electrical Machines, Drives and Power Systems , Theodore Wildi, 2006, Pearson New International Edition; COMMISSION REGULATION (EU) , , 2016/631, 14/April/2016 , Establishing a network code on requirements for grid connection of generators; Electrical installation guide, , 2018, Schneider Electric

Mapa IV - Controlo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Controlo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Automatic Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SDC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Rita Maria Mendes de Almeida Correia da Cunha, ist31057, 84h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Carlos Filipe Gomes Bispo, ist12409, 56h

Pedro Daniel Graça Casau, ist156338, 42h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Introduzir os fundamentos da teoria do controlo e as metodologias para análise e síntese de sistemas de controlo linear. Ilustrar a aplicabilidade dos conceitos e métodos estudados ao controlo de sistemas através de exemplos de várias áreas do conhecimento. Especificar os requisitos de um sistema de controlo em termos de um balanço adequado entre estabilidade em malha fechada, seguimento de sinais de referência, redução do impacto do ruído nos sensores e perturbações externas não mensuráveis na saída e robustez face a incertezas. Projectar controladores com base na técnica de “root-locus” e de Nyquist, com apoio em Diagramas de Bode. Compreender algumas das limitações ao desempenho atingível com qualquer sistema de controlo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To introduce the fundamentals of control theory and selected methodologies for linear control systems analysis and design. To illustrate the application of key concepts and methods to the control of multifaceted physical examples from different areas. To specify the requisites of a general control system in terms of an appropriate balance between closed loop stability, reference tracking, sensor noise and external disturbances attenuation, and robustness against

plant model uncertainty. To perform control systems design using “root-locus” and Nyquist/Bode techniques. To understand key fundamental limitations to what can possibly be achieved with control.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Introdução ao Controlo: exemplos motivadores e perspetiva histórica*
- 2) *Modelos de sistemas físicos; linearização de sistemas dinâmicos*
- 3) *Objectivos a atingir com sistemas de controlo: conceitos de estabilidade e desempenho.*
- 4) *Diagramas de blocos: regras básicas e redução sucessiva de blocos*
- 5) *Estabilidade: estabilidade de SLITs e resposta natural*
- 6) *Efeitos da retroação: seguimento de referências, rejeição de perturbações e atenuação de ruído; erros em regime estacionário*
- 7) *Análise e projecto de sistemas de controlo utilizando a técnica do lugar geométrico das raízes (“root locus”); controladores PID.*
- 8) *Análise de sistemas de controlo no domínio da frequência utilizando os diagramas de Bode e Nyquist; margens de ganho e margem de fase e efeitos do atraso na cadeia de ação*
- 9) *Sistemas de compensação por avanço e atraso de fase.*
- 10) *Introdução ao projecto de sistemas de controlo univariável por moldagem do ganho de malha*
- 11) *Limitações ao desempenho atingível com retroacção.*

4.4.5. Syllabus:

- 1) *Introduction to feedback control: motivating examples and historical perspective*
- 2) *Modeling of physical systems: representative examples; dynamical systems linearization.*
- 3) *Control objectives: stability and performance; robust stability and performance in the presence of modelling uncertainty*
- 4) *Block diagrams: rules for block transformation and reduction.*
- 5) *Stability of linear time invariant systems; natural response.*
- 6) *Impact of feedback: reference tracking, disturbance and noise attenuation, steady state errors.*
- 7) *Control systems analysis and design using “root-locus”-based techniques; PID controllers.*
- 8) *Control systems analysis and design in the frequency domain using Nyquist/Bode techniques; gain and phase margins, stability in the presence of delays.*
- 9) *Lead and lag compensation techniques.*
- 10) *Introduction to control systems design using “loop-shaping” techniques.*
- 11) *Fundamental limitations to the performance achievable with feedback control.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:

Considering the objectives of this UC, any expert in the field can reach the conclusion that all syllabus points in 5. aim to give the students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% de avaliação continua/50% de avaliação não continua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the

knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Feedback Control of Dynamic Systems, 8th Edition, G. Franklin, J. Powell, Abbas Emami-Naeini, 2019, Pearson*
- 2. Feedback Systems: an Introduction for Engineers, Karl Astrom, Richard Murray, 2008, Princeton University Press*

Mapa IV - Programação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Comp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

ist13947, Nuno Cavaco Gomes Horta, 28h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

ist12270, Luís Miguel Teixeira D'Avila Pinto da Silveira, 56h

ist11803, Isabel Maria Martins Trancoso, 28h

ist31104, João Miguel Duarte Ascenso, 70h

ist14409, Rui Fuentecilla Maia Ferreira Neve, 84h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A disciplina de Programação tem por objectivo dotar os alunos com os conceitos básicos de programação procedimental em linguagens de alto nível. Pretende-se que os alunos adquiram os conceitos indispensáveis à resolução algorítmica de problemas, com especial ênfase nos que surgem habitualmente na área da Engenharia, estruturação de aplicações, e abstracção procedimental e de dados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The Programming course aims to provide students with the basics of procedural programming in high level languages. The students are expected to acquire the indispensable concepts for algorithmic problem solving, with special emphasis on those that usually arise in the area of Engineering, data abstraction and structured programming.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Computadores e sistemas operativos. Algoritmos e linguagens de programação. Desenvolvimento, compilação e depuração de um programa. Noção de léxico, sintaxe e semântica. Conceitos elementares. Estrutura de um programa. Tipos de dados elementares. Operadores e expressões. Introdução às instruções de entrada/saída. Instruções de selecção. Instruções de controlo de fluxo. Programação estruturada. Funções. Variáveis globais e locais. Visibilidade e tempo de vida de uma variável. Modularidade e estruturação: divisão por ficheiros. Estruturas de dados. Vectors. Cadeias de caracteres. Vectors multidimensionais. Estruturas. Recursividade. Apontadores. Passagem de argumentos: valor e referência. Apontadores e arrays. Aritmética de apontadores. Ficheiros. Utilização de ficheiros. Ficheiros de texto. Estruturas de dados dinâmicas. Variáveis estáticas e dinâmicas. Noções de estruturas de dados dinâmicas: Pilhas; Filas; Listas simples e duplamente ligadas.

4.4.5. Syllabus:

Introduction. Computers and operating systems. Algorithms and programming languages. Development, compilation and debugging of a program. Notion of lexicon, syntax and semantics. Elementary Concepts. Structure of a computer program. Elementary data types. Operators and expressions. Introduction to input / output instructions. Flow control instructions. Structured Programming. Functions. Global and local variables. Visibility and lifetime of a variable. Modularity and structure: division by files. Data structures. Vectors. Strings. Multidimensional vectors. Structures. Recursion. Pointers. Passing arguments: value and reference. Pointers and arrays. Pointers arithmetics. Files. Files I/O. Text files. Dynamic data structures. Static and dynamic variables. Notions of dynamic data structures: Stacks; Queues; Single and double linked lists.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous evaluation / 50% non-continuous evaluation

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The C Programming Language - The ANSI edition, Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, 1988, Prentice-Hall; C Programming: A Modern Approach, 2nd Edition, K. N. King, 2008, ; Introduction to Computation and Programming Using Python: With Application to Understanding Data Second Edition, John Guttag, 2016, MIT Press

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem**4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:**

Várias estratégias estão previstas (ver 4.7) e muitas já foram implementadas, nomeadamente:

Introdução/reforço de unidades curriculares (UC) baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, com um maior envolvimento dos estudantes na sala de aula e em processos de avaliação mútua e feed-back;

Reforço da utilização de ferramentas e plataformas digitais (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) que permitem um feedback instantâneo, assim como aprendizagem à distância e avaliação.

Integração de estudantes no âmbito de projectos interdisciplinares/multidisciplinares, em institutos de investigação e/ou empresas, a nível do 1º ciclo.

Reforço da avaliação continua com a redução significativa (< 50%) do peso da avaliação por exames.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

Several strategies are foreseen (see 4.7) and many have already been implemented, namely:

Introduction / reinforcement of curricular units (UC) based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, aiming at a greater involvement of students in the classroom in mutual evaluation processes and feed-back;

Reinforcement of the use of digital tools and platforms (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) that allow instant feedback, as well as e-learning and evaluation.

Integration of students in interdisciplinary / multidisciplinary projects, in research institutes and / or companies, at the level of the 1st cycle.

Reinforcement of continuous assessment with the significant reduction (<50%) of the weight of the evaluation by exams.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher uma questão relativa à carga de trabalho relativa a cada UC. A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes. Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico. Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de acção envolvendo os departamentos e coordenações.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

Under the QUC forms (Course Unit Quality System), students must answer a question related to the workload involved in each UC. The information obtained from all students in each QUC is compiled and treated to compare the expected workload with the workload estimated by the students. When the imbalance between the estimated workload and the expected workload is significant (greater than 1,5 ECTS) the situation is analysed under the QUC Committee of the Pedagogical Council. Where applicable, a plan of action is devised by getting departments and programme coordinators involved.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Em julho de cada ano são efectuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres lectivos e dos períodos de avaliação, pretendo-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua. Esta calendarização atempada permite ao estudante planear o seu ano lectivo/semestre, potenciando o sucesso escolar. No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui perguntas sobre o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

Every year in July, meetings are held with programme coordinators, in order to schedule the work required from students throughout the semesters and evaluation periods. The purpose is to distribute student workload throughout time, giving special attention to continuous learning. This timely scheduling allows the student to plan his academic

year/semester, enhancing academic achievement. Under the QUC surveys, students should complete a number of specific questions regarding the acquisition and/or development of skills acquired under each QUC, in particular about the development of knowledge and understanding of subject matters, and improvement of the capacity of application of knowledge autonomously and development of critical judgment in their practical application.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Na UC de Projeto os estudantes podem desenvolver o seu trabalho numa unidade de investigação do IST.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

In the Project course, students can carry out their work at one of IST research units.

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

Tendo em consideração que a normativa legal aponta para uma formação de 1º ciclo entre 180 e 240 créditos ECTS, e considerando os objectivos definidos para este ciclo de estudos no ensino universitário, entendeu-se estabelecer, à semelhança de outros ciclos similares da unidade orgânica, um total de 180 créditos ECTS, decorrendo ao longo de seis semestres lectivos.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

Given that the legal regulation points to a formation of the 1st cycle between 180 and 240 credits ECTS, and considering the established objectives for this university course, it was decided to establish, like to other similar cycles of the organic unities, a total of 180 ECTS, elapsing over six semesters.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O Instituto Superior Técnico tem um padrão para a definição de ECTS nas unidades curriculares de todos os seus ciclos de estudo, e recentemente, uma reflexão e discussão aprofundada na escola conduziu a uniformização da oferta de UC de 12, 9, 6 e 3 ECTS; Alterações específicas a esse padrão são analisadas caso a caso pelo Conselho Científico mediante proposta das coordenações de curso. No caso da LEEC os docentes do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC) foram previamente auscultados e depois as medidas foram sendo discutidas e toda a informação mantida e atualizada numa página web, tendo o currículo e os programas das UCs sido aprovados em reunião do Conselho Científico-Pedagógico do DEEC e em Conselho de Departamento.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

IST has a pattern to define the ECTS for the course units of all its study cycles, and recently, in-depth reflection and discussion in the school has led to the standardization of the UC offer of 12, 9, 6 and 3 ECTS; Specific amendments to that pattern are analyzed on a case-by-case approach at the request of the Scientific Board on a proposal from the course coordinators. In the case of LEEC, the professors of the Department of Electrical and Computer Engineering (DEEC) were previously consulted and then the measures were discussed and all the information was kept updated on a web page, with the curricula and programs of the UCs being approved in meetings of DEEC Scientific-Pedagogical Council and DEEC Council.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a atualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas”- CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão reflectidas no documento PERCIST- “Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os

cursos conferentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22.

As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclos do IST são aqui apresentadas de forma genérica:

- **Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;**
- **Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);**
- **Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-major (até 12ECTS), e no 2º ciclo com a oferta de opções livres (18-30ECTS);**
- **Criação de minors coerentes de 18 ECTS, ao nível do 2.º ciclo, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;**
- **Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));**
- **A nível de 2º ciclo, a dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e iii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.**
- **Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;**
- **Introdução da formação em Humanidades, Artes e Ciências Sociais (HASS);**
- **Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;**
- **Reforço das valências em computação e programação;**
- **Aumento da formação em empreendedorismo e inovação**
- **Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on.**

Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.

4.7. Observations:

Técnico established, as one of its priorities, the reshaping of its teaching model and pedagogical practices to today's world. In this context, it started a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of the courses curricula and pedagogical model in the School. In January 2018, the “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas - CAMEPP” was set up, mandated by the School bodies, to rethink the IST's pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST “Princípios enquadradores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. PERCIST has established the general guidelines for restructuring all courses of Instituto Superior Técnico (IST), conferring degrees from 1st and 2nd cycles, and that will be implemented in 21-22.

The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST's 1st and 2nd cycle courses, are presented here in a generic way:

- **Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;**
- **Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);**
- **Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS), and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);**
- **Creation of coherent minors of 18 ECTS, at the level of the 2nd cycle, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;**
- **Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC “Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));**
- **At the 2nd cycle level, the master's dissertation may also fit into one of three types: i) scientific thesis, ii) company project and iii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.**
- **Curricular recognition of extracurricular activities;**
- **Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);**
- **Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;**
- **Reinforcement of computing and programming skills;**
- **Increased training in entrepreneurship and innovation**
- **Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on.**

More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted: CAMEPP report and PERCIST document.

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação / Information
Leonel Augusto Pires Seabra de Sousa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Francisco André Corrêa Alegria	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rodrigo Martins de Matos Ventura	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Mário Alexandre Teles de Figueiredo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Santos de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Alexandra Sofia Martins de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA INFORMATICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Paulo Sérgio De Brito André	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Paulo Ferreira Godinho Flores	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Vítor Manuel de Oliveira Maló Machado	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Paulo Luís Serras Lobato Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rita Maria Mendes de Almeida Correia da Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Eng. Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Pedro Filipe Zeferino Tomás	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Eng. Electrotecnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Luís Paulo Da Mota Capitão Lemos Alves	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		FÍSICA	100	Ficha submetida
José Félix Gomes da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Luís Da Costa Campos Gonçalves Sobrinho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Francisco José Sepúlveda Gouveia Teixeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Luís Filipe Soldado Granadeiro Rosado	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	50	Ficha submetida
Maria da Conceição Esperança Amado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Luís Miguel Teixeira D'Avila Pinto da Silveira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida

Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Dos Santos Rodrigues da Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Crisóstomo Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Manuel Lage de Miranda Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Pinto Ramos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Marcelino Bicho dos Santos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Maria Eduarda De Sampaio Pinto de Almeida Pedro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Fernando Duarte Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Dos Santos Ribeiro Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
António Carlos De Campos Simões Baptista	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Nuno De Oliveira e Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Alexandre José Malheiro Bernardino	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Aleksandar Ilic	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Hugo Miguel Fragoso de Castro Silva	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão	30	Ficha submetida
António Manuel Pacheco Pires	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	Ficha submetida
Maria João Simões Nunes Borges Teixeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Filipe Pereira Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Brito da Silva Girão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José João Henriques Teixeira de Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Francisco Alberto Sena da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE SISTEMAS	100	Ficha submetida
António Manuel Morgado Brandão Leal	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Guilherme Raimundo Garcia	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Licenciado	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Luís Manuel Gonçalves Barreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Isabel Maria Martins Trancoso	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida

Pedro Daniel Graça Casau	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Duarte de Mesquita e Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Costa Guedes da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
António Luís Campos da Silva Topa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Maria Paula Dos Santos Queluz Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Hugo Gabriel Valente Morais	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Alexandre Miguel Fernandes Dias	Assistente ou equivalente	Mestre	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	30	Ficha submetida
Paulo Rogério Barreiros D'Almeida Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ECONOMIA	100	Ficha submetida
Carlos Filipe Gomes Bispo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Management of Manufacturing and Automation	100	Ficha submetida
Carlos Miguel Calisto Baleizão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Pedro Simões Cristina de Freitas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
António Manuel Atalaia Carvalheiro Serra	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Gonçalo Nuno Gomes Tavares	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Mário Gonçalo Mestre Verfssimo Silveirinha	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotecnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Gabriel Esperança Pires	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
José Eduardo Charters Ribeiro da Cunha Sanguino	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Maria Dulce Jesus Pombo Belo	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
José António Da Cruz Pinto Gaspar	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Amaro D' Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Pedro José De Almeida Bicudo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Custódio José De Oliveira Peixeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Agostinho De Oliveira Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Teresa Maria Canavarro Menéres Mendes de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida

Nuno Cavaco Gomes Horta	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Rui Fuentecilla Maia Ferreira Neves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Amarino Brites Lebre	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Isabel Maria Alves Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Quintas Aguiar	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Jaime Arsénio de Brito Ramos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Célia Maria Santos Cardoso de Jesus	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José António Beltran Gerald	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Pedro Rafael Bonifácio Vítor	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
João Miguel Duarte Ascenso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Maria Paula Antunes Abrantes Gouveia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Nuno Filipe Valentim Roma	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Ricardo Coutinho Pereira dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Helena Maria Dos Santos Geirinhas Ramos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
António José Castelo Branco Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
				8410	

<sem resposta>

5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

5.4.1.1. Número total de docentes.

86

5.4.1.2. Número total de ETI.

84.1

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	83	98.692033293698

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD*

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	82.8	98.454221165279

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	82.8	98.454221165279	84.1
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0	84.1

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	82	97.502972651605	84.1
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	84.1

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico" (Despacho n.º 3855/2017, DR 2ª série, n.º 88 de 8 de maio de 2017, que actualiza o Despacho n.º 262/2013, DR, 2ª série, n.º 4, de 7 de janeiro de 2013, e o despacho n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de março), sendo aplicado a cada docente individualmente e é aplicado nos períodos estipulados por Lei.

Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se nomeadamente sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de julho).

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

Performance assessment of IST teaching-staff relies on the multi-criteria system defined in the "Regulations of Performance of IST Teaching-staff" (Rectoral Order 3855/2017 Government Journal 2nd Series, No 88 of May 8, that updates the Rectoral Order 262/2013 Government Journal 2nd Series, No 4 of January 7 and the Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No.

51 of 15 March), which is applied to each professor individually and for periods established under the law. It allows for the quantitative assessment of the performance of the teaching staff in different strands and is reflected particularly on the allocation of the teaching duties, which is governed by the Rectoral Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July).

5.6. Observações:
<sem resposta>

5.6. Observations:
<no answer>

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

A atividade dos funcionários não-docentes afetos à lecionação do ciclo de estudos desenvolve-se em duas vertentes: administrativa e técnica. No primeiro caso, os funcionários providenciam apoio de secretariado aos alunos e docentes envolvidos nas unidades curriculares (UC) da LEEC (e.g., receção de dissertações de mestrado e de relatórios, atribuição das vigilâncias de teste/exames). No segundo caso, os funcionários prestam apoio na gestão nos laboratórios envolvidos nas UC, instalam o software necessário, e prestam apoio técnico aos alunos no desenvolvimento das suas dissertações de mestrado, entre outros.

Existe um total de 15 funcionários não-docentes afetos à lecionação do ciclo de estudos: 8 com atividade administrativa, e 7 com atividade técnica. Todos têm um contrato a tempo integral com o IST, sendo a percentagem de afetação (ao apoio à lecionação) de 50% para os funcionários com atividade administrativa e de 80% para os funcionários com atividade técnica.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The activity of non-teaching staff giving teaching support in the study cycle is of two types: administrative and technical. In the first case, employees provide secretarial support to students and teaching staff involved in the LEEC curricular units (UC) (e.g., receiving master's dissertations and reports, assigning tests/exams surveillance). In the second case, the employees provide management support in the laboratories involved in the UC, install the necessary software, and provide technical support to students in the development of their master's dissertations, among others. There is a total of 15 non-teaching staff assigned to the teaching support in the study cycle: 8 with administrative activity, and 7 with technical activity. They all have a full-time contract with IST, with the percentage of allocation (to teaching support) of 50% for employees with administrative activity and 80% for employees with technical activity

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Entre os 15 funcionários referidos em 6.1, e em termos de carreira: 1 é Coordenador Técnico, 1 é Técnico Superior, 12 são Assistentes Técnicos e 1 é Assistente Operacional; em termos de habilitações literárias: 1 obteve o Bacharelato, 13 concluíram o 12o ano (ensino secundário) e 1 concluiu o 9o ano (3o ciclo do ensino básico).

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

Among the 15 employees mentioned in section 6.1, and in terms of career: 1 is Technical Coordinator, 1 is Senior Technician, 12 are Technical Assistants and 1 is Operational Assistant; in terms of educational qualifications: 1 obtained a Bachelor's Degree, 13 completed the 12th grade (secondary education) and 1 completed the 9th grade (3rd cycle of basic education).

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo actualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em 2013. A avaliação integra os subsistemas:

- *de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados*
- *de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bianual, a partir do ciclo de 2013-2014.*

Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direcção

de Recursos Humanos e dirigentes de topo) electronicamente. O processo PREVPAP vai permitir a integração de muitos colaboradores do técnico que não detinham um vínculo com a administração pública. Mais informação está disponível na página da DRH do IST na Internet.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Active since it was legally created in 2004, IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:

- the System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;

- the System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-2014. This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.

The PREVPAP regulations will drive IST to integrate diverse members of non-academic staff in the Public Administration. Further information about Human Resources Division available at IST webpage.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

Tipo de Espaço Área (m2)

1 Sala de apoio a laboratórios 9.1

1 Biblioteca 929.2

11 Laboratórios exclusivamente para investigação 655.1

7 Salas de informática 277.1

31 Laboratórios de ensino/investigação 2041.8

9 Salas de estudo 593.5

7 Laboratórios de ensino 514.5

1 Gabinete 21.4

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

Type of space Area (m2)

1 Laboratory support room 9.1

1 Library 929.2

11 Research laboratories 655.1

7 Computer rooms 277.1

31 Teaching/Research laboratories 2041.8

9 Study rooms 593.5

7 Teaching laboratories 514.5

1 Office 21.4

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Numero Equipamentos e materiais

18 Equipamento multimedia (Televisões, projectores, etc)

500 Computadores pessoais

68 Motores e transformadores

42 Impressoras

200 Osciloscópios

52 Sensores e placas de aquisição de sinais

17 Analisadores (Espectro, rede, etc)

106 Equipamento de procura de sinais (Amplificadores, filtros, etc)

25 Robôs

14 Bancadas completas para ensino de redes

10 Bancadas completas para ensino de sistemas de comunicação

10 Bancadas completas para ensino de microondas

3 Bancadas completas para ensino de antenas

17 Bancadas completas para ensino de controlo

45 Bancadas completas para ensino de energia e máquinas eléctricas

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Number Equipment and materials

18 Multimedia equipment (TVs, projectors, etc)

500 Personal computers

68 Motors e transformers

42 Printers

200 Oscilloscopes

52 Sensors and data acquisition boards

17 Analyzers (spectrum, network, etc)

106 Signal searching equipment (amplifiers, filters, etc)

25 Robots

14 Lab bench for education on networks

10 Lab bench for education on communication systems

10 Lab bench for education on microwaves

3 Lab bench for education on antennas

17 Lab bench for education on Control

45 Lab bench for education on Energy and Electrical Machines

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
Instituto de Sistemas e Robótica-LARSyS/ Institute for Systems and Robotics - LARSyS	Excelente / Excellent	IST, U. Lisboa	18	
Instituto de Telecomunicações / Telecommunications Institute	Muito Bom / Very Good	IST, U. Lisboa	39	
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores - Investigação e Desenvolvimento / INESC-ID	Excelente / Excellent	IST, U. Lisboa	38	

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/8ffb02a-cff9-ba9a-a4dd-5e7247b80948>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/8ffb02a-cff9-ba9a-a4dd-5e7247b80948>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Vários projetos de investigação apoiados pela FCT, a Comissão Europeia e outros organismos de financiamento internacionais são coordenados nas unidades de investigação onde o corpo docente da LEEC desenvolve sua atividade científica. Destacamos aqui exemplos de projetos que incluem o envolvimento ativo de estudantes da LEEC, organizados por unidades de investigação:

O INESC-ID desenvolve investigação em inteligência artificial, sistemas de apoio à informação e decisão, sistemas distribuídos, redes de comunicação, computação de alta performance, microeletrónica e sistemas de energia. Entre inúmeros projetos e parcerias, destacamos:

-IntelRoofline-Boosting the roofline-based optimization guidance and performance modeling for modern CPU systems:

contrato de prestação de serviços com a Intel Corporation;

-UNSEEN- Sistema para Triagem de Cancro de Mama com Ondas de Radio: financiado pela FCT;

-FutureTPM-Future Proofing the Connected World: A Quantum-Resistant Trusted Platform Module: financiado pela CE.

Os docentes do IST no Instituto de Telecomunicações (IT) participam ou coordenam anualmente cerca de 40 projetos nacionais e internacionais, que envolvem cerca de 70 estudantes. Destacam-se os projetos ISTSat1, no âmbito de um programa da ESA para o lançamento de um cubesat em 2021, DeepSpin no âmbito de uma ERC para processamento de linguagem natural, e a Quantum Internet Alliance, EU/H2020, rede pan-Europeia para o desenvolvimento e demonstração de uma rede Internet Quântica funcional.

O corpo docente do DEEC do ISR coordena / participa regularmente de projetos de investigação nacionais e internacionais, onde vários estudantes estão envolvidos em atividades de investigação como voluntários, bolseiros de investigação ou estudantes de tese de mestrado. Atualmente, alguns dos muitos projetos em curso com essas características são o H2020 OceanTech e o FCT REPLACE (em planeamento, controlo e navegação de robôs autónomos marinhos e aéreos), o FCT FIREFRONT e o P2020 VOAMAS (em visão computacional para aplicações de robôs aéreos para monitorizar incêndios florestais e cenários marítimos e da vida selvagem), o H2020 SciRoc e o MBZIRC2020, financiado pelos Emirados Árabes Unidos (que dinamizam investigação em robótica através de competições).

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

Several research projects supported by FCT, the European Commission, and other international funds, run under the research units where the LEEC faculty develops their scientific activity. We point out here examples of projects which include active involvement of LEEC students, organized by research units:

INESC-ID develops research in artificial intelligence, information and decision support systems, distributed systems, communication networks, high performance computing, microelectronics and energy systems. Among countless projects and partnerships, we highlight:

-IntelRoofline-Boosting the roofline-based optimization guidance and performance modeling for modern CPU systems: service agreement with Intel Corporation;

-UNSEEN- System for Screening Breast Cancer with Radio Waves: funded by FCT;

-FutureTPM-Future Proofing the Connected World: A Quantum-Resistant Trusted Platform Module: funded by the EC.

DEEC faculty at the Instituto of Telecommunications (IT) participate or coordinate annually around 40 national and international projects, involving about 70 students. Noteworthy are the ISTSat1 projects, within the scope of an ESA program for the launch of a cubesat in 2021, DeepSpin within the scope of an ERC for natural language processing, and Quantum Internet Alliance, EU / H2020, pan-European network for the development and demonstration of a functional Quantum Internet network.

ISR's DEEC faculty regularly coordinate/participate in national and international research projects where several students are involved on research activities as volunteers, research grantees, or MSc thesis students. Currently, some of the many ongoing projects with such characteristics are H2020 OceanTech and FCT REPLACE (on planning, control and navigation for marine and aerial autonomous robots), FCT FIREFRONT and P2020 VOAMAS on computer vision for applications of aerial robots to monitor forest fires and maritime and wildlife scenarios, H2020 SciRoc and UAE-funded MBZIRC2020 on robotics research through competitions.

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Consideraram-se os dados relativos ao desemprego dos diplomados da DGEEC. Os dados mais recentes são relativos à situação em Junho de 2019 (Fonte: Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior – junho de 2019 – Tabela Geral).

Para comparação considerou-se a oferta formativa congénere ao nível do 1º ciclo das Universidades de Aveiro, Beira Interior, Coimbra, Minho, Porto, Trás-os-Montes e Alto Douro e Nova de Lisboa. Considerando o conjunto de diplomados entre 2010 e 2018, o desemprego varia entre 0% e 2,1%. Face a estes dados é legítimo considerar os níveis de desemprego desta oferta formativa são significativamente baixos.

Refira-se que o actual o grau de licenciatura em Ciências de Engenharia – Engenharia Electrotécnica e de Computadores obtido ao atingir-se 180 ECTS do respectivo Mestrado em funcionamento no IST, apresenta para as mesmas coortes e período, um desemprego residual de 0,1%.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

DGEEC graduates' unemployment data were considered. The most recent data are for the situation in June 2019 (Source: Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior – junho de 2019 – Tabela Geral).

For comparison, we considered the similar training offer at the 1st cycle level of the Universities of Aveiro, Beira Interior, Coimbra, Minho, Porto, Trás-os-Montes and Alto Douro and Nova de Lisboa. Considering the group of graduates between 2010 and 2018, unemployment varies between 0% and 2.1%. In view of these data, it is legitimate to consider the unemployment levels of this training offer to be significantly low.

It should be noted that the current degree in Engineering Sciences - Electrical and Computer Engineering obtained when reaching 180 ECTS of the respective Master in operation at IST, presents for the same cohorts and period, a residual unemployment of 0, 1%.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Nos últimos 3 anos, o número de vagas (220) foi sempre completamente preenchido, sendo o número de candidatos sempre superior a 750, mais de 150 em 1ª opção. A nota mínima de seriação tem estado próxima dos 16 valores, sendo a 2ª mais alta de todo o país para o mesmo nº de ordem de notas de seriação.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

In the last 3 years, the number of vacancies (220) has always been completely filled, with the number of candidates always exceeding 750, more than 150 in 1st option. The minimum ranking grade has been close to 16 values, being the 2nd top value across the country for the same serial number of ranking grades.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

N/A

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

N/A

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu**10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:**

Licenciaturas/Bacharelados:

Technical University of Denmark - Electronics and Computer Engineering

Politecnico di Torino - Electronic and Communications Engineering, Computer Engineering

Politecnico di Milano - Electrical Engineering, Electronics Engineering, Computer Science and Engineering École

Polytechnique Fédérale de Lausanne – Electrical and Electronic Engineering

Federal Institute of Technology of Zurich – Electrical Engineering and Information

Technical University of Delft - Computer Science and Engineering, Electrical Engineering

Karlsruhe Institute of Technology - Electrical Engineering and Information Technology

Technical University of Eindhoven – Electrical Engineering

Royal Institute of Technology (KTH, Estocolmo) - Information and Communication Technology Universidade Politécnica da Catalunha – Electrical Engineering

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Undergrad/Bachelors':

Technical University of Denmark - Electronics and Computer Engineering

Politecnico di Torino - Electronic and Communications Engineering, Computer Engineering

Politecnico di Milano - Electrical Engineering, Electronics Engineering, Computer Science and Engineering École

Polytechnique Fédérale de Lausanne – Electrical and Electronic Engineering

Federal Institute of Technology of Zurich – Electrical Engineering and Information

Technical University of Delft - Computer Science and Engineering, Electrical Engineering

Karlsruhe Institute of Technology - Electrical Engineering and Information Technology

Technical University of Eindhoven – Electrical Engineering

Royal Institute of Technology (KTH, Stockholm) - Information and Communication Technology

Polytechnic University of Catalonia – Electrical Engineering

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Um conjunto de instituições foi analisado (Technical University of Denmark, Politécnico di Torino, Politécnico di Milano, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Federal Institute of Technology of Zurich, Technical University of Delft, Karlsruhe Institute of Technology, Technical University of Eindhoven, Royal Institute of Technology, Universidade Politécnica da Catalunha) tendo sido identificadas objetivos análogos aos da LEEC/IST:

- *Formação de base sólida em Ciências de Engenharia*
- *Formação nuclear em ciências básicas*
- *Project Based-Learning, Research-Based Learning, Client Based-Learning, Hands-on*
- *Componente humanista*
- *Competências transversais integradas nas UCs*
- *Projectos integradores multidisciplinares*
- *Anos lectivos organizados de modo a potenciar maior foco e trabalho contínuo*

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

A number of institutions were analyzed (Technical University of Denmark, Politecnico di Torino, Politecnico di Milano, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Federal Institute of Technology of Zurich, Technical University of Delft, Karlsruhe Institute of Technology, Technical University of Eindhoven, Royal Institute of Technology, Polytechnic University of Catalonia) and objectives similar to those of LEEC / IST were identified:

- *Solid training in fundamentals of Engineering Sciences*
- *Solid training on basic sciences*
- *Project Based-Learning, Research-Based Learning, Client Based-Learning, Hands-on*
- *Humanist component*
- *Transversal competences integrated in the UCs*
- *Multidisciplinary integrating projects*
- *Academic years organized in order to promote greater focus and continuous work*

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- *Formação sólida em ciências básicas e em ciências da engenharia;*
- *facilidade/capacidade de adaptação a diferentes funções e áreas de atuação;*
- *capacidade de trabalho individual e em equipa;*
- *estudos de avaliação de qualidade elaborados com regularidade pelo Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP), incluindo o seguimento dos alumni;*
- *reuniões de preparação do semestre seguinte e avaliação de funcionamento dos semestres anteriores, que envolve a coordenação do curso, professores e representantes dos alunos;*
- *sistema Qualidade de Unidades Curriculares (QUC) com auditorias promovidas pelo Conselho Pedagógico a situações de funcionamento inadequado;*
- *conjunto razoável de espaços para aulas de exposição e laboratoriais;*
- *disponibilidade de meios experimentais para ensino;*
- *gestão profissional dos espaços;*
- *todos os docentes são doutorados e em regime de tempo integral, sendo uma fração significativa considerada de qualidade excelente no sistema QUC;*
- *muitos dos docentes são especialistas reconhecidos internacionalmente nas áreas em que lecionam, seja pela sua atividade científica, seja pela vertente profissional.*

12.1. Strengths:

- *Solid training in basic sciences and engineering sciences;*
- *ease / ability to adapt to different functions and areas of activity;*
- *ability to work individually and in a team;*
- *quality assessment studies prepared regularly by the Studies and Planning Office (GEP), including the monitoring of alumni;*
- *preparation meetings for the following semester and evaluation of the functioning of the previous semesters, which involves coordinating the course, teachers and student representatives;*
- *Quality System of Curricular Units (QUC) with audits promoted by the Pedagogical Council to situations of inadequate functioning;*
- *reasonable set of spaces for exhibition and laboratory classes;*
- *availability of experimental means for teaching;*
- *professional management of spaces;*
- *all teachers are PhDs and full-time, with a significant fraction considered to be of excellent quality in the QUC system;*
- *many of the teachers are internationally recognized specialists in the areas in which they teach, either for their scientific activity or for their professional aspect.*

12.2. Pontos fracos:

- *Dificuldade em incluir uma componente experimental e em promover um acompanhamento mais individualizado, dado o número de alunos que frequentam o curso;*
- *dificuldade de implementar mecanismos/procedimentos efetivos que garantam correção de situações anómalas durante o semestre em questão, mesmo que tendo sido corretamente diagnosticadas;*
- *inexistência de anfiteatros grandes em número suficiente que permitam acomodar confortavelmente os alunos dos primeiros anos nas aulas teóricas;*
- *ligação pouco explorada com o tecido industrial na componente formativa, o que poderia enriquecer a formação do curso em formação especializada;*
- *dispersão da actividade dos docentes em tarefas não estritamente lectivas e de investigação;*
- *idade média dos docentes elevada;*
- *peso reduzido que o esforço colocado na melhoria do desempenho pedagógico tem na progressão na carreira;*
- *número insuficiente de técnicos de laboratório qualificados.*

12.2. Weaknesses:

- *Difficulty in including an experimental component and promoting a more individualized monitoring, given the number of students attending the course;*
- *difficulty in implementing effective mechanisms / procedures that guarantee correction of anomalous situations during the semester in question, even if they have been correctly diagnosed;*
- *lack of large amphitheatres in sufficient numbers to comfortably accommodate first-year students in theoretical classes;*
- *little explored connection with the industrial fabric in the training component, which could enrich the formation of the course in specialized training;*
- *dispersion of the teaching activity in non-teaching and research tasks;*
- *high average age of teachers;*
- *reduced weight that the effort placed on improving pedagogical performance has on career progression;*
- *insufficient number of qualified laboratory technicians.*

12.3. Oportunidades:

- *Mercados globais e internacionalização, nomeadamente nos países mais desenvolvidos, permitindo atrair mais alunos estrangeiros;*
- *redução do número de UCs frequentadas simultaneamente permitirá que os alunos disponham de mais tempo para cada UC e se possam focar melhor nas respetivas matérias lecionadas;*
- *extensão do trabalho realizado pelos estudantes em empresas e unidades de investigação, em tópicos inovadores e na forma de projeto integrador dos conhecimentos adquiridos;*
- *número elevado de recém-doutorados com grande qualidade intelectual e científica com potencial para assegurarem a eventual renovação do corpo docente;*
- *possibilidade de envolver em tarefas de docência os investigadores doutorados afectos a atividade de investigação, nomeadamente nos Laboratórios Associados (IT, INESC-ID e ISR/LARSyS);*
- *possibilidade da utilização de monitores para o apoio ao ensino.*

12.3. Opportunities:

- *Global markets and internationalization, namely in more developed countries, allowing to attract more foreign students;*
- *reducing the number of courses attended simultaneously will allow students to have more time for each course and to be able to focus better on the respective subjects taught;*
- *extension of the work done by students in companies and research units, on innovative topics and in the form of a project that integrates the acquired knowledge;*
- *high number of recent doctorates with great intellectual and scientific quality with the potential to ensure the eventual renewal of the teaching staff;*
- *possibility of involving doctoral researchers involved in research activities in teaching tasks, namely in the Associated Laboratories (IT, INESC-ID and ISR / LARSyS);*
- *possibility of using teaching assistants to support teaching*

12.4. Constrangimentos:

- *Carácter fundamentalmente regional/local da captação de alunos;*
- *envelhecimento do corpo docente e falta de renovação, que faz com que se funcione acima do rácio docente/aluno desejável;*
- *insuficiência de técnicos de apoio a laboratório e administrativos, que sobrecarrega a atividade do corpo docente;*
- *a atual exigência das múltiplas atividades nem sempre permite “disponibilizar” tempo adequado para as tarefas de monitorização e correções subsequentes;*
- *inexistência de estruturas de nível intermédio que permita libertar os docentes e a coordenação para tarefas mais de carácter estratégico;*
- *financiamento deficiente do ensino superior cria dificuldades à manutenção, reparação e aquisição de equipamentos,*

à renovação de espaços e à aquisição de consumíveis;

- resistência do corpo docente em alterar as práticas de avaliação e metodologias de ensino;
- não aproveitamento pelos alunos da oportunidade de terem mais tempo de trabalho autónomo e falta de perceção da necessidade de uma nova atitude mais proactiva no estudo autónomo.

12.4. Threats:

- *Fundamentally regional / local character of attracting students;*
- *aging of the teaching staff and lack of renewal, which makes it work above the desirable teacher / student ratio;*
- *insufficiency of laboratory and administrative support technicians, which overloads the activity of the teaching staff;*
- *the current requirement for multiple activities does not always allow "making available" adequate time for subsequent monitoring tasks and corrections;*
- *inexistence of intermediate level structures that allow the freeing of teachers and coordination for more strategic tasks;*
- *relatively low funding of higher education creates difficulties in the maintenance, repair and acquisition of equipment, renovation of spaces and the purchase of consumables;*
- *resistance of the teaching staff to change the evaluation practices and teaching methodologies;*
- *failure by students to take advantage of the opportunity to have more autonomous work time and lack of perception of the need for a new, more proactive attitude in autonomous study*

12.5. Conclusões:

A atualização e modernização da LEEC 2122 manifestam-se em vários aspetos:

- *introdução da UC de Projeto Integrador do 1º Ciclo (PIC1),*
- *introdução de 6 ECTS de HASS (Humanities, Arts and Social Sciences)*
- *disponibilização da possibilidade de escolher 2 (de 6) UCs pre-major que são oferecidas depois no MEEC, e que constituem uma amostra das 7 Áreas Principais oferecidas no novo MEEC*
- *racionalização da oferta base em Matemática e Física, trazendo para a responsabilidade do DEEC o ensino de algumas matérias que são mais especializadas em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, e introduzindo uma componente fundamental de formação moderna para alunos de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, até agora sempre ignorada, de Matemática Discreta (centrada na Teoria da Computação).*

Os princípios que nortearam a definição da nova estrutura curricular foram:

- *Promover a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo da Licenciatura de uma forma integrada entre as várias áreas de especialidade da Engenharia Electrotécnica e de Computadores;*
- *proporcionar formação multidisciplinar relevante num novo contexto em que o conhecimento técnico deve cada vez mais ser articulado com o conhecimento das humanidades e ciências sociais;*
- *Estimular os estudantes a prosseguirem os seus estudos para o 2º ciclo.*

12.5. Conclusions:

The update and modernization of LEEC 2122 is manifested in several aspects:

- *introduction of the 1st Cycle Integrating Project UC (PIC1),*
- *introduction of 6 ECTS of HASS (Humanities, Arts and Social Sciences)*
- *availability of the possibility to choose 2 (of 6) pre-major UCs that are offered afterwards in MEEC, and that constitute a sample of the 7 Main Areas offered in the new MEEC*
- *rationalization of the basic offer in Mathematics and Physics, bringing to the responsibility of DEEC the teaching of some subjects that are more specific to Electrical and Computer Engineering, and introducing a fundamental component of modern training for students of Electrical and Computer Engineering, until now always ignored, of Discrete Mathematics (centered on the Theory of Computation).*

The principles that guided the definition of the new curricular structure were:

- *Promote the application of the knowledge acquired during the degree in an integrated way between the various areas of speciality of Electrical and Computer Engineering;*
- *provide relevant multidisciplinary training in a new context in which technical knowledge must increasingly be combined with knowledge of the humanities and social sciences;*
- *Encourage students to continue their studies for the 2nd cycle.*