

NCE/19/1901061 — 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 Aeroespacial

1.3. Study programme:
Aerospace Engineering

1.4. Grau:
Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia Aeroespacial

1.5. Main scientific area of the study programme:
Aerospace 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):
525

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:
120

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):
2 anos/4 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):
2 years/4 semesters

1.9. Número máximo de admissões:

180

1.10. Condições específicas de ingresso.

Serão admitidos como candidatos: i) os titulares de grau de licenciado ou equivalente legal, na área de Ciências e Tecnologia; ii) os titulares de grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um estado aderente a este Processo, nas áreas referidas em i); ou iii) que demonstrem ser detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que ateste a sua capacidade para realização do Mestrado a que se candidatam.

A admissão e seriação será efetuada de acordo com as normas definidas no regulamento de admissão ao 2º ciclo do IST, tendo em atenção aspetos particulares sugeridos pela Comissão Científica do Mestrado que estará envolvida em todas as decisões que serão tomadas colegialmente.

1.10. Specific entry requirements.

Will be admitted as candidates: i) holders of a BSc degree or legal equivalent, in the area of Science and Technology; ii) holders of a foreign higher academic degree obtained following a 1st cycle of studies organized in accordance with the principles of the Bologna Process by a state adhering to this Process, in the areas referred to in i); or iii) holders of a scientific or professional curriculum, attesting to the their ability to carry out the MSc degree to which they apply.

Admission and ranking will be carried out in accordance with the rules defined in regulation for admission to the 2nd cycle of IST, taking into account particular aspects suggested by the Scientific Master Committee that will be involved in all decisions that will be taken collegially.

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_MEAAero.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_MEAAero.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 117-2020 _ Cr _Mest_ Engª Aeroespacial.pdf](#)

Mapa I - Plano de Transição do Mestrado Integrado para o Mestrado

2.1.1.Órgão ouvido:

Plano de Transição do Mestrado Integrado para o Mestrado

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

[2.1.2._MEAer_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:

A engenharia aeroespacial é uma actividade profissional com um elevado grau de internacionalização que se consubstancia na aplicação de conhecimentos teóricos, práticos e experimentais, enquadrados por constrangimentos de natureza económica, social, ética e ambiental, à conceção, projeto, fabrico, controlo e gestão de veículos aeroespaciais de vários tipos, seus equipamentos de bordo e meios de apoio no solo.

A estrutura curricular do Mestrado em Engenharia Aeroespacial desenvolve-se em torno de três áreas de especialização fundamentais: a área de especialização de Aeronaves concentra-se em aspectos da mecânica (aerodinâmica, propulsão estruturas e materiais); a de especialização de Aviónica em aspectos electrotécnicos, (controlo, electrónica, telecomunicações e sistemas); a área de especialização de Espaço representa um justo equilíbrio entre as Áreas de Especialização de Aeronaves e de Aviónica, mantendo a componente de Integração de Veículos Aeroespaciais.

3.1.The study programme's generic objectives:

Aerospace engineering is a professional activity with a high degree of internationalization that is embodied in the application of theoretical, practical and experimental knowledge, framed by constraints of an economic, social, ethical and environmental nature, to the conception, design, manufacture, control and management of aerospace vehicles of

various types, their on-board equipment and ground support.

The curricular structure of the Master in Aerospace Engineering develops around three fundamental areas of specialization: the Aircraft specialization area focuses on aspects of mechanics (aerodynamics, propulsion structures and materials); the Avionics specialization in electrotechnical aspects, (control, electronics, telecommunications and systems); the Space specialization area represents a fair balance between the Aircraft and Avionics Specialization Areas, maintaining the Aerospace Vehicle Integration component.

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

A intervenção profissional dos engenheiros aeroespaciais tem vindo a evoluir de acordo com o progresso da tecnologia, tendo em conta um contexto social e económico em constante mutação:

- exige uma visão global dos problemas de engenharia, tendo em conta a multidisciplinaridade das tecnologias envolvidas num veículo aeroespacial;

- contém aspectos tecnológicos de grande complexidade que requerem níveis de formação mais elevados e com maior interdisciplinaridade;

- rege-se por constrangimentos de natureza económica, social, ética e ambiental num mundo globalizado;

- utiliza como cada vez mais a língua inglesa.

As competências que se pretendem desenvolver no mestrado em engenharia aeroespacial do IST representam o ponto de encontro de um conjunto muito diversificado de áreas do conhecimento.

Os engenheiros aeroespaciais devem ser capazes de comunicar as suas conclusões e os raciocínios a elas subjacentes, quer a especialistas, quer a não especialistas, de forma clara e sem ambiguidades.

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

The professional activity of aerospace engineers has been evolving according to the progress of technology, taking into account the constant social and economical changes:

- it requires a global view of engineering problems taking into account the multidisciplinary nature of the technologies involved in an aerospace vehicle;

- it contains technological aspects of great complexity that require higher levels of training and greater interdisciplinarity;

- it is governed by economic, social, ethical and environmental constraints in a globalized world;

- it increasingly uses English language.

The competences that are intended to be developed in the master in aerospace engineering at IST represent the meeting point of a very diverse set of areas of knowledge.

Aerospace engineers must be able to communicate their conclusions and the reasoning behind them, either to experts or to non-specialists, clearly and unambiguously.

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:

According to paragraph 1 of Article 3 of the IST Statutes, approved by Order No. 12255/2013 published in Diário da Republica of 25 September 2013, “It is IST’s mission, as an institution that wants to be prospective in graduate education, to ensure constant innovation and consistent progress in knowledge, 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 and teaching with an emphasis on postgraduate education, and lifelong learning, as well as technological development; It promotes synergies between the scientific domains it encompasses and between them and others as such; It seeks to contribute to the competitiveness of the national economy through the transfer of technology, innovation and the promotion of entrepreneurship; It enables social responsibility, in the provision of scientific and technical services to the community and in supporting the insertion of graduates in the industrial world and their permanent training. IST is actively involved in several international networks and programs that aim 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:
Área de Especialização em Aeronaves	Specialization Area in Aircraft
Área de Especialização em Aviónica	Specialization Area in Avionics
Área de Especialização em Espaço	Specialization Area in Space
Área de especialização secundária em Aerodinâmica e Propulsão (opcional)	Secondary specialization in Aerodynamics and Propulsion (optional)
Área de especialização secundária em Estruturas e Materiais (opcional)	Secondary specialization area in Structures and Materials (optional)
Área de especialização secundária em Controlo e Sistemas (opcional)	Secondary specialization area in Control and Systems (optional)
Área de especialização secundária em Eletrónica e Telecomunicações (opcional)	Secondary specialization area in Electronics and Telecommunications (optional)
Área de especialização secundária em Veículos e Missões (opcional)	Secondary specialization in Vehicles and Missions (optional)
Área de especialização secundária em Modelação Multidisciplinar (opcional)	Secondary specialization area in Multidisciplinary Modeling (optional)
Minor (Opcional)	Minor (Optional)

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

Mapa II - Área de Especialização em Aeronaves

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

Área de Especialização em Aeronaves

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

Specialization Area in Aircraft

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
Ambiente e Energia / Environment and Energy	AE		0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção esta AC
Mecânica Aplicada e Aeroespacial / Applied and Aerospace Mechanics	MAA	12	0	Oferta de 72 ECTS em UC de opção nesta AC
Mecânica Estrutural e Computacional / Structural and Computational Mechanics	MEC		0	Oferta de 12 ECTS em UC de opção nesta AC
Projecto Mecânico e Materiais em Engenharia / Mechanical Project and Structural Materials	PMME		0	Oferta de 12 ECTS em UC de opção nesta AC
Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial/Mechanical Technology and Industrial Management	TMGI	12		
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	18	0	Oferta de 18 ECTS em UC de opção nesta AC

Energia / Energy	Energ		0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Tecmunicacões / Telecommunications	Tele		0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Computadores / Computers	Comp		0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Sistemas, Decisão e Controlo / Systems, Decision and Control	SDC		0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Opções Livres / All scientific areas of IST	OL		0	Oferta de 24 ECTS em UC de opção nesta AC
Dissertações / All scientific areas of IST	Diss	30	0	6ECTS OP desta AC. A Dissertação é desenvolvida no âmbito de AC em domínios relacionados com o curso
-	-		48	48ECTS para obter grau.UCs opção/Minor fixadas anualmente pelos Órgãos IST
(13 Items)		72	48	

Mapa II - Área de Especialização em Aviónica

4.2.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Área de Especialização em Aviónica*

4.2.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): *Specialization Area in Avionics*

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
Mecânica Aplicada e Aeroespacial / Applied and Aerospace Mechanics	MAA		0	Oferta de 72 ECTS em UC de opção nesta AC
Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial/Mechanical Technology and Industrial Management	TMGI	6		
Computadores / Computers	Comp	6	0	Oferta de 12 ECTS em UC de opção nesta AC
Eletrónica / Electronics	Eletr	6	0	Oferta de 12 ECTS em UC de opção nesta AC
Energia / Energy	Energ		0	Oferta de 12 ECTS em UC de opção nesta AC
Sistemas, Decisão e Controlo / Systems, Decision and Control	SDC	12	0	Oferta de 18 ECTS em UC de opção nesta AC
Tecmunicacões / Telecommunications	Tele	12	0	Oferta de 18 ECTS em UC de opção nesta AC
Opções Livres / All scientific areas of IST	OL		0	Oferta de 24 ECTS em UC de opção nesta AC
Dissertações / All scientific areas of IST	Diss	30	0	6ECTS OP desta AC. A Dissertação é desenvolvida no âmbito de AC em domínios relacionados com o curso
-	-		48	48ECTS para obter grau.UCs opção/Minor fixadas anualmente pelos Órgãos IST
(10 Items)		72	48	

Mapa II - Área de Especialização em Espaço

4.2.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Área de Especialização em Espaço

4.2.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Specialization Area in Space

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
Mecânica Aplicada e Aeroespacial / Applied and Aerospace Mechanics	MAA	18	0	Oferta de 90 ECTS em UC de opção nesta AC
Tecnologia Mecânica e Gestão Industrial/Mechanical Technology and Industrial Management	TMGI	6		
Termofluidos e Tecnologias de Conversão de Energia/Thermofluids and Energy Conversion Technologies	TTCE	6	0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Energia / Energy	Energ		0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Sistemas, Decisão e Controlo / Systems, Decision and Control	SDC		0	Oferta de 12 ECTS em UC de opção nesta AC
Tecmunicacões / Telecommunications	Tele	12	0	Oferta de 18 ECTS em UC de opção nesta AC
Computadores / Computers	Comp		0	Oferta de 6 ECTS em UC de opção nesta AC
Opções Livres / All scientific areas of IST	OL		0	Oferta de 18 ECTS em UC de opção nesta AC
Dissertações / All scientific areas of IST	Diss	30	0	6ECTS OP desta AC. A Dissertação é desenvolvida no âmbito de AC em domínios relacionados com o curso
ECTS necessários em opções/Required ECTS in options			48	48ECTS para obter grau.UCs opção/Minor fixadas anualmente pelos Órgãos IST
(10 Items)		72	48	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - Área de Especialização em Aeronaves - 1º ano/1º semestre

4.3.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Área de Especialização em Aeronaves

4.3.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Specialization Area in Aircraft

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

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 (5)	Observações / Observations
Aerodinâmica II / Aerodynamics II	TTCE	Semestral	168	TP - 42;PL 7	6	
Transmissão de Calor / Heat Transfer	TTCE	Semestral	168	T - 28;TP - 14;PL - 7	6	

Aeroacústica / Aeroacoustics	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	
Projecto e Produção Sustentáveis / Sustainable Design and Manufacturing	TMGI	Semestral	168	TP - 49	6	
Gestão do Tráfego Aéreo / Air Traffic Management	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Sensores e Sistemas / Sensors and Systems	MAA	Semestral	168	T - 28; PL - 21	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Emissões Aeronáuticas / Aircraft Emissions	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Helicópteros / Helicopters	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Fenómenos Interativos / Interactive Phenomena	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Aeroelasticidade / Aeroelasticity	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Escoamentos e Campos de Forças / Flow and Force Fields	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Sistemas de Radar / Radar Systems	Tele	Semestral	168	T - 28; TP - 21	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Arquitetura e Organização de Computadores / Computer Architecture and Organization	Comp	Semestral	168	T - 28; PL - 21	6	Optativa: Opção 1 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
-	-	-	168	n.a.	6	Deverão ser escolhidos 6ECTS em UC de Opção

(14 Items)

Mapa III - Área de Especialização em Aeronaves - 1º ano/2º semestre**4.3.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****Área de Especialização em Aeronaves****4.3.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****Specialization Area in Aircraft****4.3.2.Ano/semestre/trimestre curricular:****1º ano/2º semestre****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)
Processos de Fabrico / Manufacturing Processes	TMGI	Semestral	168	T - 42; PL - 7	6	
Propulsão / Propulsion	TTCE	Semestral	168	TP - 49	6	
Aerodinâmica III / Aerodynamics III	TTCE	Semestral	168	T - 42; PL - 7	6	Optativa: Aerodinâmica e Propulsão -escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Turbulência em Fluidos / Turbulence in Fluids	TTCE	Semestral	168	TP - 42; PL - 7	6	Optativa: Aerodinâmica e Propulsão -escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º

Mecânica Estrutural / Structural Mechanics	MEC	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Estruturas e Materiais -escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Projeto de Componentes Mecânicos / Machine Components Design	PMME	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Estruturas e Materiais -escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Ambiente Espacial / Space Environment	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 1 (6 ECTS)
Oscilações Eletromecânicas / Electromechanical Oscillations	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 1 (6 ECTS)
Propagação e Dissipação / Propagation and Dissipation	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 1 (6 ECTS)
Conceção Otimizada de Aeronaves / Aircraft and Spacecraft Optimal Design	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 1 (6 ECTS)
Novas Configurações de Veículos Aeroespaciais / New Configurations for Air Systems	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 1 (6 ECTS)
Sistemas de Propulsão Híbrida Elétrica para Aeronaves / Aircraft Hybrid Propulsion Systems	Energ	Semestral	168	TP - 35; PL - 14	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 1 (6 ECTS)
Controlo Multivariável, Não Linear e Ótimo / Multivariate, Nonlinear, and Optimal Control	SDC	Semestral	168	T - 28; TP - 10,5; PL - 10,5	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 1 (6 ECTS)
Minor ou Opção Livre 1/Minor or Free Elective 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre/Optative: Minor or Free Elective (6 ECTS)
ÁreaEspec.Aeronaves completar 12ECTS numa das espec secund. à escolha (Aerodinâmica e Propulsão ou Estruturas e Materiais)e18ECTS minor/opções livres (15 Items)	-	-	504	na	18	Deverão ser escolhidos 18 ECTS em UC de Opção

Mapa III - Área de Especialização em Aeronaves - 2º ano/1º semestre

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

Área de Especialização em Aeronaves

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

Specialization Area in Aircraft

4.3.2.Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano/1º semestre

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)
Termodinâmica II / Thermodynamics II	AE	Semestral	168	T - 35; TP - 14	6	Optativa: Aerodinâmica e Propulsão -escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º

Projecto em Engenharia Aeroespacial/Project in Aerospace Engineering	Diss	Semestral	168	OT - 14	6	Optativa/Optative Elective (12 ECTS)
Estruturas Aeroespaciais / Aerospace Structures	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	
Mecânica Computacional / Computational Mechanics	MEC	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Estruturas e Materiais -escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Minor ou Opção Livre 2 / Minor or Free Elective 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre / Optative: Minor or Free Elective (12 ECTS)
Minor ou Opção Livre 3 / Minor or Free Elective 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre / Optative: Minor or Free Elective (12 ECTS)
Materiais Compósitos Laminados / Laminated Composite Materials	PMME	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Estruturas e Materiais -escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics	TTCE	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Aerodinâmica e Propulsão - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Atividades Extracurriculares I/ Extracurricular Activities I	OL	Semestral	84	n.a.	3	Optativa 12 ECTS.Podem ser creditados ate 6 ECTS em AEC
Atividades Extracurriculares II/ Extracurricular Activities II	OL	Semestral	84	n.a.	3	Optativa 12 ECTS.Podem ser creditados ate 6 ECTS em AEC
ÁreaEspec.Aeronaves completar 12ECTS numa das espec secund. à escolha (Aerodinâmica e Propulsão ou Estruturas e Materiais)e18ECTS minor/opções livres (11 Items)	-	-	672	n.a.	24	Deverão ser escolhidos 24 ECTS em Ucs de oção

Mapa III - Área de Especialização em Aeronaves - 2º ano/2º semestre

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

Área de Especialização em Aeronaves

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

Specialization Area in Aircraft

4.3.2.Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano/2º semestre

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)
Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeroespacial/Master Dissertation in Aerospace Engineering (1 Item)	Diss	Semestral	840	OT - 28	30	

Mapa III - Área de Especialização em Aviónica - 1º ano/1º semestre

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

Área de Especialização em Aviónica

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

Specialization Area in Avionics**4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º ano/1º semestre****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 Telecomunicações / Foundations of Telecommunications	Tele	Semestral	168	TP - 49	6	
Eletrónica Geral / Electronics	Eletr	Semestral	168	TP - 28; PL - 21	6	
Aeronaves Robotizadas / Unmanned Aerial Vehicles	SDC	Semestral	168	TP - 28; PL - 21	6	
Projeto e Produção Sustentável / Sustainable Design and Manufacturing	TMGI	Semestral	168	TP - 49	6	
Gestão do Tráfego Aéreo / Air Traffic Management	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Sensores e Sistemas / Sensors and Systems	MAA	Semestral	168	T - 28; PL - 21	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Emissões Aeronáuticas / Aircraft Emissions	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Helicópteros / Helicopters	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Fenómenos Interativos / Interactive Phenomena	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Escoamentos e Campos de Forças / Flow and Force Fields	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Aeroelasticidade / Aeroelasticity	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Sistemas de Radar / Radar Systems	Tele	Semestral	168	T - 28; TP - 21	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Arquitetura e Organização de Computadores / Computer Architecture and Organization	Comp	Semestral	168	T - 28; PL - 21	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
-	-	-	168	n.a.	6	Deverão ser escolhidos 6 ECTS em UCs de opção
(14 Items)						

Mapa III - Área de Especialização em Aviónica - 1º ano/2º semestre**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****Área de Especialização em Aviónica**

4.3.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Specialization Area in Avionics

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

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)
Antenas e Propagação/Antennas and Propagation	Tele	Semestral	168	T - 28;TP - 21	6	
Processamento Digital de Sinais/Digital Signal Processing	SDC	Semestral	168	T - 28;TP - 10,5; PL - 10,5	6	
Sistemas de Navegação/Navigation Systems	Tele	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Controlo e Sistemas - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Sistemas Integrados de RadioFrequência / Radiofrequency Integrated Systems	Eletr	Semestral	168	T - 28;PL - 21	6	Optativa: Eletrónica e Telecomunicações - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Conversão Eletrónica e Armazenamento de Energia / Electronic Power Conversion and Storage	Energ	Semestral	168	TP - 28;PL - 21	6	Optativa: Eletrónica e Telecomunicações - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Microeletrónica / Microelectronics	Eletr	Semestral	168	TP - 28;PL - 21	6	Optativa: Eletrónica e Telecomunicações - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Ambiente Espacial / Space Environment	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Oscilações Eletromecânicas / Electromechanical Oscillations	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Propagação e Dissipação / Propagation and Dissipation	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Concepção Optimizada de Aeronaves / Aircraft and Spacecraft Optimal Design	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Novas Configurações de Veículos Aeroespaciais / New Configurations for Air Systems	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Sistemas de Propulsão Híbrida Elétrica para Aeronaves / Aircraft Hybrid Propulsion Systems	Energ	Semestral	168	TP - 35;PL - 14	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Controlo Multivariável, Não Linear e Ótimo / Multivariate, Nonlinear, and Optimal Control	SDC	Semestral	168	T - 28;TP - 10,5;PL - 10,5	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Minor ou Opção Livre 1/ Minor or Free Elective 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre/Optative: Minor or Free Elective (6 ECTS)
AreaEspec.Aviónica completar 12ECTS numa das espec secund. à escolha (Controlo e Sistemas ou Eletrónica e Telecomunicações)e 18ECTS minor/op. livres	-	-	504	n.a.	18	Deverão ser escolhidos 18 ECTS em Ucs de opção

(15 Items)

Mapa III - Área de Especialização em Aviónica - 2º ano/1º semestre

4.3.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Área de Especialização em Aviónica

4.3.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Specialization Area in Avionics

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

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)
Sistemas Aviónicos Integrados / Integrated Avionics Systems	Comp	Semestral	168	T - 28;PL - 21	6	
Controlo de Sistemas Ciberfísicos / Control of Cyber-Physical Systems	SDC	Semestral	168	T - 28;PL - 21	6	Optativa: Controlo e Sistemas - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Inteligência Artificial e Sistemas de Decisão /Artificial Intelligence and Decision Systems	SDC	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Controlo e Sistemas - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Programação de Sistemas/Systems Programming	Comp	Semestral	168	T - 28;PL - 21	6	Optativa: Controlo e Sistemas - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Sistemas de Controlo de Tráfego / Air Traffic Control Systems	Tele	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Eletrónica e Telecomunicações - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Minor ou Opção Livre 2/ Minor or Free Elective 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre/ Optative: Minor or Free Elective (12 ECTS)
Minor ou Opção Livre 3/ Minor or Free Elective 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre/ Optative: Minor or Free Elective (12 ECTS)
Projecto em Engenharia Aeroespacial/Project in Aerospace Engineering	Diss	Semestral	168	OT - 14	6	Optativa/Optative Elective (12 ECTS)
Atividades Extracurriculares I/ Extracurricular Activities I	OL	Semestral	84	n.a.	3	Optativa 12 ECTS.Podem ser creditados ate 6 ECTS em AEC
Atividades Extracurriculares II/ Extracurricular Activities II	OL	Semestral	84	n.a.	3	Optativa 12 ECTS.Podem ser creditados ate 6 ECTS em AEC
AreaEspec.Aviónica completar 12ECTS numa das espec secund. à escolha (Controlo e Sistemas ou Eletrónica e Telecomunicações)e 18ECTS minor/op. livres (11 Items)	-	-	672	n.a.	24	Deverão ser escolhidos 24 ECTS em Ucs de opção

Mapa III - Área de Especialização em Aviónica - 2º ano/2º semestre

4.3.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Área de Especialização em Aviónica

4.3.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Specialization Area in Avionics

4.3.2.Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano/2º semestre**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)
Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeroespacial/Master Dissertation in Aerospace Engineering (1 Item)	Diss	Semestral	840	OT - 28	30	

Mapa III - Área de Especialização em Espaço - 1º ano/1º semestre**4.3.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****Área de Especialização em Espaço****4.3.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****Specialization Area in Space****4.3.2.Ano/semestre/trimestre curricular:****1º ano/1º semestre****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)
Aerodinâmica II / Aerodynamics II	TTCE	Semestral	168	TP - 42;PL - 7	6	
Sistemas de Satélites / Satellite Systems	Tele	Semestral	168	T 28; TP - 21	6	
Fundamentos de Telecomunicações / Foundations of Telecommunications	Tele	Semestral	168	TP - 49	6	
Projeto e Produção Sustentável / Sustainable Design and Manufacturing	TMGI	Semestral	168	TP - 49	6	
Gestão do Tráfego Aéreo / Air Traffic Management	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Sensores e Sistemas / Sensors and Systems	MAA	Semestral	168	T - 28;PL - 21	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Emissões Aeronáuticas / Aircraft Emissions	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Helicópteros / Helicopters	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Fenómenos Interativos / Interactive Phenomena	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Escoamentos e Campos de Forças / Flow and Force Fields	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)

Aeroelasticidade / Aeroelasticity	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Sistemas de Radar / Radar Systems	Tele	Semestral	168	T - 28;TP - 21	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
Arquitetura e Organização de Computadores/ Computer Architecture and Organization	Comp	Semestral	168	T - 28; PL - 21	6	Optativa: Opção de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives (6 ECTS)
-	-	-	168	n.a.	6	Deverão ser escolhidos 6 ECTS em UCs de opção

(14 Items)

Mapa III - Área de Especialização em Espaço - 1º ano/2º semestre

4.3.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável): *Área de Especialização em Espaço*

4.3.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable): *Specialization Area in Space*

4.3.2.Ano/semestre/trimestre curricular: *1º ano/2º semestre*

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)
Lançadores Espaciais / Space Launchers	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	
Guiamento, Navegação e Controlo /Guidance, Navigation and Control	MAA	Semestral	168	T - 28;PL - 21	6	
Antenas e Propagação / Antennas and Propagation	Tele	Semestral	168	T - 28;TP - 21	6	Optativa: Veículos e Missões - escolher 12ECTS entre 1ºº e 2º1º
Aerodinâmica III / Aerodynamics III	TTCE	Semestral	168	TP - 42;PL - 7	6	Optativa: Veículos e Missões - escolher 12ECTS entre 1ºº e 2º1º
Sistemas Autónomos / Autonomous Systems	SDC	Semestral	168	TP - 28;PL - 21	6	Optativa: Veículos e Missões - escolher 12ECTS entre 1ºº e 2º1º
Oscilações Eletromecânicas / Electromechanical Oscillations	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Modelação Multidisciplinar - escolher 12ECTS entre 1ºº e 2º1º
Tecnologia e Projeto de Antenas / Antenna Technology and Design	Tele	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Modelação Multidisciplinar - escolher 12ECTS entre 1ºº e 2º1º
Propagação e Dissipação / Propagation and Dissipation	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Modelação Multidisciplinar - escolher 12ECTS entre 1ºº e 2º1º
Ambiente Espacial / Space Environment	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Oscilações Eletromecânicas / Electromechanical Oscillations	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)

Concepção Optimizada de Aeronaves / Aircraft and Spacecraft Optimal Design	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Novas Configurações de Veículos Aeroespaciais / New Configurations for Air Systems	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Sistemas de Propulsão Híbrida Elétrica para Aeronaves / Aircraft Hybrid Propulsion Systems	Energ	Semestral	168	TP -35;PL - 14	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Controlo Multivariável, Não Linear e Ótimo / Multivariate, Nonlinear, and Optimal Control	SDC	Semestral	168	T - 28; TP - 10,5;PL - 10,5	6	Optativa: Opção 2 de Aeroespacial / Optative: Aerospace Electives 2 (6 ECTS)
Minor ou Opção Livre 1/ Minor or Free Elective 1	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre/Optative: Minor or Free Elective (6 ECTS)
AreaEspec.Espaço completar 12ECTS numa das espec secund. à escolha (Veículos e Missões ou Modelação Multidisciplinar)e 18ECTS no minor/opções livres. (16 Items)	-	-	504	n.a.	18	Deverão ser escolhidos 18 ECTS em UCs de opção

Mapa III - Área de Especialização em Espaço - 2º ano/1º semestre

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

Área de Especialização em Espaço

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

Specialization Area in Space

4.3.2.Ano/semestre/trimestre curricular:

2º ano/1º semestre

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)
Planeamento de Missões Espaciais / Space Mission Analysis and Design	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	
Fenómenos Interactivos / Coupled Phenomena	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Veículos e Missões - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Escoamento e Campos de Forças / Flow and Force Fields	MAA	Semestral	168	TP - 49	6	Optativa: Modelação Multidisciplinar - escolher 12ECTS entre 1º2º e 2º1º
Minor ou Opção Livre 2/Minor or Free Elective 2	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre/Optative: Minor or Free Elective (12 ECTS)
Minor ou Opção Livre 3/Minor or Free Elective 3	OL	Semestral	168	n.a.	6	Optativa: Minor ou Opção Livre/Optative: Minor or Free Elective (12 ECTS)
Projecto em Engenharia Aeroespacial/Project in Aerospace Engineering	Diss	Semestral	168	OT - 14	6	Optativa/Optative Elective (12 ECTS)
Atividades Extracurriculares I/ Extracurricular Activities I	OL	Semestral	84	n.a.	3	Optativa 12 ECTS. Podem ser creditados ate 6 ECTS em AEC

Atividades Extracurriculares II/ Extracurricular Activities II	OL	Semestral	84	n.a.	3	Optativa 12 ECTS. Podem ser creditados ate 6 ECTS em AEC
AreaEspec.Espaço completar 12ECTS numa das espec secund. à escolha (Veículos e Missões ou Modelação Multidisciplinar)e 18ECTS no minor/opções livres. (9 Items)	-	Semestral	672	n.a.	24	Deverão ser escolhidos 24 ECTS em UCs de opção

Mapa III - Área de Especialização em Espaço - 2º ano/2º semestre

4.3.1.Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):
Área de Especialização em Espaço

4.3.1.Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):
Specialization Area in Space

4.3.2.Ano/semestre/trimestre curricular:
2º ano/2º semestre

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)
Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeroespacial/Master Dissertation in Aerospace Engineering (1 Item)	Diss	Semestral	840	OT - 28	30	

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Projecto de Componentes Mecânicos

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:
Projecto de Componentes Mecânicos

4.4.1.1.Title of curricular unit:
Machine Components Design

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

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):

ist12093, Eduardo Joaquim Anjos de Matos Almas, 49.0 horas/semestre

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

ist13915, Miguel Pedro Tavares da Silva, 49.0 horas/semestre

ist13987, Luís Filipe Galvão dos Reis, 49.0 horas/semestre

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

O objectivo desta unidade curricular é desenvolver nos alunos a capacidade de aplicar as ciências básicas de engenharia, previamente estudadas em outras unidades curriculares, ao projecto mecânico. No final, os alunos deverão ser capazes de fazer o dimensionamento de elementos mecânicos de média complexidade, baseado em métodos analíticos e métodos numéricos e combinar, com sentido crítico, modelação geométrica com cálculo numérico.

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

The objective of this curricular unit is to develop in the students the ability to apply the basic engineering sciences, previously studied in other curricular units, to mechanical design. At the end, students should be able to design mechanical elements of moderate complexity, based on analytical and numerical tools and to combine geometric modelling with numerical tools with a critical design perspective.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

- 1- Projecto mecânico: Projecto e suas fases; Teorias de falha em estática; Teorias de falha em fadiga.*
- 2- Uniões aparafusadas e uniões rebitadas: Juntas aparafusadas com carregamentos axial, transversal ou combinado; Critérios de falha à fadiga; Juntas rebitadas e aparafusadas suportando esforços de corte.*
- 3- Molas: Tensões e deformações em molas helicoidais; Estabilidade; Resistência à fadiga de molas helicoidais.*
- 4- Engrenagens: Terminologia e relações geométricas; Forças no engrenamento; Relação de condução; Escorregamento específico; Rendimento; Interferências.*
- 5- Trens de engrenagens: Trens normais; Trens epicicloidais: Métodos de análise cinemática; Métodos da Fórmula e da Tabela.*
- 6- Uniões de veios: Rígidas; Móveis; Elásticas; de Segurança; Hidráulicas.*
- 7- Embraiagens e freios: Superfícies cónicas e de disco; Superfícies de calços interiores de actuação descentrada; Superfícies de calços exteriores oscilantes; Superfícies de cinta exterior.*

4.4.5.Syllabus:

- 1- Mechanical design: Design and its phases; Static loading failure theories; Fatigue failure theories.*
- 2- Bolted and riveted joints: Designing a bolted joint with an external tensile load, an external shear load or both external tension and shear loads; Bolt fatigue failure criteria; Bolted and riveted joints loaded in shear.*
- 3- Springs: Stresses and deflection in helical springs; Stability; Fatigue loading of helical springs.*
- 4- Gears: Nomenclature and geometrical relations; Forces between the gears mating teeth; Contact ratio; Specific sliding; Efficiency; Tooth interference.*
- 5- Gear trains: Ordinary gear trains; Epicyclic gear trains; Kinematic analysis. The Formula and the Tabulation method.*
- 6- Shaft couplings: Rigid; Compliant; Flexible; Safety; Hydraulic.*
- 7- Clutches and brakes: Cone and disk type; Rim type (internal expanding shoes) model; External contracting pivoted symmetrical shoes model; External band model.*

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

O objectivo desta unidade curricular é dotar os alunos da capacidade de compreender a aplicação das ciências básicas de engenharia na análise e no projecto de alguns dos principais componentes mecânicos de máquinas. Em coerência com este objectivo, o conteúdo programático inclui como tópicos principais os critérios de projecto para condições de solicitações estáticas ou dinâmicas, o projecto de juntas de ligação e de molas, a análise cinemática de engrenagens e trens de engrenagens, o estudo de uniões de veios e o projecto de embraiagens e freios. Pretende-se com este programa que os alunos adquiram a capacidade de fazer a análise, a selecção ou o dimensionamento de alguns dos elementos mecânicos mais comuns em máquinas.

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

This curricular unit aims to provide the students with the ability to understand the application of the engineering basic sciences to the analysis and to the design of some of the main machine components. Consistent with this objective the syllabus includes, as main topics, the design criteria for static or dynamic loading, the design of joints and springs, the kinematic analysis of gears and gear trains, the analysis of shaft couplings and the design of clutches and brakes. Through this syllabus it is intended that the students acquire the ability to analyse, select or design some of the most common machine elements.

4.4.7.Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação tem duas componentes:

- 1- Avaliação Contínua (50% da Nota Final): Realização de um Projecto em grupo;*
- 2- Avaliação por Exame Final (50% da Nota Final): Exame escrito individual.*

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

The grading comprises two parts:

- 1 - Midterm Assessment (50% of Final Grade): Execution of a Group Project;*
- 2- Assessment by Final Exam (50% of the Final Grade): Individual Written Exam.*

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

Nas aulas é feita a apresentação e demonstração dos conceitos fundamentais e a aplicação da teoria à resolução de exercícios de projecto e verificação de vários componentes mecânicos. Estas aulas são complementadas com a observação de diversos componentes mecânicos reais e de alguns modelos cinemáticos construídos para o efeito. A participação dos alunos é incentivada através do convite à apresentação de sugestões quanto ao modo de resolução dos problemas, da análise crítica dos resultados obtidos e ainda do esclarecimento imediato de qualquer dúvida surgida. O exames escrito é constituído por um conjunto de problemas práticos para aferição dos conhecimentos teóricos adquiridos e do desembaraço na sua aplicação. O objectivo do trabalho de projecto é desenvolver nos alunos a capacidade de pesquisa autónoma sobre uma área específica do projecto mecânico. Para além da utilização da teoria e dos métodos de cálculo, os alunos terão de procurar informação, directamente ou através da Internet, sobre normas, códigos e especificações de materiais e produtos normalizados disponibilizados pelos fabricantes. Pretende-se assim fazer a ligação entre as capacidades cognitivas adquiridas e as suas aplicações concretas no mundo industrial. No final desta unidade curricular os alunos deverão ter desenvolvido a capacidade de fazer o dimensionamento de componentes mecânicos e de analisar com sentido crítico o seu desempenho em serviço.

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

During classes the presentation and demonstration of the fundamental concepts are made, as well as the application of theory to the solution of exercises about design and verification of several mechanical components. These lectures are complemented with the observation of various real mechanical components and kinematic models. Student participation is encouraged through the call for suggestions on how to solve problems, critical analysis of the results obtained and also the immediate clarification of any doubts that may arise. The written exam consist on a set of practical problems to assess the amount of theoretical knowledge acquisition and the skill in its application. The objective of the project work is to develop the students' self-study ability on a specific mechanical design area. Besides the use of theory and calculation methods, students will have to seek information, directly or through the Internet, on standards, codes and specifications of materials and standard products available from manufacturers. The aim is to make the link between acquired cognitive skills and their practical applications in the industrial world. At the end of this curricular unit students should be able to design mechanical components and to analyze their performance in service with a critical perspective.

4.4.9.Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Shigley's Mechanical Engineering Design", Richard G. Budynas and J. Keith Nisbett, 2019, 11th Edition- McGraw-Hill Education. ; "Fundamentals of Machine Component Design", Robert C. Juvinall and Kurt M. Marshek, 2019, 7th Edition - John Wiley & Sons. ; "Fundamentals of Machine Elements", Steven Schmid, Bernard Hamrock and Bo Jacobson, 2014, 3rd Edition-SI Version-2014. CrcPress.

Mapa IV - Aeronaves Robotizadas**4.4.1.1.Designação da unidade curricular:**

Aeronaves Robotizadas

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Unmanned Aerial Vehicles

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:****TP - 28;PL – 21****4.4.1.6.ECTS:****6.0****4.4.1.7.Observações:****Coordenação partilhada DEEC/DEM, com alternância de responsabilidade de 2 em 2 anos: DEEC - 19/20 e 20/21; DEM - 21/22 e 22/23.****Docente responsável do DEM: Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira, ist13093.****Docente responsável do DEEC: Rita Maria Mendes de Almeida Correia da Cunha, ist31057.****4.4.1.7.Observations:****Shared coordination DEEC/DEM, alternating every 2 years: DEEC - 19/20 e 20/21; DEM - 21/22 e 22/23.****Coordinator from DEM: Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira, ist13093.****Coordinator from DEEC: Rita Maria Mendes de Almeida Correia da Cunha, ist31057.****4.4.2.Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist31057, Rita Maria Mendes de Almeida Correia da Cunha, 28h****4.4.3.Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist13093, Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira, 21h****ist14388, Pedro Tiago Martins Batista, 21h****4.4.4.Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- *Compreender os conceitos fundamentais envolvidos na modelação, navegação e controlo de aeronaves robotizadas.*
- *Identificar as fases preliminares do desenho e modelação deste tipo de veículos.*
- *Revisitar e aplicar conceitos fundamentais da teoria de sistemas.*
- *Compreender, implementar e testar experimentalmente soluções de estimação do estado e controlo de movimento linear, baseados em metodologias de controlo e estimação linear e não-linear.*

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

- *Understand the fundamental concepts involved in modeling, navigation and control of unmanned aerial vehicles.*
- *Identify the preliminary phases of vehicle modeling and design.*
- *Revisit and apply key concepts from systems theory and control theory.*
- *Understand, implement, and experimentally test motion control and state estimation solutions rooted in linear and nonlinear control and estimation theory.*

4.4.5.Conteúdos programáticos:**1 - Introdução aos Veículo Aéreos não-tripulados (VANT)****Configurações e classificação. Componentes de um VANT. Aplicações.****2 – Modelação****Cinemática e dinâmica do corpo rígido. Representações de atitude. Linearização de modelos e representação em espaços de dados. Modelação de aeronaves robotizadas (asa-fixa e veículos quadrirotor).****3 - Controlo de movimento****Técnicas de controlo linear e não-linear. Aplicação ao controlo de aeronaves robotizadas (asa-fixa e veículos quadrirotor).****4 - Estimação de estado****Sensores para VANTs. Filtro de Kalman. Estimação de atitude. Integração GPS/INS.****5 - Planeamento de trajetórias Motion Planning****Trajcetórias de Dubin. Algoritmos com pontos de via. Algoritmos de cobertura. Métodos baseados em optimização.**

6 - Tópicos adicionais**Controlo cooperativo. Controlo baseado em visão. Manobras agressivas.****7 - Aplicações e futuro das aeronaves robotizadas****Aplicações atuais e futuras. Questões em aberto para garantir uma operação segura e eficaz.****4.4.5.Syllabus:****1 - Introduction to Unmanned Aircraft Systems (UAS)****Vehicle configurations and classification. UAS components. Applications.****2 – Modeling and Design****Rigid-body kinematics and dynamics. Attitude representation. Model linearization and state-space modeling. Airplane and quadrotor modeling and design.****3 - Motion Control****Linear and nonlinear control techniques. Application to airplane motion control and quadrotor motion control.****4 - State Estimation****Sensors for Unmanned Aerial Vehicles. Kalman Filtering. Attitude estimation. GPS/INS Integration.****5 - Motion Planning****Dubin's paths. Point-to-point algorithms. Coverage algorithms. Optimization-based methods.****6 - Additional Topics****Multi-vehicle cooperative control. Vision-based control. Agile maneuvering.****7 - Applications and the future of UAVs****Current and future applications. Open issues for effective and reliable operation.****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):****70% de avaliação contínua/ 30% 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:****Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice, Randal W. Beard & Timothy W. McLain,, 2012, Princeton University Press.****Feedback Systems - An Introduction for Scientists and Engineers, Karl Astrom and Richard Murray, Second Edition 2019, online edition, Princeton University Press.****Mapa IV - Aeroelasticidade****4.4.1.1.Designação da unidade curricular:****Aeroelasticidade****4.4.1.1.Title of curricular unit:**

Aeroelasticity

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist13198, Fernando José Parracho Lau, 49 horas

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):

Com esta unidade curricular o aluno irá aprender as noções fundamentais da interação entre as forças aerodinâmicas e a deformação estrutural de uma aeronave. O curso irá cobrir fenómenos aeroelásticos estáticos e dinâmicos, tais como divergência, eficiência das superfícies de controlo e flutter, onde o aluno irá aprender como derivar as equações do movimento.

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

With this course the student will learn the fundamentals of the interactions between aerodynamic forces and aircraft structural deformation. The course will cover static and dynamic aeroelastic phenomena such as divergence, control surface effectiveness and flutter. The student will learn how to derive static and dynamic aeroelastic equations of motion.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

- 1. Fundamentos da Mecânica Estrutural: Mecânica da Partícula e do Corpo Rígido. Teoria da Viga. Vigas compósitas.**
- 2. Dinâmica Estrutural: Torsão, Flexão e Movimentos acoplados. Método de Rayleigh-Ritz.**
- 3. Aeroelasticidade Estática: Divergência, Reversão do Aileron, Teoria das faixas. Divergência Torsional. Distribuição das cargas aerodinâmicas. Método de Galerkin. Divergência de asas com flecha. Asas em compósito.**
- 4. Flutter: Flutter a 1 e 2 Dimensões. Diagramas de V-g e V-w. Métodos p, k e p-k.**
- 5. Aerodinâmica quase-estacionária. Teoria de Theodorsen.**

4.4.5.Syllabus:

- 1. Mechanics Fundamentals: Particles and Rigid Bodies. Elementary and Composite Beam Theory.**
- 2. Structural Dynamics: Torsional, Bending and Coupled Dynamics. Rayleigh-Ritz Method.**
- 3. Static Aeroelasticity: Divergence, Aileron Reversal, Strip Theory, Torsional Divergence. Air Load Distribution. Divergence Eigenvalue / Galerkin's Method. Swept Wing Divergence. Composite wings.**
- 4. Aeroelastic Flutter: SdoF Torsional Flutter. Two-DoF Flutter. V-g and V-w Diagrams. p Method. k and p-k Methods.**
- 5. Quasi-Steady Aerodynamics: Theodorsen Aerodynamics.**

- 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 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 ($\leq 50\%$).
- 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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$).
- 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 computacionais. 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 computational work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formation.
- 4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, Jan. R. Wright & Jonathan E. Cooper, 2015, Wiley

Mapa IV - Conversão Electrónica e Armazenamento de Energia

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**
Conversão Electrónica e Armazenamento de Energia
- 4.4.1.1. Title of curricular unit:**
Electronic Power Conversion and Storage
- 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):

José Fernando Alves da Silva, ist11962, 28h

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

Sonia Maria dos Santos Paulo Ferreira Pinto, ist13145, 21h

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

Adquirir competências para: 1. Selecionar e utilizar dispositivos eletrónicos de potência; 2. Analisar e projetar circuitos de potência de conversão eletrónica comutada para sistemas de armazenamento de energia elétrica; 3. Sintetizar os circuitos de regulação de conversores eletrónicos comutados para aplicação em sistemas de armazenamento de energia elétrica.

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

Students should obtain the following core competences: 1. To select and use electronic power switching devices; 2. To analyze and design electronic conversion power circuits for electrical energy storage systems; 3. To synthesize drive and control circuits of electronic converters for applications in electric energy storage systems.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

1. Dispositivos eletrónicos de potência: díodos PN, PIN e SiC Schottky; transistores bipolares de junção; transistores MOSFET e bipolares de porta isolada IGBT e IEGT; tiristores e tiristores GTO, IGCT e ETO; díodos, transistores e tiristores de efeito de campo de junção (FCD, SIT, VJFET, BSIT, SITH) em Si, SiC e C: Caraterização, perdas, proteções e comando. Associações série e paralelo, cascode generalizado. 2. Análise e síntese de topologias de conversão eletrónica comutada de energia elétrica: conversão dc-dc, dc-ac, ac-dc e ac-ac. 3. Sistemas de armazenamento de energia elétrica. 4. Introdução ao estudo da regulação linear e não linear de conversores comutados. Modelação linear e não linear. Síntese de compensadores e comando linear e não linear para aplicações em sistemas de armazenamento de energia elétrica.

4.4.5.Syllabus:

1. Electronic power devices: PN, PIN and SiC Schottky diodes; bipolar junction transistors; IGBT and IEGT isolated gate bipolar MOSFET and transistors; thyristors and thyristors GTO, IGCT and ETO; Junction field effect diodes, transistors and thyristors (FCD, SIT, VJFET, BSIT, SITH) on Si, SiC and C: Characterization, losses, protections and drive. Serial and parallel associations, generalized cascode. 2. Analysis and synthesis of electronic conversion topologies: dc-dc, dc-ac, ac-dc and ac-ac conversion. 3. Energy storage systems. 4. Introduction to the study of linear and nonlinear control of electronic converters. Linear and nonlinear modelling. Synthesis of compensators and linear and nonlinear controllers for applications in electrical energy storage systems

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos da conceção e aplicações teórico-práticos da matéria lecionada permitem ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como profissional de engenharia, capacitando-o, ainda, para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The syllabus contents cover the main topics of conception and theoretical-practical applications of the subject taught, allowing the student to review and deepen background knowledge, as well as acquire new knowledge useful to his activity as an engineering professional, enabling him, still, for other learning through autonomous search. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, students are asked to study the contents and solve application exercises.

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, laboratórios, fichas eletrónicas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ($\leq 50\%$) de forma a fazer pelo menos 50% de avaliação contínua.

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg projects, laboratories, electronic files, etc.) compatible with the significant reduction of the weight of assessment by exams ($\leq 50\%$) in order to do at least 50% continuous assessment.

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, permitindo o confronto com problemas reais. 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 demonstration classes and experimental work, allowing the confrontation with real problems. 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:

Power Electronics: Converters, Applications, and Design, Mohan, N., T. Undeland, and W. Robbins, 2002, 3rd ed. New York, NY: John Wiley; Electrónica Industrial: Semicondutores e Conversores de Potência, J. Fernando A. Silva, 2013, série Manuais Universitários, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, ISBN 978-972-31-1499-7; Electrical Energy Conversion and Storage, José Fernando Alves da Silva, 2019, ; Lab Guides of ELECTRONIC POWER CONVERSION AND STORAGE, José Fernando Alves da Silva, 209,

Mapa IV - Sistemas de Propulsão Híbrida Elétrica para Aeronaves

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Propulsão Híbrida Elétrica para Aeronaves

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aircraft Hybrid Propulsion 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:

TP - 35; PL - 14

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional.

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

Paulo José da Costa Branco, ist13330, 21h

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

João Filipe Pereira Fernandes, ist158045, 42h

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

Saber analisar e caracterizar soluções de sistemas de acionamentos elétricos de velocidade variável usuais na indústria aeronáutica para assegurar a propulsão e/ou a produção de energia elétrica auxiliar em aeronaves.

Saber os aspetos a ponderar na sua conceção de acordo com as especificações requeridas. Definição das necessidades de potência. Funcionamento em regime permanente e transitório do acionamento, ambos acoplados à dinâmica de voo. Influência das condições ambientais específicas, tais como, altitude, pressão atmosférica, e temperatura, no funcionamento dos motores elétricos e sistema de armazenamento de energia (“fuel cells”, baterias e supercondensadores).

Saber aplicar metodologias de modelização multifísica (electro-termo-mecânica) da associação conversor eletrónico-eletromecânico.

Saber utilizar modelos dinâmicos dos motores elétricos e conversores eletrónicos para quantificação dos aspetos funcionais. Conhecer os requisitos de certificação dessas novas tecnologias.

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

Know how to analyze and characterize solutions of variable speed electric drive systems most common in the aeronautics industry to ensure propulsion and/or production of auxiliary electric energy in aircraft.

Know the aspects to consider in their design according to the required specifications. Definition of power requirements. Steady-state and transient operation of the electric drive, both coupled with flight dynamics. Influence of specific environmental conditions such as altitude, atmospheric pressure, and temperature on the operation of electric motors and energy storage systems (fuel cells, batteries, and supercapacitors).

Know how to apply methodologies for multiphysical (electro-thermal-mechanical) modeling of the associated electronic and electromechanical converters.

Know how to use dynamic models of electric motors and electronic converters to quantify their functional aspects.

Know the certification requirements of these new technologies in aircrafts.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Aeronaves: elétrica, série-híbrida, paralela-híbrida, turboelétrica.

Dimensionamento do Sistema de Propulsão. Requisitos: carga útil, alcance, velocidade/altitude de cruzeiro, distância de decolagem/aterragem.

Dimensionamento do Acionamento Elétrico. Motor elétrico. Conversor eletrónico. Sistema de armazenamento de energia.

Motores Elétricos em Aeronaves Híbridas/Elétricas. Motores “brushless”: DC e AC, síncronos com ímanes permanentes internos ao rotor, síncronos de relutância, e motores de indução.

Conversores Eletrónicos em Acionamentos de Velocidade Variável. Modulação por largura de pulso (PWM) e por vetores espaciais (SVM).

Controlo de velocidade de motores elétricos. Controlo por orientação de campo (FOC). Controlo direto de binário (DTC).

Eficiência do Acionamento. Motor elétrico: perdas no núcleo, cobre e efeito pelicular. Perdas no armazenamento de energia. Mapas de eficiência.

Modelização do Armazenamento de Energia. Bateria iões de lítio. Fuel cell. Super-condensador.

4.4.5.Syllabus:

Aircraft: full electric, hybrid-series, hybrid-parallel and turboelectric.

Sizing of Aircraft Propulsion Systems. Requirements: load, range, cruise speed/altitude, takeoff and landing distances.

Sizing the Electric Drive System. Electric motor: torque and power, constant power/speed ratio, machine sizing.

Electronic converters. Energy storage system.

Most Common Electric Motors for Aircrafts Propulsion. Brushless motors: DC and AC. Interior permanent magnet synchronous motors. Induction motors. Synchronous reluctance motors.

Electronic Converters for AC Drives. Pulse width modulation (PWM). Space-vector PWM.

Speed Control of Electrical Drives. Field oriented control (FOC). Direct torque control (DTC).

Drive System Efficiency. Electric motor: core losses, copper losses and skin effects. Energy storage losses. Efficiency mapping.

Energy Storage Modeling. Lithium-ion batteries. Fuel cells. Supercapacitors.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC de Sistemas de Propulsão Híbrida Elétrica para Aeronaves, descritos anteriormente, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos,

descritos acima, visam dotar os alunos em Engenharia Aeroespacial das áreas de Aviónica e Aeronaves com os conhecimentos e competências necessárias ao seu correto cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Given the learning objectives of the UC of Hybrid Electric Propulsion Systems for Aircraft, described before, any specialist in the subject will be able to verify that all points of the syllabus, described previously, aim to equip students in Aerospace Engineering in the areas of Avionics and Aircraft with the knowledge and skills necessary for their correct fulfillment and the acquisition of said objectives.

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 ($\leq 50\%$). Especificamente, a UC de Sistemas de Propulsão Híbrida Elétrica terá as seguintes percentagens de avaliação: 50% de avaliação contínua (laboratorial) + 50% de avaliação não contínua (exame).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams ($\leq 50\%$). Specifically, the UC of Hybrid Electric Propulsion Systems will have the following percentages of assessment: 50% of continuous assessment (laboratory) + 50% of non-continuous assessment (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:

- *Eismin, Thomas K. (2019) Aircraft Electricity and Electronics, Sixth Edition by McGraw-Hill Education.*
- *Anne Hayes, J. G., & Goodarzi, G. A. (2017). Electric Powertrain: Energy Systems, Power Electronics and Drives for Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles. John Wiley & Sons.*
- *Pryor, R. W. (2009). Multiphysics modeling using COMSOL®: a first principles approach. Jones & Bartlett Publishers.*

Mapa IV - Programação de Sistemas

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Programação de Sistemas

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Systems 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):****ist14028, João Nuno de Oliveira e Silva, 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):**

São objetivos desta UC dotar os alunos com conhecimentos e competência suficientes para a programação e desenvolvimento de sistemas compostos por diversos processos, sendo abordados conceitos de desenho de sistemas, uso de mecanismos de comunicação entre processo e persistência de dados.

No fim da UC os alunos serão capazes de:

- **Compreender os conceitos teóricos relacionados com o desenho e especificação de sistemas compostos por diversos processos**
- **Conhecer e aplicar metodologias de descrição de sistemas**
- **Conhecer os diversos modelos arquiteturais e saber em que circunstâncias os aplicar**
- **Compreender a gestão de processos nos Sistemas Operativos atuais**
- **Conhecer e aplicar diversos modelos de sincronização entre processos**
- **Conhecer e aplicar diversos modelos de comunicação entre processos**
- **Conhecer e compreender mecanismos de modelação e armazenamento de dados**

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

The main objectives of the Course are to provide students with sufficient knowledge and competence for the programming and development of systems composed of various processes, including concepts of systems design, use of communication mechanisms between processes and data persistence.

After successful course completion students will be able to:

- **Understand the theoretical concepts related to the design and specification of systems composed of various processes.**
- **Know and apply system description methodologies**
- **Know the various architectural models and know under what circumstances apply them**
- **Understand process management in current Operating Systems**
- **Know and apply various models of synchronization between processes.**
- **Know and apply various models of communication between processes**
- **Know and understand data storage mechanisms**

4.4.5.Conteúdos programáticos:**Arquiteturas de Software****Introdução ao SysML-Lite****Gestão de processos em Unix****Sincronização entre processos em Unix****Comunicação entre processos****Comunicação indirecta (message queues)****Mecanismos de modelação e persistência de dados (introdução ao SQL)****Middlewares de Object-relational mapping****4.4.5.Syllabus:****Software Architectures****Introduction to SysML-Lite****Unix Process Management****Unix Process Synchronization****Communication between processes****Indirect communication (message queues)**

Data persistence mechanisms

- 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:**
Microsoft Application Architecture Guide - patterns and practices, Vários, 2008, Microsoft;
SysML Distilled - A Brief Guide to the Systems Modeling Language, Lenny Delligatti, 2014, Pearson Education, Inc;
Advanced Programming in the UNIX Environment, W. Richard Stevens, et all, 2005, Addison-Wesley;
RabbitMQ, Martin Toshev, 2015, Packt Publishing;
Seven Databases in Seven Weeks, Second Edition, Luc Perkins, Jim Wilson, Eric Redmond, 2018, The Pragmatic Programmers

Mapa IV - Aerodinâmica II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Aerodinâmica II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aerodynamics II

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

TTCE

4.4.1.3.Duração:

Semestral

4.4.1.4.Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5.Horas de contacto:

TP - 42;PL – 7

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):

ist12278,, Luís Rego da Cunha de Eça, 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):

O objectivo principal da unidade curricular é transmitir aos alunos os conhecimentos teóricos e práticos necessários para o estudo das características aerodinâmicas de superfícies sustentadoras e de corpos não fuselados. Assim, pretende-se nesta disciplina que o aluno utilize as noções básicas adquiridas nas unidade curriculares de Aerodinâmica I para analisar escoamentos de interesse prático, mas que simultaneamente tome contacto com métodos numéricos actualmente disponíveis para o estudo de superfícies sustentadoras. A UC tem também um capítulo introdutório de escoamento compressível unidimensional.

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

This main goal of this course is to transmit to the students the basic theories for the study of the aerodynamic characteristics of lifting surfaces and bluff bodies. The basic notions of Fluid Mechanics are used to interpret the flow around geometries of practical interest and the course also describes different numerical methods available for the study of finite wings. The course has also an introductory chapter of one dimensional compressible flow.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Objectivos da Aerodinâmica e equações fundamentais. Camada limite incompressível tridimensional. Transição de regime laminar para turbulento. Escoamento incompressível de fluido ideal: potencial de velocidade; transformação conforme. Superfícies sustentadoras: perfis alares em fluido ideal; perfis alares em fluido real; asas finitas. Corpos não fuselados. Escoamento compressível estacionário: escoamento de Couette compressível: parede adiabática. velocidade do som.

4.4.5.Syllabus:

Fundamental equations and goals of Aerodynamics. Incompressible three-dimensional boundary layers, transition from laminar to turbulent flow. Ideal flow of an incompressible fluid: velocity potential, conformal mapping. Lifting surfaces: airfoils in ideal flow, airfoils in viscous flow, finite wings. Bluff bodies. Steady compressible flow: compressible Couette flow: adiabatic wall. speed of sound.

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 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):

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation 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:

"Aerodinâmica Incompressível: Fundamentos", Vasco de Brederode, 2018, IST Press, 2ª edição ; Aerodinâmica Incompressível: Exercícios, Luís Eça, 2015, IST Press; "Fluid Flow, A First Course in Fluid Mechanics", Sabersky R.H., Acosta A.J., Hauptmann E.G, Gates E.M., 1999, Prentice Hall, 4th Edition; "Boundary Layer Theory", Schlichting H., 1979, McGraw-Hill, 7th Edition; "Aerodynamics of the Airplane", Schlichting K., Truckenbrodt E., Ramm H.J., 1979, McGraw-Hill

Mapa IV - Aeroacústica

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Aeroacústica

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Aeroacoustics

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist13198, Fernando José Parracho Lau, 49 horas

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):

O objectivo da Unidade Curricular é o de introduzir o aluno às teorias de geração de som, devido em particular à interacção fluido-estrutura. Serão estudados exemplos de ruído provocado por máquinas rotativas, veículos, aeronaves e motores de propulsão.

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

The objective of the course is to introduce the theories of sound generation from the interaction of flows with structures. Applications related to rotating machinery, road vehicles, aircrafts, and propulsive thrust devices will be discussed.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

*1 ONDAS SONORAS: Medidas Subjectivas do Som; Equações de Conservação; Velocidade da Perturbação; Determinação da velocidade do Som; Estudo Energético da Perturbação.**2 ONDAS TRI-DIMENSIONAIS: Onda Plana; Onda Esférica centrada na Origem; Som gerado por Bolha a pulsar; Som gerado por Esfera a vibrar; Ondas Bi-Dimensionais.**3 ONDAS EM TUBEIRAS: Tubeiras de Secção Quadrada; Tubeiras de Secção Variável**4 SUPERFÍCIES DE DESCONTINUIDADE: Propagação do Som pelas Paredes; Ondas Oblíquas numa Superfície; Refracção do Som.**5 TEORIA DOS RAIOS SONOROS: Lei de Snell; Propagação do Som na Água; Propagação do Som na Atmosfera**6 CÂMARAS DE REVERBERAÇÃO: Tubos de Órgão; Tubo de Rijke; Ressonador de Helmholtz; Acústica de Edifícios; Tempo de Reverberação**7 FONTES DE RUÍDO E ANALOGIA DE LIGHTHILL: Definição de Fonte Sonora; Analogia de Lighthill**8 CAMPO SONORO DE FONTES EM MOVIMENTO: Efeito de Doppler; Coordenadas do Emissor e do Receptor; Fonte Supersónica: Cone de Mach.*

4.4.5.Syllabus:

*1 SOUND WAVES: Subjective units of sound; Equations of conservation; Particle Velocity; Sound velocity; Energy study.**2 THREE-DIMENSIONAL SOUND WAVES: Plane Wave; Spherical Wave; Sound generated by pulsating bubble and vibrating sphere; Two-dimensional sound waves.**3 Waves in Pipes: Square cross-section Pipes ; Pipes of varying cross-section.**4 SURFACE OF DISCONTINUITY: Sound propagation through walls; Oblique waves incident on a surface; Refraction of sound.**5 RAY THEORY: Snell's Law; Sound propagation in water and in atmosphere.**6 RESONATORS: Organ pipe; Rijke tubes; Helmholtz resonator; Room acoustics; Reverberation time**7 SOURCES OF SOUND AND LIGHTHILL'S ANALOGY: Definition of Source of Sound; Lighthill's acoustic analogy; Jet sound.**9 SOUND FIELD OF MOVING SURFACES: Doppler Effect; Emmission and Reception Coordinates; Mach Cone.*

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):

- *4 avaliações contínuas (50% da nota final);*
- *Um exame escrito (50% da nota final).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- *4 exercises during the semester (50% of the final grade);*
- *One written exam (50% of the final grade).*

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:

Sound and Sources of Sound, A. P. Dowling & J. E. Ffowcs-Williams, 1983, John Wiley & Sons

Mapa IV - Mecânica de Fluidos Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica de Fluidos Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Fluid Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TTCE

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):

ist11668, José Carlos Fernandes Pereira, 42 horas

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

ist14442, José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira, 7

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

Adquirir fundamentos de métodos de discretização, principalmente de (DF) diferenças finitas e (VF) volume finito para a solução das equações de Navier-Stokes e de Euler. Prática computacional de solução de escoamentos invíscidos ou viscosos em geometrias complexas. Capacidade de conceber, realizar, testar e aplicar algoritmos de cálculo baseados no método de volume finito para a solução de problemas de escoamentos incompressíveis ou compressíveis e perceber e controlar as fontes de imprecisão numérica de modo a saber aumentar a precisão dos cálculos. Prática de software comercial Star CC+ e ANSYS Fluent, OpenFOAM.

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

To acquire fundamentals of discretization methods, mainly finite difference (DF) and finite volume (VF) for the solution of the Navier-Stokes and Euler equations. Computational practice of solution of inviscid or viscous flows in complex geometries. Ability to design, perform, test and apply finite volume method-based calculation algorithms to solve incompressible or compressible flow problems and to understand and control numerical inaccuracy sources in order to increase the accuracy of calculations. Star CC + and ANSYS Fluent OpenFOAM commercial software practice.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Natureza matemática das equações que governam os escoamentos de fluidos; características; Método das Diferenças Finitas e método dos Volume Finitos; Discretização de equações elípticas; Métodos iterativos para a solução de sistemas de equações; Discretização temporal, Consistência, Estabilidade e Convergência; Teorema de Lax, Estabilidade não linear, Condições de estabilidade não lineares: preservação da monotonicidade, variação total decrescente e , diagramas para equações de conservação não linear de Sweby e de variáveis normalizadas; Discretização de equações Hiperbólicas, leis de Conservação e Problema de Riemann; Métodos para geração de malhas estruturadas curvilíneas algébricas e diferenciais; Geração de malhas não-estruturadas. Método do volume finito em malhas não estruturadas; Algoritmos para solução das equações de Navier-stokes; Separação de fluxo e solucionadores de Riemann para as equações de Euler. Verificação e Validação.

4.4.5.Syllabus:

Mathematical nature of the equations governing fluid flows; characteristics; Finite Difference Method and Finite Volume Method; Discretization of elliptic equations; Iterative methods for solving linear systems of equation; Temporal discretization, Consistency, Stability and Convergence; Lax theorem, Nonlinear stability, preservation of monotonicity, Total Variation Decreasing and diagrams for nonlinear conservation equations of Sweby and Normalized Variables; Discretization of hyperbolic equations, Conservation Laws and Riemann Problem; Methods for generating algebraic and differential curvilinear structured meshes; Generation of unstructured meshes; Finite volume method in unstructured meshes; Algorithms for the solution of the Navier-Stokes equations; Riemann solvers for the Euler equations; Verification & Validation.

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

Adquirir fundamentos dos métodos de diferenças finitas e de volume finito para a solução das equações de Euler ou Navier-Stokes. Prática computacional para escoamentos invíscidos ou viscosos em geometrias complexas. Capacidade de projetar, executar, testar e aplicar algoritmos de cálculo com base no método de volume finito para incompressível e compressível. Entender e controlar as fontes de imprecisão numérica, a fim de aumentar a precisão dos cálculos. O curso i) fornece uma Introdução aos métodos das diferenças finitas e do volume finito, discretização temporal, métodos de solução iterativa, propriedades das equações das diferenças, limitadores, ii) os alunos realizam cálculos de discretização de volume finito para geometrias complexas (malhas estruturadas e não estruturadas) para entender as fontes de erro inerentes ao domínio discreto, iii) Algoritmos para solução das equações de Navier-Stokes e Euler usando um software comercial Star CCM + ou Fluent.

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

Acquire fundamentals of discretization methods, mainly of finite differences and finite volume for the solution of Euler or Navier-Stokes equations. Computational practice of solving inviscid or viscous flows in complex geometries. Ability to design, perform, test and apply calculation algorithms based on the finite volume method to solve incompressible or compressible flow problems and to understand and control the sources of numerical inaccuracy in order to increase the accuracy of the calculations: i) gives an Introduction to Finite Differences and Finite Volume methods, Temporal discretization, Iterative solution methods, properties of difference equations, limiters). ii) the students perform computations of finite volume discretization for complex geometries (structured and unstructured grids) to understand the error sources inherent of the discrete domain, iii) algorithms for incompressible\compressible flows using a commercial software Star CCM+ or Fluent.

4.4.7.Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Mini-Teste (MT): em duas aulas, no início de Outubro e de Dezembro, com um peso de 20% para a nota final. Problemas : Um conjunto de 3 problemas computacionais (PC) para serem resolvidos por um grupo de 4 alunos com

apresentação final e com um peso de 40% para a nota final.

Exame final (Ex), a nota tem um peso de 40%

Nota final:

$Nf = 0.2 MT + 0.40 PC + 0.40 EX$

A nota mínima no exame é de 7.5 valores

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Mini-Test (MT): in two classes, at the beginning of October and December, with a weight of 20% for the final grade.

Problems: A set of 3 computational problems (PC) to be solved by a group of 4 students with a final presentation and with a weight of 40% for the final grade.

Final exam: (Ex) contributes with a weight of 40% to the final exam.

Final grade:

$Nf = 0.2 MT + 0.40 PC + 0.40 EX$

The minimum grade in the exam is 7.5 points

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

O aluno em cada aula aprende como aplicar o conceito matemático ao espaço discreto computacional mediante exercícios muito simples. Isso permite uma melhor compreensão das equações, bem como de seus problemas, por exemplo um volume de controle bidimensional numa malha poliédrica. Na terceira parte do curso, o aluno utiliza o software Star CCM + ou FLUENT, usado numa variedade de campos de engenharia. As metodologias de ensino permitem capacitar o aluno a entender a simulação 3D do mundo real.

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

The student at each class learns how to apply the mathematical concept in a very simple exercise to the computational discrete space. This allows a better understanding of the equations as well as their problems for a simple problem of e.g. a two-dimensional control volume of a polyhedral mesh. With the arrival of the third part of the course, the problems evaluate to numerical examples applications. The student utilizes the Star CCM+ or FLUENT software suite, which is used across a variety of engineering fields. The teaching methodologies allows to capacitate the student to understand the real-world 3D simulation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics An Advanced Introduction with OpenFOAM" and Matlab", F. Moukalled • L. Mangani, M. Darwish, 2016, Springer; "Computational Methods for Fluid Dynamics", Ferziger, J.H. and Peric, M., 2002, Springer, 3th edition; "An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method", H. Versteeg, W. Malalasekera, 2007, Prentice Hall; 2 edition; "Computational of Internal & External Flows", C. Hirsch, 2007, 2nd Edition, Butterworth-Heinemann; "Numerical Methods for Conservation Laws", R.J. LeVeque, 1990, Birkhauser, Basel; "Fundamentals of Computational Fluid Dynamics", H. Lomax, T.H. Pulliam and D.W. Zingg, 2001, Springer, Berlin

Mapa IV - Lançadores Espaciais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Lançadores Espaciais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Space Launchers

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist12912, Paulo Jorge Soares Gil, 35 horas de contacto

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

ist12583, João Eduardo de Barros Teixeira Borges, 14 horas de contacto

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

Aprender sobre como funcionam os lançadores espaciais relativamente à sua dinâmica, trajectórias e propulsão bem como quais são os principais desafios e dificuldades técnicas para o seu funcionamento, construção e lançamento

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

To learn how space launchers work from the dynamics, trajectories and propulsion point of view, as well as what are the main challenges and technical difficulties about how launchers work, how can be built and launched.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Introdução: história, anatomia e configuração; nomenclatura e tipologia.

Princípios fundamentais: Propulsão por reacção; Operações e desempenho; Estágios.

Propulsão de foguetes: Tipos de propelentes; Fundamentos da propulsão térmica - termodinâmica, câmara de combustão, tubeiças convergentes-divergentes, expansão e pluma, desempenho da tubeira e design; O motor de propulsão líquida - descrição, propelentes, componentes fundamentais, factores a considerar; Motores de propulsão sólidos e híbridos; Outros tipos de propulsão - nuclear térmico, propulsão eléctrica, outros.

Trajectórias de foguetes: Equações do movimento; Ascensão vertical; Trajectórias 2D - Gravity Turn, outras, controlo; Como otimizar trajectórias - soluções e técnicas.

Factores a considerar: processo de design, construção e teste; estrutura e vibrações; operações de lançamento.

Tópicos adicionais: Recuperações de estágios; Motores air-breathing; foguetes tripulados; Single stage to orbit; o foguete relativista.

4.4.5.Syllabus:

Introduction: history, anatomy and configuration; nomenclature and types.

Fundamental principles: Thrust; operations and performance; staging.

Rocket propulsion: Types of propellant; Fundamentals of thermal propulsion – thermodynamics, combustion chamber, convergent-divergent nozzles, expansion and plume, nozzle performance and design; The liquid propulsion engine – description, propellants, fundamental components, factor to consider; Solid motors and hybrid propulsion; Other types of rocket propulsion – nuclear thermic, electric, others.

Rocket trajectories: Equations of motion; Vertical flight; 2D trajectories – Gravity Turn, others; control; trajectory optimization – solutions and techniques.

Factors to consider: design process; Assembly and test; Structure and vibrations; Launch operations.

Additional topics: Stage recuperation; Air-breathing engines; manned rockets; Single stage to orbit; The relativistic rocket

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:

Taking into account the learning objectives of the UC, described in 4, any specialist in the subject will be able to see that all the points of the syllabus, described in 5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and the acquisition of those objectives.

4.4.7.Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Relatório(s) e Apresentação(ões)de trabalho(s) (50%) e Exame final (50%).

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 (relatórios e apresentações de trabalhos) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

Reports and presentations of homework (50%) and final exam (50%).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (reports and presentation of homework) compatible with the significant reduction of evaluation by exams.

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:

Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Practical work allows confrontation with real problems.

4.4.9.Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to rocket science and engineering, 2nd ed.: Taylor, T. S., 2017. CRC Press.

Rocket propulsion elements, 9th ed.: Sutton, G. P., Biblarz, O., 2016. Wiley.

Rocket and spacecraft propulsion: principles, practice and new developments: Turner, M. J., 2008. Springer.

Manned Spacecraft Design Principles: Sforza, P. M., 2015. Elsevier.

Astronautics: the physics of space flight: Walter, U., 2012. Springer.

Ignition!: An informal history of liquid rocket propellants: Clark, J. D., 1972. Rutgers University Press.

Mapa IV - Atividades Extracurriculares II

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Atividades Extracurriculares II

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Extracurricular Activities II

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

OL

4.4.1.3.Duração:

Semestral

4.4.1.4.Horas de trabalho:**84.0****4.4.1.5.Horas de contacto:****0.0****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):****ist13198, Fernando José Parracho Lau, 7 horas****4.4.3.Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist13672, Afzal Suleman, 7 horas****ist14018,, Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha, 7 horas****ist11962, José Fernando Alves da Silva, 7 horas****4.4.4.Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.

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

To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

No quadro desta unidade curricular serão creditadas atividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.

1) As atividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Atividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos do 2º. Ciclo (mestrado) do IST.Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) atividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.

2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII

4.4.5.Syllabus:

In this curricular unit activities carried out by students, individually or in groups, which have an essentially extra-curricular nature, will be credited.

1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.

2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle gridso that students, if they wish, can choose AE I/AE II

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):

1) A efectiva realização da actividade, exigindo-se um certificado das entidades onde realizaram as atividades extracurriculares, 2) AE I ou AE II tem avaliação do tipo aprovado/ não aprovado.

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

(1) a certificate from the entities where the extracurricular activities took place, is required (2) AE I or AE II has approved/unapproved type assessment.

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 - Helicópteros

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Helicópteros

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Helicopters

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist14018, Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha, 49 horas

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):

Pretende-se que o aluno seja capaz de compreender a aerodinâmica do helicóptero assim como calcular as forças envolvidas em qualquer movimento que este possa ter (pairar, movimento vertical, horizontal e combinação destes)

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

The student will be able to understand the aerodynamics of the helicopter as well as been able to compute the forces in any flight condition (hover, axial flight, forward flight).

4.4.5.Conteúdos programáticos:

História do helicóptero, Aerodinâmica do rotor em sustentação pura, Teoria do momento linear, Teoria do elemento de pás, Teoria conjunta elemento de pás-momento linear, Aerodinâmica do rotor em movimento ascendente e descendente, Aerodinâmica do rotor em movimento de avanço, Desempenho do helicóptero, Dinâmica do rotor, Projecto básico do helicóptero

4.4.5.Syllabus:

History of the helicopter development. Aerodynamics of the rotor in hover. Momentum theory, Blade element Theory, Combined blade element momentum theory. Aerodynamic of the rotor in axial and forward flight. Vortex Theory. Blade Dynamics. Helicopter performance. Basic helicopter design.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos da conceção estrutural e aplicações teórico-práticos da matéria lecionada permitem ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como profissional de arquitetura capacitando-o, ainda, para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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):

Avaliação continua constituída por mini-testes nas aulas ou exame final

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

mini-tests during normal class period or one final 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:

Principles of Helicopter Aerodynamics, J. Gordon Leishman, 2006, Cambridge Aerospace Series

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:
Concepção Optimizada de Aeronaves

4.4.1.1.Title of curricular unit:
Aircraft Optimal Design

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

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):
ist31052, André Calado Marta, 49 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):
Esta unidade curricular aborda os aspectos fundamentais de concepção otimizada de aeronaves utilizando ferramentas numéricas. A multidisciplinaridade em projecto aeronáutico é discutida e o conceito de projecto ótimo é introduzido. Uma revisão de métodos de otimização é apresentada, com ênfase em gradientes, seguida de uma comparação de abordagens de projecto ótimo multidisciplinar. A importância da formulação de problemas de otimização, a escolha apropriada de fidelidade dos modelos de cada disciplina e a identificação do acoplamento entre elas é discutida. Exemplos numéricos de otimização aerodinâmica, estrutural e aeroestrutural fornecem ao estudante uma visão não só da importância da escolha das variáveis de projecto, objectivo e constrangimentos, mas também do impacto físico no desempenho da aeronave. O objectivo desta unidade curricular é fornecer ao estudante uma compreensão de como podem problemas complexos multidisciplinares serem abordados numericamente.

4.4.4.Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
This course covers the fundamental aspects of aircraft optimal design using numerical tools. The multidisciplinary in aircraft design is discussed and the concept of optimal design is introduced. An overview of optimization methods is presented, with emphasis to gradient-based, followed by a comparison of multidisciplinary design optimization approaches. The importance of formulating the optimization problem and choosing appropriate fidelity models for each discipline and identifying the coupling between them is discussed. Numerical examples of aerodynamic, structural and aerostructural optimization give the student an insight of not only the importance of the choice of design variables, objective and constraints, but also their physical impact on aircraft performance. The objective of this course is then to provide the student with an understanding of how complex multidisciplinary problems can be tackled numerically, in particular for aircraft design, in an optimization framework.

4.4.5.Conteúdos programáticos:
1.Introdução à Concepção Optimizada de Aeronaves: perspetiva histórica;
2.Investigação operacional: terminologia e classificação de problemas;

3. **Optimização com gradientes: métodos (não) estrangulados. Métodos de penalidade;**
4. **Métodos de análise de sensibilidade: diferenças finitas, diferenciação algorítmica, semi-analíticos;**
5. **Optimização sem gradientes; Métodos heurísticos: população e trajetória;**
6. **Optimização multiobjectivo: frente de Pareto, pesos e população;**
7. **Modelos aproximados: desenho de experiências. Multi-fidelidade;**
8. **Introdução a MDO: estratégias e abordagem formal;**
9. **Análise multidisciplinar: decomposição e abordagens de solução;**
10. **Arquiteturas MDO: monolíticas e distribuídas;**
11. **Aeroelasticidade: estática e dinâmica, interação de disciplinas;**
12. **Interação fluido-estrutura: elementos chave e estratégias de acoplamento temporal;**
13. **Optimização aeroestrutural: software MDO e ferramenta aeroestrutural;**
14. **Projecto final: conceito, formulação e compromissos.**

4.4.5. Syllabus:

1. **Introduction to Aircraft Optimal Design: historical perspective; 2. Operations research: terminology and classification of problems;**
3. **Gradient-based optimization: (un)constrained methods. Penalty methods.**
4. **Sensitivity analysis methods: finite-differences, algorithmic, semi-analytic;**
5. **Gradient-free optimization; heuristic methods: population- and trajectory-based;**
6. **Multiobjective optimization: Pareto frontier, weight and population-based;**
7. **Surrogate models: design of experiments. Multi-fidelity;**
8. **Introduction to MDO: strategies and formal approach;**
9. **Multidisciplinary analysis: decomposition strategies and solution approaches;**
10. **MDO architectures: monolithic and distributed;**
11. **Overview of aeroelasticity: static and dynamic, interaction of disciplines;**
12. **Fluid-structure interaction: key elements and temporal coupling strategies;**
13. **Aerostructural Optimization: MDO software and aerostructural tool;**
14. **Final project: conceptual aircraft design, problem posing, trade-off studies.**

- 4.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos (1-14) foram escolhidos e organizados por forma a atingir os objectivos de aprendizagem. Inicialmente é abordado o contexto complexo de projecto aeroespacial e a sua decomposição por disciplinas, bem como a área de investigação operacional para busca de soluções óptimas de problemas genéricos (1-2). Em seguida são discutidos diferentes métodos de optimização, como ferramentas necessárias no projecto óptimo (3-7). Regressa-se depois ao tema de projecto aeroespacial multidisciplinar complexo, com ênfase na decomposição das diferentes disciplinas e necessária gestão da dependências entre elas (8-10). Casos de multidisciplinaridade são depois apresentados para concretizar os elementos de projecto óptimo multidisciplinar (11-13). Com esta estrutura programática, o estudante ficará assim apto a abordar numericamente problemas complexos multidisciplinares numa perspectiva de projecto óptimo (14).**

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

The syllabus (1-14) was chosen and organized to meet the learning goals. First the context of complex aerospace design and its discipline decomposition, as well as the operation research field to search for optimal solutions of generic problems are tackled (1-2). Then several optimization methods as tools required for optimal design are discussed (3-7). After, a return to the topic of complex multidisciplinary aerospace design is made, with emphasis on the disciplines, their decomposition and handling of the coupling among them (8-10). Multidisciplinary cases are then presented to demonstrate the elements of multidisciplinary optimal design (11-13). With this structured syllabus, the student will be able to numerically tackle complex multidisciplinary problems with the optimal design perspective (14).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino pretende 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 apenas elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa: Questionários em aula (10%), Apresentação oral (10%), Trabalhos (45%) e Projecto final (35%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology is aimed to foster problem and project solving based learning, reinforcing the applied component, active learning, autonomous work and student responsibility. The evaluation model includes only continuous evaluation components as part of active learning: Quizzes in classroom (10%), Oral presentation (10%), Assignments (45%) and Final project (35%).

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

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos através da incorporação de demonstrações computacionais em sala de aula e da realização de trabalhos e projectos computacionais. Esta abordagem permite não

só cumprir os objectivos como auxilia 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 is based on the transfer of theoretical concepts by incorporating computational demonstrations in the classroom and by completing computational assignments and projects. This approach allows not only to meet the goals but also to level the knowledge of students from different backgrounds.

4.4.9.Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Aircraft Optimal Design: AC Marta, 2020. MSc course notes, IST.

Aircraft Design: A Conceptual Approach: DP Raymer, 2018. AIAA, ISBN:9781624104909

Multidisciplinary Design Optimization of Aircrafts: AC Marta, 2015. PhD course notes, IST

Algorithms for Optimization: MJ Kochenderfer and TA Wheeler, 2019. MIT press, ISBN:9780262039420

Numerical Optimization: J Nocedal and SJ Wright 2006 Springer, ISBN:9780387303031.

Multidisciplinary design optimization: A survey of architecture: JRRR Martins and AB Lambe, 2013. AIAA Journal, 51(9):2049-2075. DOI:10.2514/1.J051895

Open-source coupled aerostructural optimization using Python: JP Jasa, JT Hwang and JRRR Martins, 2018. SAMO, 57(4):1815-1827. DOI:10.1007/s00158-018-1912-8

OpenMDAO: An open-source framework for multidisciplinary design, analysis, and optimization: JS Gray, JT Hwang, JRRR Martins, KT Moore, BA Naylor, 2019. SAMO, 59(4):1075-1104. DOI:10.1007/s00158-019-02211-z

Mapa IV - Mecânica Computacional

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Mecânica Computacional

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Computational Mechanics

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MEC

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):

ist13157, Paulo Rui Alves Fernandes, 24 horas

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

ist13443, Miguel António Lopes de Matos Neves, 12.5

ist11785, José Leonel Monteiro Fernandes, 12.5

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

O Objectivo desta UC é apresentar o método dos elementos finitos (MEF) e a sua implementação na resolução de problemas em estruturas mecânicas, em transmissão calor e em mecânica dos fluidos. São expostos os aspetos fundamentais do método dos elementos finitos e utilizam-se softwares comerciais para proporcionar experiência prática na modelação de problemas pelo MEF. Quem concluir com sucesso esta UC deve ser capaz de: i) reconhecer as potencialidades e limitações do MEF; ii) resolver analiticamente problemas em geometrias simples pelo MEF; iii) conhecer a implementação computacional do MEF; iv) conseguir modelar problemas utilizando um software comercial de elementos finitos; v) fazer a análise crítica dos resultados numéricos obtidos.

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

The objective of this UC is to introduce the Finite Element method (FEM) and its application to solve problems in structural mechanics, heat transfer and fluid mechanics. The basic concepts of the FEM are presented and commercial software packages are used to give students some practical experience in FEM modelling. On successful completion of the course students will be able to: i) discuss the strengths and weaknesses of the FEM; ii) to solve simple problems by the FEM using analytical techniques; iii) to know the computational implementation of the FEM; iv) to perform finite element analysis using commercial software packages; v) to analyze the obtained numerical results.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Equações diferenciais de 2ª ordem. Formulação forte e fraca. Aproximação de Galerkin.

Problemas 1D: Discretização do domínio. Elemento finito e função de forma. Elementos lineares, quadráticos e de ordem superior. Aplicações: Barras unidimensionais; Transmissão de Calor; escoamento laminar. Sistemas discretos.

Problemas 2D: Elementos finitos triangulares e quadrangulares. Funções interpoladoras lineares e quadráticas.

Elemento padrão. Transformação de coordenadas. Integração numérica. Elementos isoparametricos. Aplicações: Transmissão de calor; escoamento potencial; Torção; Deformação de membranas elásticas. Elementos finitos em elasticidade bidimensional.

Elementos finitos para treliças no plano. Elemento de viga e de viga-barra.

Estimativas de erro. Considerações sobre modelação: Fontes de erro, elementos admissíveis, refinamento de malhas.

Extensão a problemas 3D. Implementação de um programa de EF. Softwares comerciais de EF.

4.4.5.Syllabus:

Second order differential equations. Strong and weak formulation. Galerkin approximation.

1D problems: Domain discretization; Finite element and shape function. Linear and quadratic elements. Higher-order elements. Applications: Unidimensional bars; Heat transfer; Laminar flow. Discrete systems.

2D problems Triangular and rectangular elements. Two-dimensional shape functions. Linear and quadratic elements.

Standard element. Coordinate transformation. Numerical Integration. Isoparimetric elements. Applications: Heat transfer, Potential flow; torsion in shafts with non-circular section. Elastic membranes. Finite element for two-dimensional elasticity.

Finite elements for plane truss structures. Beam element. Frame element.

Error estimation. Modelling 2D problems: errors; admissible elements; mesh refinement.

Three-dimensional problems. Development of a Finite Element program. Finite element modelling and analysis using commercial software packages.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, é fácil 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, it is clear that all the syllabus points aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described above.

4.4.7.Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O processo de avaliação é baseado na execução de um Exame final e de um projeto computacional. A nota final é obtida do seguinte modo: Projecto = 60%; Exame Final = 40%. O projeto é realizado por grupos de três alunos.

Aprovação na disciplina implica ter nota mínima no teste de 7.5 valores e uma nota final igual ou superior a 9.5 valores. O projeto pode ser sujeito a apresentação oral.

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

The assessment is based on a final written exam and one project. The final grade is obtained as follows: Project = 60%; Final Exam = 40%. The project is developed by groups of three students. Approval in the discipline requires that the final test has a minimal grade of 7.5 (out of 20) and a final grade equal or above 9.5. The project may have an oral presentation and discussion.

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 através da utilização das horas de contacto previstas, e da proposta de um trabalho computacional a executar durante o semestre. 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 the the computational work to be developed during the semester, 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:

"Introduction to the Finite Element Method", J.N Reddy, 2018, 4th Edition, McGraw-Hill

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):

ist1395, Rodrigo Martins de Matos Ventura, 56h

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

ist12116, Pedro Urbano Lima, 42h

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] Arquiteturas 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 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):

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.probablistic-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 - Mecânica Estrutural

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Mecânica Estrutural

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Structural Mechanics

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MEC

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):

ist13506, Nuno Miguel Rosa Pereira Silvestre, 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):

Providenciar ao aluno conhecimentos sobre os diversos métodos de análise estrutural. Estudar o comportamento mecânico das estruturas, a sua resposta em serviço e a sua segurança. Introduzir o conceito de não linearidade dos materiais e das estruturas, e entender a forma como esta pode influenciar o seu desempenho. Perceber que o comportamento linear das estruturas (esforços, deformações) tem um domínio de validade, por vezes limitado. Estudar o comportamento dinâmico das estruturas (problemas de valores próprios). Introduzir os conceitos de vibração e de instabilidade das estruturas. Aplicar o método dos elementos finitos a diversos problemas estruturais reais. Utilizar

programas de elementos finitos para estudar o comportamento de estruturas com interesse prático na engenharia mecânica.

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

To provide knowledge about the various methods of structural analysis. To study the mechanical behaviour of structures, their response in service and their safety. To introduce the concept of nonlinearity of materials and structures, and understand how this can influence their performance. To understand that the linear behaviour of structures (internal forces, deformations) has a limited domain of validity, specially for slender and lightweight structures such as aerospace ones. To study the dynamic behaviour of structures. To introduce the concepts of vibration and instability of structures (eigenvalue problems). To apply the finite element method to several selected problems. To use finite element programs to study the behaviour of structures with practical interest in aerospace engineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Tipos de análise estrutural. Sistemas discretos. Conceito de não linearidade. Carga limite. Método de Newton-Raphson. Instabilidade estrutural. Carga crítica e modo de instabilidade. Comportamento de pós-instabilidade. Comportamento dinâmico. Método de Newmark. Frequência e modo de vibração. Amortecimento estrutural. Métodos de Rayleigh-Ritz e dos elementos finitos para a análise dinâmica de uma viga-barra. Resposta dinâmica de vigas e pórticos. Instabilidade de vigas e pórticos. Obtenção de cargas críticas e modos de instabilidade. Fundamentos do método dos elementos finitos não linear. Conceitos básicos de plasticidade. Efeito da deformação por corte no comportamento das estruturas. Viga de Timoshenko. Falha e verificação de segurança estrutural.

4.4.5. Syllabus:

Types of structural analysis. Discrete structural systems. Nonlinearities. Limit load. Newton-Raphson Method. Structural instability. Buckling load and instability mode. Post-buckling behavior. Dynamic behavior. Newmark method. Frequency and vibration mode. Structural damping. Rayleigh-Ritz and finite element methods for the beam dynamic analysis. Dynamic response of beams and frames. Instability of beams and frames. Determination of critical loads and instability modes. Fundamentals of the nonlinear finite element method for structures. Basic concepts of plasticity. Effect of shear deformation on the behavior of structures. Timoshenko's beam. Failure and structural safety check.

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. This course is considered deemed relevant to students because structural nonlinearities and mechanical failure govern the behaviour of slender and lightweight structures, such as those of aerospace engineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação é baseada num exame final e num trabalho computacional individual baseado na observação de experiências laboratoriais. O exame contribui 75% para a nota final. O trabalho laboratorial e computacional individual contribui com 25% para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The grading is based on a final exam and a computational work. The exam counts 75% of final grade. The homework, which is individual, counts 25% to the final grade.

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:

Notes on Structural Mechanics, Silvestre N. e Araújo A., 2014, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Mapa IV - escoamentos e Campos de Força**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Escoamentos e Campos de Força

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Flow and Force Fields

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist12912, Paulo Jorge Soares Gil, 49 horas de contacto

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):

Estabelecer e analisar em detalhe as analogias e diferenças entre escoamentos, elasticidade, campo gravítico, campos eléctricos e magnéticos, e outros fenómenos como capilaridade e torção, incluindo equações fundamentais, condições na fronteira, soluções e suas interpretações físicas e aplicações tecnológicas.

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

Establish and analyze in detail the analogies and differences between flows, elasticity, gravity field, electric and magnetic fields, and other phenomena such as capillarity and torsion, including the fundamental equations, boundary conditions, solutions and their physical interpretation and technological applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Analogias entre escoamentos, campos e condução de calor; elasticidade plana; deflexão de membranas elásticas; torção de prismas; escoamento num recipiente em rotação; capilaridade.*
- 2. Escoamento em torno de perfis de asa (Joukowski e outros) e asas de envergadura finita; jactos com superfície livre e asas com flaps.*
- 3. Campo electrostático em meios dieléctricos com interfaces e distribuições multipolares de carga multipolares finitas ou infinitas.*
- 4. Campo gravítico no interior e exterior de corpos múltiplos.*
- 5. Condução de calor estacionária em corpos com camadas múltiplas e condições na fronteira.*

6. *Esteira de vórtices de uma asa.*

7. *Campo magneto estático de correntes eléctricas na presença de corpos condutores e isoladores. Condensadores.*

8. *Deslocamentos, deformações e tensões em placas, cunhas e cilindros. Deflexão linear e não-linear de membranas elásticas. Tensão superficial e capilaridade. Torção de prismas maciços e ocos. Superfície livre de líquidos em rotação.*

4.4.5.Syllabus:

1. *Analogies among flow, fields and heat conduction; plane elasticity; deflection of elastic membranes; torsion of prisms; flow in a rotating vessel; capillarity.*

2. *Flow around airfoils (Joukowski, and others) and wings of finite span; jets with a free surface and wings with flaps.*

3. *Electrostatic field in dielectric media with interfaces and multipolar electric charge distributions.*

4. *Gravity field in the interior and exterior of multiple bodies.*

5. *Steady heat conduction in bodies with multiple layers and boundary conditions.*

6. *Vortex wake of a wing.*

7. *Magneto static field due to electric currents in the presence of conducting or insulating bodies. Condensers.*

8. *Displacements, strains and stresses in plates, wedges and cylinders. Linear and non-linear deflection of elastic membranes. Surface tension and capillarity. Torsion of massive or hollow prisms with various cross-sections. Free surface of a rotating fluid.*

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):

Relatório(s) e Apresetação(ões) de trabalho(s) (50%) e Exame final (50%).

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, trabalhos, apresentações) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

Reports and presentations of homework (50%) and final exam (50%).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (projects, assignments, presentations) compatible with the significant reduction in the weight of assessment 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 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:

Complex Analysis with applications to Flows and Fields: L.M.B.C. Campos, 2010. CRC Press.

Course of Theoretical Physics: L.D.Landau & E.F. Lifshitz, 1956. Pergamon Press.

Methods of Mathematical Physics: D. Hilbert & R. Courant, 1953. Academic Press.

Theoretical hydrodynamics: L.M. Milne-Thomson, 1958. Dover.

Course of modern analysis: E.T.Whitaker & G.N. Watson, 1927. Cambridge University Press.

Mapa IV - Planeamento de Missões Espaciais

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Planeamento de Missões Espaciais

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Space Mission Analysis and Design

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist12912, Paulo Jorge Soares Gil, 49 horas de contacto

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):

Após dominar todos os aspectos básicos da dinâmica do voo espacial, é necessário aprofundar e consolidar esse conhecimento através do contacto com a problemática global de definição de missões espaciais em todos os seus aspectos, sintetizando todas as disciplinas contribuintes numa visão sistémica de alto nível. Após completar esta disciplina com sucesso, deverá ser possível identificar, formular e abordar problemas relacionados com a análise e design de missões espaciais, tanto do ponto de vista do processo de design como do ponto de vista da missão como um todo. Será capaz de definir e planear uma missão espacial nas suas linhas principais e compreender quais os seus requisitos e as necessidades para a sua definição.

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

After achieving proficiency in the basic aspects of the dynamics of spaceflight, it is necessary to deepen and consolidate the knowledge by contacting with all the aspects related to the development of space missions, in a synthesis of all the relevant domains of knowledge contributing to a global systemic view. After completing this course, the student will be able to identify, formulate, and approach problems related with space mission analysis and design, both from the design process point of view and of the whole space mission in its multiple aspects. The student will be able to define, analyze, and design space missions in their main aspects and understand what are the requirements and needs for its definition.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O Processo de análise e design de missões espaciais: Abordagens e técnicas; análise de trade-off; engenharia de sistemas; design concorrente.

Revisão da mecânica orbital: factores a considerar; órbitas; constelações.

Planeamento de missão: Manobras; observação da Terra; efeito das perturbações; factores a considerar

Astrodinâmica: Técnicas de perturbação; as equações planetárias de Lagrange; determinação de trajectórias; impulso contínuo; integração numérica; Lambert solvers; análise de missões interplanetárias

Do lançamento ao fim da missão: Operações de lançamento; operações em órbita; movimento relativo; estações terrestres; reentrada e fim de vida

Ambiente e missões espaciais: Factores a considerar; missões tripuladas; protecção biológica.

Segurança, comercialização e Qualidade: Product assurance; construção e teste; confiabilidade; análises de risco; revisão crítica do design; modelos de custo;

Subsistemas: Características e dificuldades.

4.4.5. Syllabus:

The process of space mission analysis and design: Possible approaches and techniques; trade-off analysis; systems engineering; concurrent design.

Review of orbital mechanics: Maneuvers; Earth observation; the effect of perturbations; factors to take into account

Astrodynamics: Perturbations techniques; Lagrange planetary equations; trajectories determination; continuous thrust; numerical integration; Lambert solvers; interplanetary mission analysis

From launch to the end of the mission: Launch operations; operations in orbit; relative motion; ground stations; reentry and end-of-life disposal.

Environment and space missions: Factors to consider; manned flight; biological protection.

Safety, sales, and quality: Product assurance; assembly and test; reliability; risk analysis; critical design review; cost models

Subsystems: Features and difficulties.

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):

Relatório(s) e Apresentação(ões) de trabalho(s), programa(s) informático(s) e Projecto com discussão (100%).

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 (relatórios, apresentações, projectos, trabalhos de casa) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Reports and presentations of homework with computational component and project with discussion (100%).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (reports, presentations, project, oriented discussion) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams.

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:
Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Practical work allows confrontation with real problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Spacecraft Systems Engineering (Third Edition): P. Fortescue, J. Stark & G. Swinerd, 2003. Wiley.

Space Mission Engineering: The New SMAD: J. R. Wertz, D. F. Everett, J. J. Puschell (Editors), 2011. Microcosm.

Elements of Spacecraft Design: C. Brown, 2002. AIAA.

Fundamentals of Astrodynamics and Applications, 4th Edition: David A. Vallado, 2013. Microcosm.

Satellite Orbits: Models, Methods, and Applications, 2nd ed.: O. Montenbruck and E. Gill, 2000. Springer.

Orbital Mechanics, 2nd ed.: J. E. Prussing & B. A. Conway, 2103. Oxford UP.

Interplanetary Mission Analysis and Design: S. Kemble, 2006. Springer.

Mapa IV - Estruturas Aeroespaciais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estruturas Aeroespaciais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aerospace Structures

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist146125, Filipa Andreia de Matos Moleiro, 49.0 Horas/Hours.

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):

Esta unidade curricular visa a aquisição de metodologias e o desenvolvimento de capacidades de análise estrutural e modelação de componentes de aeronaves, em qualquer condição de voo ou manobra, no âmbito do seu projeto e dimensionamento. Nesse propósito, envolve:

- *A compreensão de fundamentos de análise estrutural e métodos energéticos aplicados à flexão, corte, torção e instabilidade de vigas de parede fina, assim como à flexão, vibração e instabilidade de placas finas;*
- *A utilização de metodologias de análise de tensões em componentes de aeronaves e sua modelação, nomeadamente, fuselagens, asas, longarinas e nervuras de asas, sujeitos a diferentes tipos de carregamentos, aplicando conhecimentos teóricos em cálculos de projeto, incluindo abordagens computacionais, conforme necessário para projeto e dimensionamento de componentes estruturais de aeronaves.*

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

This course aims the acquisition of methodologies and the development of capabilities for structural analysis and modelling of aircraft components, in any flight condition or maneuver, in the scope of its design and sizing. To this end, it involves:

- *The understanding of fundamentals of structural analysis and energy methods applied to bending, shear, torsion and instability of thin-walled beams, as well as to bending, vibration and instability of thin plates;*
- *The use of methodologies for stress analysis of aircraft components and its modelling, namely, fuselages, wings, wing spars and wing ribs, under different types of loadings, applying theoretical knowledge in design calculations, including computational approaches, as necessary for design and sizing of aircraft structural components.*

4.4.5.Conteúdos programáticos:**1. Análise Estrutural de Aeronaves:**

- 1.1. Componentes Estruturais de Aeronaves;
- 1.2. Aeronavegabilidade;
- 1.3. Cargas Estáticas, Operacionais e de Rajada;
- 1.4. Fadiga.

2. Análise Estrutural e Métodos Energéticos:

- 2.1. Flexão, Corte e Torção de Vigas de Parede Fina de Secção Aberta e Fechada;
- 2.2. Vigas de Parede Fina de Secção Híbrida (Aberta e Fechada);
- 2.3. Instabilidade de Colunas de Parede Fina;
- 2.3. Flexão, Vibração e Instabilidade de Placas Finas;
- 2.4. Idealização Estrutural.

3. Análise de Tensões em Componentes de Aeronaves:

- 3.1. Longarinas de Asas e Vigas em Caixa;
- 3.2. Fuselagens;
- 3.3. Asas e Asas com Afilamento;
- 3.4. Estruturas de Fuselagens e Nervuras de Asas;
- 3.5. Projeto e Dimensionamento de Componentes de Aeronaves;
- 3.6. Introdução a Estruturas em Compósito Laminado.

4.4.5.Syllabus:**1. Analysis of Aircraft Structures:**

- 1.1. Aircraft Structural Components;
- 1.2. Airworthiness;
- 1.3. Airframe Loads, Maneuver and Gust Loads;
- 1.4. Fatigue.

2. Structural Analysis and Energy Methods:

- 2.1. Bending, Shear and Torsion of Open and Closed Section Thin-Walled Beams;
- 2.2. Combined Open and Closed Section Thin-Walled Beams;
- 2.3. Instability of Thin-Walled Columns;
- 2.3. Bending, Vibration and Instability of Thin Plates;
- 2.4. Structural Idealization.

3. Stress Analysis of Aircraft Components:

- 3.1. Wing Spars and Box Beams;
- 3.2. Fuselages;
- 3.3. Wings and Tapered Wings;
- 3.4. Fuselage Frames and Wing Ribs;
- 3.5. Design and Sizing of Aircraft Components;
- 3.6. Introduction to Laminated Composite Structures.

- 4.4.6.Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
No seu todo, os conteúdos programáticos abrangem os fundamentos de análise estrutural e modelação de componentes de aeronaves, no âmbito do seu projeto e dimensionamento, o que permite ao aluno aprofundar conhecimentos antecedentes, e sobretudo adquirir novas metodologias e desenvolver capacidades de cálculo de projeto, usando abordagens teóricas e/ou computacionais, conferindo ao aluno competências profissionais que asseguram o cumprimento dos objetivos e respetiva aprendizagem.
- 4.4.6.Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**
All together, the syllabus involves the fundamentals of structural analysis and modelling of aircraft components, in the scope of its design and sizing, which allow the student to deepen prior knowledge, and mostly acquire new methodologies and develop skills in design calculation, using theoretical and/or computational approaches, providing professional skills to the student that ensure the fulfilment of the objectives and learning outcomes.
- 4.4.7.Metodologias de ensino (avaliação incluída):**
- *Um ou uma série de trabalhos computacionais em grupo, avaliados através de relatórios técnicos e/ou apresentação oral (50% da nota final);*
- *Um exame escrito (50% da nota final).*
- 4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):**
- *One or a series of group computational assignments, evaluated through technical reports and/or oral presentation (50% of the final grade);*
- *One written exam (50% of the final grade).*
- 4.4.8.Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
A metodologia de ensino é baseada na transferência de conhecimentos teóricos e metodologias de cálculo de projeto em conjunto com o desenvolvimento de capacidades práticas, demonstradas mediante trabalhos computacionais, e assegurando a conformidade com os objetivos.
- 4.4.8.Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**
The teaching methodologies is based on the transfer of theoretical knowledge and methodologies in design calculation together with the development of practical skills, demonstrated through computational assignments, and ensuring an agreement with the objectives.
- 4.4.9.Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**
Aircraft Structures for Engineering Students, T.H.G. Megson, 2013, Elsevier Aerospace Engineering Series

Mapa IV - Guiamento, Navegação e Controlo

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:
Guiamento, Navegação e Controlo

4.4.1.1.Title of curricular unit:
Guidance, Navigation, and Control

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

4.4.1.3.Duração:
Semester

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):

ist13093, Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira, 49 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):

O principal objectivo do curso é introduzir os conceitos fundamentais envolvidos no desenho e implementação de sistemas de guiamento, navegação e controlo de veículos espaciais, com os seguintes objectivos intermédios:

- *Identificar as fases preliminares do desenho e modelação deste tipo de veículos e órbitas.*
- *Revisitar e aplicar conceitos fundamentais da teoria de sinais e sistemas.*
- *Compreender, implementar e testar experimentalmente soluções de estimação do estado e controlo de movimento linear, baseados em metodologias de controlo e estimação linear e não-linear.*

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

The main objective of this course is to provide an introduction to fundamental concepts involved in the design and implementation of guidance, navigation, and control systems in space vehicles. The following intermediate goals are considered:

- *Identify the preliminary phases of vehicle modeling and design, and orbits.*
- *Revisit and apply key concepts from systems theory.*
- *Understand, implement, and experimentally test motion control and state estimation solutions rooted in linear and nonlinear control and estimation theory.*

4.4.5.Conteúdos programáticos:

- 1 *Introdução ao GNC: Missões espaciais. Sistemas a bordo. Arquitetura Funcional. Estação de Controlo em Terra. Sistemas de Comunicações. Carga Embarcada. Exemplos.*
- 2 - *Introdução ao Projeto e Seleção de Sistemas. Cinemática e Dinâmica de Veículos. Órbitas. Restrições energéticas.*
- 3 - *Sensores e Actuadores a Bordo*
- 4 - *Estimação de Estado e Navegação. Representação em Espaço de Estados. Fusão Sensorial. Filtro de Kalman. Tipos de Integração em Sistemas de Navegação. Exemplos.*
- 5 - *Projeto Moderno de Controlo. Realimentação Linear de Variáveis de Estado. Controlo Linear Quadrático Ótimo. Caso Estacionário. Exemplos de Pilotos Automáticos.*
- 6 - *Introdução ao Controlo Não Linear. Diferenças em Relação aos Sistemas Lineares. Linearização. Estabilidade de Lyapunov. Exemplos.*
- 7 – *Condução: Modelos de Condução Cinemáticos e Dinâmicos. Trajetórias de Dubins, Pontos de Via ou de Cobertura. Exemplos: Condução para uma reta, hovering, homing.*
- 8 – *Desenho Integrado de Sistemas GNC*

4.4.5.Syllabus:

- 1 *Introduction to GNC: Space missions. Onboard systems. Functional Architecture. Flight control center. Telecommunication systems. Payload. Examples.*
- 2 *Introduction to the project and systems selection. Kinematics and dynamics of vehicles. Orbits. Energy constraints.*
- 3 *Onboard Sensors and Actuators*
- 4 *State estimation and navigation. State space representation. Sensor Fusion. Kalman filtering. Mechanizations for navigation. Examples*
- 5 *Modern Control Project. Linear State Feedback. Optimal Linear Quadratic Control. Stationary case. Examples of auto-pilots.*
- 6 *Introduction to Nonlinear Control. Differences relative to the linear case. Linearization. Lyapunov stability. Examples.*
- 7 *Guidance: kinematic and dynamic models. Dubins, way points and coverage algorithms. Examples: driving to a stright line, hovering and homing.*
- 8 *Integrated design of GNC systems.*

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos do desenho de sistemas de guiamento, navegação e

controlo de veículos espaciais. As aplicações teórico-práticas da matéria lecionada permitem ao aluno rever e aprofundar conhecimentos anteriores, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como profissional de engenharia aeroespacial. Capacita-o também para outras aprendizagens, por exemplo através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The syllabus covers the main topics of the design of guidance, navigation, and control systems of space vehicles. The theoretical-practical applications of the subject taught allow the student to review and deepen previous knowledge, as well as to acquire new knowledge useful to his activity as a professional in aerospace engineering, enabling also other learning methods, namely through autonomous research. Theoretical bases, essential concepts and examples of application are provided. Students are asked to study the contents and solve application exercises.

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):

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation 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 teóricas expositivas 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 methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of lectures and experimental work. This approach will not only fulfill the objectives, but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Modern Navigation, Guidance and Control Processing, Ching-Fang Lin, 2006, Prentice Hall Series in Advanced Navigation, Guidance and Control and Their Applications;
Feedback Systems - An Introduction for Scientists and Engineers, Karl Astrom and Richard Murray, 2009, online version*

Mapa IV - Projecto e Produção Sustentáveis

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projecto e Produção Sustentáveis

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sustainable Design and Manufacturing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TMGI

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):
ist149016, Inês Esteves Ribeiro, 98h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist12945, Artur Jorge Da Cunha Barreiros, 49h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Adquirir conhecimentos e experiência em análises interdisciplinares de projectos aeroespaciais e numa perspetiva de sustentabilidade de ciclo de vida, com foco nos seguintes aspectos:
- Grandes desafios de sustentabilidade no projecto aeroespacial, nomeadamente ao nível de projecto (aerodinâmica, propulsão e materiais), de processos de fabrico (ex AM) e de logística;
- Fases do projecto, métodos de planeamento de recursos na fase de projecto;
- Estimativa numa fase preliminar dos recursos necessários e impactos em cada processo ao longo do ciclo de vida de vários tipos de projectos;
- Aquisição de dados, análise e controlo de projetos no contexto indústria 4.0
- Aplicação de Metodologias de ciclo de vida nos três pilares da sustentabilidade (custo, ambiente e social), integração de resultados e estratégias de apoio à decisão.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Knowledge and experience in interdisciplinary analyses of airspace projects in a life cycle sustainability perspective, focusing on the following aspects:
- Main challenges in sustainability of airspace projects, namely regarding the conceptual project (aerodynamics, propulsion and materials), manufacturing and logistics;
- Phases of a project, methods for planning time and resources
- Early project estimation of resources and impacts in each process along the project life cycle, for different types of projects;
- Data acquisition, analysis, prediction and control in industry 4.0 projects;
- Life cycle methodologies application considering the three pillars of sustainability (economics, environment and social) and integration of results for the application of decision-making strategies.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
1. Novos desafios no projecto aeroespacial;
2. Gestão de projectos - Gestão de tempo e recursos, Planeamento e controlo de projetos;
3. Modelação dos processos de produção;
4. Métodos para aquisição de dados, preditivos e de controlo no contexto indústria 4.0;
5. Avaliação de ciclo de vida de projectos – Life Cycle Design; 5.1. Design for X – Design for manufacturing, assembly, use, disassembly, EOL and life cycle, 5.2. Modelos de avaliação do impacto na produção, uso (impactos nas operações - ex consumo de combustível, manutenção) e fim de vida, 5.3. Aplicação de Metodologias de análise ciclo de vida em casos concretos: Life Cycle Cost e/ou total cost of ownership, Life Cycle Assessment e Social Life Cycle Assessment;
6. Selecção de alternativas de projecto com base em casos reais.

4.4.5. Syllabus:
1. New challenges in airspace projects;
2. Project management – Management of time and resources, Projects planning and control;
3. Process-based modelling;
4. Methods for data acquisition, prediction and control in industry 4.0 context;
5. Project life cycle evaluation – Life Cycle Design; 5.1. Design for X – Design for manufacturing, assembly, use, disassembly, EOL and life cycle; 5.2. Models for evaluating the impact of projects in production, use and EOL; 5.3. Life cycle methodologies: Life Cycle Cost, Life Cycle Assessment, Social-Life Cycle Assessment;
6. Selection of project alternatives based on real cases

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):
Realização de um projecto em grupo, onde serão aplicadas as várias metodologias do programa da UC a um caso de estudo real num contexto de desempenho sustentável ao longo do ciclo de vida.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Group project, in which the students will apply methodologies of the course syllabus to a real case study, in a context of sustainable performance along the life cycle.

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:
"Project Management, Planning and Control Techniques", Rory Burke, 2013, Willey; "Life Cycle Assessment, Theory and Practice", Michael Hauschild, Ralph K. Rosenbaum, Stig Olsen, 2018, ----; "Life Cycle Costing for Engineers", B. S. Dhillon, 2018, CRC Press.; "Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products", ----, 2009, United Nations Environment Programme (UNEP).

Mapa IV - Sistemas de Controlo de Tráfego

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Sistemas de Controlo de Tráfego

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Air Traffic Control 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):

ist12032, Fernando Duarte Nunes, 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):

São introduzidos conceitos básicos de posicionamento e navegação em aeronaves usando sistemas terrestres, como o radar e o ILS, ou baseados em satélites. É dada particular ênfase aos sistemas GPS e Galileo e a aplicações neles baseadas, como o WAAS/EGNOS e o ADS-B. São introduzidas ferramentas matemáticas como a diluição de precisão, a representação em espaço de estados e a filtragem de Kalman.

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

Basic concepts of aircraft positioning and navigation are introduced using terrestrial systems, such as radar and ILS, or satellite systems. Particular emphasis is given to GPS and Galileo systems and applications thereof, including WAAS/EGNOS and ADS-B. Mathematical tools such as dilution of precision, state space representation and Kalman filtering are introduced.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

*I. Introdução aos sistemas de rádionavegação. Diluição geométrica de precisão (GDOP). Sistemas de rádionavegação terrestre. Sistemas globais de navegação por satélite (GNSS): GPS, Galileo. GNSS diferencial.
II. Sistemas de radar. Radar de impulsos e de efeito Doppler. Critério de Neyman-Pearson para deteção de alvos. Função de ambiguidade. Exatidão das medições.
III. Representação de sistemas lineares em espaço de estados. Realizações canónicas. Processos ARMA.
IV. Filtragem de Kalman. Processos e cadeias de Markov. Filtro de Kalman linear (KF). Filtro de Kalman generalizado (EKF).
V. GPS. Caracterização dos sinais C/A e P(Y). Modelo de Klobuchar. Mensagem de navegação. Receção e processamento de sinais de GPS: algoritmos de aquisição e de seguimento. Multipercorso. Solução da equação de navegação usando filtragem de Kalman. Sinais BOC (binary offset carrier) em Galileo.
VI. Controlo de tráfego aéreo. Radares primário e secundário. WAM, ADS-B, TCAS. Algoritmos alfa-beta e IMM.*

4.4.5.Syllabus:

*I. Introduction to radionavigation systems. Geometric dilution of precision (GDOP). Terrestrial radionavigation systems. Global navigation satellite systems (GNSS): GPS, Galileo. differential GNSS.
II. Radar systems. Impulse and Doppler effect radar. Neyman-Pearson criterion for target detection. Ambiguity function. Measurements accuracy.
III. State space representation of linear systems. Canonical realizations. ARMA processes.
IV. Kalman filtering. Markov processes and chains. Linear Kalman filter (KF). Extended Kalman filter (EKF).
V. GPS. Characterization of signals C/A and P(Y). Klobuchar model. Navigation message. Reception and processing of GPS signals: acquisition and tracking algorithms. Multipath. Solution of the navigation equation using Kalman filtering. BOC (binary offset carrier) signals in Galileo.
VI. Air traffic control. Primary and secondary radars. WAM, ADS-B, TCAS. Alfa-beta and IMM algorithms.*

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.
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.*

4.4.6.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.
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.

4.4.8. 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:
Folhas da disciplina (em inglês), F. Nunes, 2019, IST; Avionics Navigation Systems, M. Kayton and W. Fried, 1997, Wiley; Engineering Satellite-Based Navigation and Timing, J. Betz, 2016, Wiley

Mapa IV - Aerodinâmica III

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Aerodinâmica III

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Aerodynamics III

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

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):

ist11668, José Carlos Fernandes Pereira, 42 horas

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

ist14442, José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira, 7 hours

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

- *Aplicar princípios fundamentais do escoamento compressível (escoamento de alta entalpia).*
- *Entender os efeitos dominantes da compressibilidade: ondas de choque, descontinuidades de contato, interação onda de choque-limite.*
- *Calcular os parâmetros aerodinâmicos de perfis alares e asas em diferentes regimes do escoamento: subsônico, transônico, supersônico e hipersônico.*
- *Analisar simulações de CFD de escoamentos transônicos e supersônicos.*

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

To assist the student in mastering the ability:

- *To apply fundamental principles of compressible flow, (High speed flows).*
- *To understand dominant steady and unsteady compressibility effects: shock waves, contact discontinuities, interaction-shock-boundary-layer.*
- *To calculate the aerodynamic parameters of Airfoils and wings in different flow regimes: Subsonic, Transonic, Supersonic, and Hypersonic.*
- *To conduct and analyse CFD simulations of transonic and supersonic flows*

4.4.5.Conteúdos programáticos:

- *Parte-1 Dinâmica de gás*
Equações fundamentais,
Onda de choque normal,
Método de choque -expansão,
Escoamento 1D compressível não-estacionário,
Introdução ao método de características,
O problema de Riemann.
- *PARTE-2 Modelo de escoamento potencial linearizado.*
Equação de potencial 3D linearizada e suas simplificações para regimes subsônicos, transônicos, supersônicos e hipersônicos; Regras de similaridade,
Perfis alares em regime transônico
Perfis alares em escoamentos supersônicos; Teoria linear de Ackeret,
Introdução ao escoamento hipersônico,
Escoamento potencial linearizado tridimensional,
Asas em escoamento subsônico,
Asas em escoamento supersônico
Corpos esbeltos em supersônicos.
- *PARTE-3 Camadas de limite*
Equações de limite laminar compressível,
Tópicos de transição para turbulência.
Equações de camada limite turbulenta compressíveis. Soluções de similaridade,
Interação camada limite-choque.

4.4.5.Syllabus:

PART-1 Gas Dynamics
Fundamental equations,
Normal Shock wave,
Shock-expansion method,
Unsteady compressible 1D flow.
Introduction to Characteristics Method.
The Riemann problem

PART-2 Linearized Potential flow model.

Linearized 3D potential equation and their simplifications to subsonic, transonic, supersonic and hypersonic regimes;
Similarity rules
Airfoils in transonic regime
Airfoils in supersonic flows; Linearized Ackeret theory.

*Introduction to hypersonic flow.
Three dimensional linearized Potential flow
Wings in subsonic flow
Wings in supersonic flow.
Slender bodies in supersonic.*

PART-3 Boundary Layers

4.1 Compressible 2D Laminar boundary equations B. L.

4.2 Transition to turbulence topics.

4.3 Compressible 2D turbulent boundary equations. Similarity solutions.

4.4 Shock- Boundary layer interaction in exterior and interior flows.

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

O objetivo deste curso é ensinar os fundamentos da aerodinâmica compressível, modelos (Navier-Stokes, Euler, Potencial e Linearizado) para analisar os regimes da aerodinâmica compressível (subsônico, transônico, supersônico e hiperônico), bem como a sua aplicação em perfis alares, asas e corpos de revolução. Os conteúdos são: i) dinâmica do gás quasi-unidimensional aplicando os princípios da termodinâmica ao escoamento compressível; ii) a natureza hiperbólica das leis de conservação é estudada com o método das características em 1D não-estacionário e 2D com descontinuidades de contato e ondas de expansão; iii) o cálculo dos parâmetros aerodinâmicos de perfis alares e asas em: subsônico, transônico, supersônico e hipersônico com modelos de potencial linearizados simplificados; finalmente camada limite compreensível, laminar, transicional e turbulenta a interação choque-camada limite.

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

The objective of this course is to teach the fundamentals of compressible aerodynamics. Provide students with specific training on the different flow models, (Navier-Stokes, Euler, Potential and Linearized Potential) to analyze the flow regimes of compressible aerodynamics, (subsonic, transonic, supersonic and hypersonic) as well as their application to wing profiles, wings and bodies of revolution. The course starts with i) gas-dynamics of quasi-unidimensional to apply fundamental principles of thermodynamics of compressible flow; after ii) the hyperbolic nature of the high-speed flow conservation laws is given with the characteristic method for 1D unsteady and 2D steady flows with contact discontinuities, and expansion waves; iii) the calculation of the aerodynamic parameters of airfoils and wings for Supersonic, with simplified linearized potential models, iv) The compressible boundary layer for supersonic flows and the interaction-shock-boundary-layer.

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):

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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

Com o objetivo de atingir os objetivos pretendidos, a unidade curricular está organizada em duas fases diferentes, a saber: i) Aulas teórico-práticas e ii) grupo de trabalho em equipe (3 ou 4 alunos) para realização de projetos pelos grupos e subsequente entrega de relatórios escritos incluindo os programas elaborados. As aulas estão disponíveis com alguns dias de antecedência para os alunos; consequentemente, os temas das aulas são selecionados de modo a proporcionar aos alunos a confiança nas aplicações tecnológicas, com ênfase maior nos aspectos que contribuem para a projetos de equipe e. g. geometria da tubeira convergente-divergente para foguetões, tubo Pitot, problema da admissão de ar num motor em voo supersônico, túnel aerodinâmico supersônico, a fricção em tubo usados para respirar, motor com pós-queimador, tubo de choque, difusor supersônico 2D, projeto de perfil alar supercítico em transônico, etc. A execução de três destes projetos leva os alunos a fazer perguntas e a manter um diálogo com o professor e a dominar o trabalho em equipe e suas habilidades de liderança e comunicação a vários níveis. O efeito das aulas e do trabalho em equipe é examinado baseando-se num exame a meio do curso, e um pós-teste ou final, que serve para comparar os ganhos de aprendizagem.

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

Aiming to achieve the purported objectives, the curricular unit is organized in two different phases, namely: i) Seminar lectures and ii) Team workgroup (3 or 4 students) of draft projects by the student groups and subsequent delivery of supporting written reports.

All the lectures were available with some days in advance to the students consequently the themes of the lectures are selected in order to make possible to provide the students with the reliance for the technological applications, with a stronger emphasis is placed in the aspects contributing to the team projects e. g. nozzle geometry for rockets, Pitot tube, supersonic inlet engine problem, aerodynamic supersonic tunnel, astronaut pipe with friction to breath, after-burner engine, shock tube, 2D plane supersonic nozzle, super-critical transonic airfoil design, etc. In turn, the execution of 3 of such projects brings the students to ask questions and to open interrupt the dialog with the professor and to master the teamwork and their leadership and communication skills at various levels.

The effect of the lectures and working in team work was examined both quantitatively and qualitatively. The quantitative analysis was based on a midterm, a posttest or final examination, which served for comparing the learning gains.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Modern Compressible Flow; With Historical Perspective", John D. Anderson, 2004, Third Edition, McGraw-Hill ; AERODINÂMICA II, J. C. Fernandes Pereira, 2020, ADIST; "Aerodynamics for Engineers", John J. Bertin and Michael L. Smith , 1998, Prentice Hall; "Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems", R. J. LeVeque, 2003, Cambridge University Press ; "Turbulence et Couche limite", (Chapter 8 and 11) , J. Cousteix, 1989, Cepadues editions, Toulouse; "Couche limite Laminaire" (Chapter 11), J. Cousteix, 1988, Cepadues - editions, Toulouse; "Elements of Gas Dynamics", H. W. Liepmann and A. Roshko, 1957, J. Wiley & Sohns, New-York; "Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow", volumes I and II, Shapiro, A.H, 1953, Ronald Press, New York, N.Y.

Mapa IV - Ambiente Espacial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ambiente Espacial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Space Environment

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist12909, João Manuel Gonçalves de Sousa Oliveira, 49 horas por semestre

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):

Pretende-se que o aluno tome conhecimento das características do ambiente que satélites ou naves espaciais podem encontrar na vizinhança da Terra e no sistema solar; que seja capaz de identificar os principais problemas colocados pelo ambiente espacial e suas possíveis soluções.

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

The student should learn about the characteristics of the environment in which satellites or spacecrafts work, either in the vicinity of Earth or in the solar system; and be able to identify the main challenges posed by the space environment and suggest possible solutions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O sistema solar.

Introdução à Física de plasmas magnetizados: teoria de órbitas de partículas, MHD.

A alta atmosfera e a ionosfera terrestres.

O Sol e a sua atmosfera. Vento solar.

Interação entre o vento solar e a magnetosfera. Magnetosferas terrestre e planetárias.

Objectos com órbitas perto de Terra; asteróides e meteoritos. Detritos espaciais: síndrome de Kessler, remoção activa e passiva de detritos.

Equilíbrio térmico das naves espaciais.

Efeitos da radiação no espaço.

4.4.5. Syllabus:

Solar system.

Introduction to the Physics of Plasmas: particle orbit theory, MHD.

Earth's upper atmosphere and ionosphere.

The Sun and its atmosphere. Solar Wind.

Interaction between the solar wind and the magnetosphere. Terrestrial and planetary magnetospheres.

Near Earth Objects; asteroids and meteorites. Space debris: Kessler syndrome, active and passive debris removal.

Thermal balance of spacecrafts.

Effects of space radiation.

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):

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation 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 abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos 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 and problem solving classes, 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:

Space Physics, C. T Russell, J. G. Luhmann, R. J. Strangeway, 2016, Cambridge University Press; Planetary Sciences, Imke de Pater, Jack Lissauer, 2001, Cambridge University Press; Spaceflight Dynamics, William Wiesel, 2001, Aphelion Press

Mapa IV - Processos de Fabrico**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Processos de Fabrico

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Manufacturing Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TMGI

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 42; PL - 7

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):

ist13722, Bárbara Perry Pereira Alves Gouveia, 49.0h

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):

Esta unidade curricular tem como objectivo introduzir o alunos aos principais processos de fabrico. Permite a compressão da teoria da plasticidade dos materiais metálicos e os principais aspetos fenomenológicos relacionados com temperatura e velocidade de deformação. Introduce as principais tecnologias de fabrico com exemplos e demonstrações laboratoriais de processos selecionados no domínio do processamento mecânico e térmico. Desenvolve no aluno a capacidade para selecionar um processo de fabrico tendo em consideração os requisitos do produto ao nível dos materiais, do desempenho, da série de fabrico, das dimensões e tolerâncias, do custo final, e as características técnicas dos diferentes processos e equipamentos.

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

The course will produce a good understanding of the theory of plasticity and the main phenomenological aspects related to temperature and strain-rate of metals. It aims to provide a comprehensive knowledge of the main manufacturing technologies with examples and laboratory demonstrations of selected metal forming, metal cutting, joining and casting processes. The course will enable students to develop the ability to select a manufacturing process considering the product requirements at the material level, performance, production size, dimensions and tolerances, final cost, and the technical characteristics of the different processes and equipment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Aspectos fenomenológicos do comportamento mecânico dos materiais metálicos, teoria da plasticidade e viscoplasticidade, equações constitutivas, influência da temperatura e da velocidade de deformação;*
- 2. Introdução e classificação dos processos de fabrico por deformação plástica (aplicações ao forjamento, estampagem e corte de chapa);*
- 3. Introdução e classificação dos processos de maquinagem (aplicações ao torneamento e fresagem);*
- 4. Introdução e classificação dos processos de fundição (aplicações à fundição em areia e em coquilha metálica) e de ligação (aplicações à soldadura, adesivos e ligações mecânicas). Aspectos económicos.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Phenomenological aspects of the mechanical behavior of metals, plasticity and viscoplasticity theory, constitutive equations, influence of temperature and strain rate;*
- 2. Introduction and classification of metal forming processes (e.g., bulk metal forming, sheet metal forming and shearing/blanking). Introduction and classification of machining processes (e.g., turning and milling);*
- 3. Introduction and classification of casting processes (e.g., sand casting and metal casting);*
- 4. Introduction and classification of joining processes (e.g., welding, adhesive bonding and mechanical fastening applications). Economic aspects.*

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

Os conteúdos programáticos incluem fundamentos teóricos do comportamento mecânico dos materiais metálicos essenciais à compreensão das principais tecnologias de fabrico de componentes, que são a principal parte do conteúdo programático desta unidade curricular. Os conteúdos serão transmitidos de forma teórico-prática solicitando os alunos através do estudo dos fundamentos de cada processo de fabrico e da resolução de exercícios de aplicação. Os processos de fabrico serão descritos com exemplos e demonstrações laboratoriais que visam dotar os alunos de conhecimentos e competências necessários ao cumprimento e à aquisição dos objectivos de aprendizagem descritos.

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

The program contents include aspects of the mechanical behavior of metallic materials essential to the understanding of the main manufacturing technologies, which are the principal part of the syllabus of this course. The contents will be transmitted in a theoretical-practical way, requesting students through the study of the fundamentals of each manufacturing process and the resolution of exercises. The manufacturing processes will be described with examples and laboratory demonstrations that aim to provide students with the knowledge and skills necessary to fulfill and acquire the described learning outcomes.

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 ($\leq 50\%$).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$).

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

Os métodos de ensino baseiam-se na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização de problemas, demonstrações, trabalhos experimentais e de pesquisa, concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente de diferentes processos de fabrico, assegurando a conformidade com os objectivos da unidade curricular.

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

Teaching methodologies are based on the transfer of theoretical and practical knowledge through the use of problems resolutions, demonstrations, experimental and research work, designed so that students can develop a comprehensive knowledge of different manufacturing processes, ensuring compliance with the learning outcomes of this course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica", Vol I, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2010, Escolar Editora; "Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica", Vol II, Jorge Rodrigues e Paulo Martins, 2010, Escolar Editora; "Tecnologia Mecânica – Tecnologia da Deformação Plástica", Vol III, Bárbara Gouveia, Jorge

Rodrigues e Paulo Martins, 2011, Escolar Editora; "Introduction to manufacturing processes", Schey J. A., 1999, McGraw Hill; "Manufacturing, Engineering and Technology", Kalpakjian S., Schmid S., Chih-Wah Kok, 2013, Pearson; "Fundamentals of Modern Manufacturing Materials Processes and Systems", Mikell P. Groover, 2015, Willey.

Mapa IV - Emissões Aeronáuticas

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Emissões Aeronáuticas

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Aircraft Emissions

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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:

Unidade curricular de opção.

4.4.1.7.Observations:

Optional curricular unit.

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

ist13215, João Manuel Melo de Sousa, 49.0 horas

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):

Conhecimento das principais fontes de emissão poluentes e acústicas com origem aeronáutica e mecanismos associados. Conhecimento das regras de certificação de emissões e ruído para aeronaves de transporte comercial. Fazer uso dos conhecimentos adquiridos para definir estratégias de operação e projecto de aeronaves "verdes".

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

Knowledge of the principal sources of pollutant and acoustic emissions from aircraft and associated mechanisms. Knowledge of acoustic emissions and noise certification rules for commercial transport aircraft. Make use of the acquired knowledge to define strategies for operation and design of "green" aircraft.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Parte A: Estudo de Emissões Poluentes

A1 - Conceitos Introdutórios.

A2 - Principais Efeitos Ambientais da Poluição Atmosférica.

A3 - Sistemas de Propulsão de Aeronaves.

A4 - Emissões Poluentes de Motores de Aeronaves.

A5 - Operação e Projecto de Aeronaves para Baixas Emissões.

Parte B: Estudo de Emissões Acústicas**B1 - Conceitos Introdutórios.****B2 - Propagação do Som na Atmosfera.****B3 - Medição do Ruído.****B4 - Fontes de Ruído em Aeronaves.****4.4.5.Syllabus:****Part A: Study of Pollutant Emissions****A1 - Introduction.****A2 - Major Environmental Effects of Atmospheric Pollution.****A3 - Aircraft Propulsion Systems.****A4 - Pollutant Emissions of Aero-engines.****A5 - Operation and Design of Aircraft for Low Emissions.****Part B: Study of Acoustic Emissions****B1 - Introduction.****B2 - Propagation of Sound in the Atmosphere.****B3 - Noise Measurement.****B4 - Airplane Noise Sources.**

4.4.6.Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos acerca das emissões poluentes e de ruído por aeronaves. Adicionalmente, aplicações teórico-práticas da matéria leccionada permitem ao aluno integrar conhecimentos anteriores, bem como adquirir novos conhecimentos úteis à sua actividade como profissional de engenharia aeroespacial, capacitando-o ainda para outras aprendizagens através de pesquisa autónoma. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The programmatic contents cover the main topics about pollutant and noise emissions by aircraft. In addition, theoretical-practical applications of the taught subject allow the student to integrate previous knowledge, as well as acquiring new knowledge useful to his activity as an aerospace engineering professional, enabling him to further learn through autonomous research. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, and students are asked to study the contents and solve application exercises.

4.4.7.Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Classificação Final é formada por duas componentes independentes de avaliação:

- Mini-testes individuais realizados em aula (40%)

- Projecto realizado em grupo, avaliado com base em relatório escrito e apresentação oral (60%)

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 activa compatível com a drástica redução do peso de avaliação por exames.

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade consists of two independent assessment components:

- Individual tests in class (40%)

- Project work performed in group, evaluated based on a written report and an oral presentation (60%)

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 elements of continuous assessment in the context of active learning compatible with the drastic reduction of assessment by exams.

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 objectivos da unidade curricular. A realização de projectos permite o confronto com problemas reais. Na realização dos projectos é estimulada a adopção de diferentes abordagens para a resolução dos problemas em questão, bem como a análise dos resultados potenciais nas vertentes de projecto, operacional e económica, contribuindo deste modo para o desenvolvimento de um Pensamento Crítico e Inovador. Adicionalmente, o trabalho em equipa e a apresentação oral destes projectos contribuem para o desenvolvimento das Competências Interpessoais.

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 develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The accomplishment of projects allows confrontation with real problems. The adoption of different approaches to solve the underlying problems is encouraged in project work, as well as the analysis of the potential results on design, operational and economic aspects, thus contributing to the development of Critical and Innovative Thinking. In addition, teamwork and oral presentation of the projects contributes to the development of Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Elements of Aircraft Pollution, G.J.J. Guijgrok, D.M. van Paassen, 2012, Delft Academic Press; Elements of Aviation Acoustics, G.J.J. Guijgrok, 2009, VSSD, Delft Academic Press

Mapa IV - Propagação e Dissipação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Propagação e Dissipação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Propagation and Dissipation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist12900, Pedro da Graça Tavares Álvares Serrão, TP 49 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):

Analogias e diferenças entre fenómenos não-estacionários do tipo onda ou difusão ou combinados, em fluidos, sólidos, dielétricos ou outros meios homogéneos ou heterogéneos, incluindo interfaces, obstáculos, fontes, fenómenos não lineares e sua ocorrência na terra e espaço e utilização na concepção de veículos e aparelhos.

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

Analogies and differences among unsteady wave or diffusion or combined phenomena in fluids, solids, dielectric and other homogeneous or inhomogeneous media, including interfaces, obstacles, sources, non-linear phenomena, and their occurrence in earth bound and space environments and their use in the design of vehicles and devices.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Analogias entre: (i) ondas sonoras; (ii) ondas electromagnéticas ; vibrações de (iii) cordas, (iv) membranas, (v) barras, (vi) vigas e (vii) placas elásticas; (viii) ondas em meios elásticos tridimensionais; (ix) ondas hidráulicas de superfície; (x) ondas magneto hidrodinâmicas.
2. Analogias entre: (i) condução de calor não estacionária, (ii) difusão de massa em meios multifásicos e (iii) dissipação eléctrica pelos efeitos de Ohm e Hall.
3. Propagação de ondas isótropas e anisótropas, dispersivas e não-dispersivas em meios com ou sem dissipação. Ondas não-lineares e formação de choques.
4. Reflexão, transmissão e absorção de ondas incidentes em interfaces irregulares entre meios distintos em movimento.
5. Geração de ondas e difusão a partir de fontes multipolares pontuais e distribuições finitas ou infinitas.
6. Ondas em meios heterogéneos
7. Acústica de meios heterogéneos em movimento
8. Ondas, modos, dissipação e radiação em instrumentos musicais

4.4.5. Syllabus:

1. Analogies among: (i) sound waves in fluids; (ii) electromagnetic waves in dielectric media; vibrations of elastic (iii) strings, (iv) membranes, (v) bars, (vi) beams and (vii) plates; (viii) longitudinal, transversal and surface waves in three-dimensional elastic media; (ix) surface hydraulic waves; (x) magnetohydrodynamic waves in a cold plasma. 2. Analogies among: (i) unsteady heat conduction (ii) mass diffusion in multiphase media; (iii) electrical dissipation by the Joule and Hall effects. 3. Isotropic and anisotropic, dispersive and non-dispersive wave propagation with and without dissipation. Non-linear waves and shock formation. 5. Reflection and transmission of waves incident on interfaces between different media. 6. Wave generation by point multipolar sources or finite or infinite source distributions. 7. Waves in inhomogeneous media 8. Acoustics of inhomogeneous and moving media. 9. Waves, modes, dissipation and radiation in musical instruments.

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):

Apresentações orais e discussões de trabalhos (50%), exame final (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Oral presentations and discussions (50%), Final Exam (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 apresentação de trabalhos de pesquisa por alunos. 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 research work presentations by students, 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:

*Mathematics and Physics for Science and Technology, L.M.B.C. Campos, 2019, CRC Press
Wave Motion, J. Billingham, A. C. King, 2001, Cambridge University Press
Acoustics of Musical Instruments: A. Chaigne, J. Kergomard 2016. Springer*

Mapa IV - Sensores e Sistemas**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Sensores e Sistemas

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Sensors and Systems

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MAA

4.4.1.3.Duração:

Semestral

4.4.1.4.Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5.Horas de contacto:

T28;PL21

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):

ist12711, Agostinho Rui Alves da Fonseca, 49 horas

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):

Aquisição de conhecimentos relevantes para a análise e operação de sistemas de instrumentação gerais e aplicados em aeronaves:

Conceito de instrumentação;

Conceito de metrologia;

Análise dos subsistemas que constituem um sistema de instrumentação;

Análise de sistemas aeronáuticos, envolvendo sistemas de instrumentação.

Parte do último objetivo será abordado pelos alunos através da elaboração e apresentação numa aula de 1 (um) trabalho de síntese, sobre um sistema aeronáutico envolvendo sistemas de instrumentação.

Haverá 3 (três) trabalhos experimentais envolvendo componentes de sistemas de instrumentação, nomeadamente sensores e unidades de condicionamento de sinal.

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

Acquisition of relevant knowledge for the analysis and operation of general and aircraft instrumentation systems:

- Instrumentation concept;

- Metrology concept;

- Analysis of the subsystems that constitute an instrumentation system;

- Analysis of aeronautical systems, involving instrumentation systems.

Part of the last objective will be approached by the students through the elaboration and presentation in a class of 1 (one) synthesis work, about an aeronautical system involving instrumentation systems.

There will be 3 (three) experimental works involving components of instrumentation systems, namely sensors and signal conditioning units.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

1. Conceito, caracterização e aplicação de sistemas de instrumentação.

2. Características metrológicas de um canal de medida.

3. Análise geral dos principais subsistemas de um sistema de instrumentação: sensores; condicionamento de sinal;

amostragem; conversão e modulação de dados; gravação; transmissão; sistemas de visualização. Calibração de sistemas de instrumentação. A importância do tempo para a correlação dos dados.

4. Classificação e análise dos vários subsistemas que constituem o sistema de instrumentação de uma aeronave: instrumentos de medição de dados ar; navegação e guiamento; ajudas à aproximação e aterragem; sistemas de navegação por satélite para aplicação aeronáutica (ABAS, SBAS e GBAS); fundamentos e utilização de barramentos de dados (ARINC 429, ARINC 629, MIL-STD-1553B, AFDX e IEEE-488). Exemplos.

4.4.5.Syllabus:

1. Concept, characterization and application of instrumentation systems.

2. Metrological characteristics of a measurement channel.

3. General analysis of the main subsystems of an instrumentation system: sensors; signal conditioning; sampling; data conversion and modulation; recording; streaming; visualization systems. Calibration of instrumentation systems. The importance of time for data correlation.

4. Classification and analysis of the various subsystems constituting the instrumentation system of an aircraft: air data measuring instruments; navigation and guidance; approach and landing aids; satellite navigation systems for aeronautical application (ABAS, SBAS and GBAS); fundamentals and use of data buses (ARINC 429, ARINC 629, MIL-STD-1553B, AFDX and IEEE-488). Examples.

4.4.6.Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular, 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 cumprimento dos referidos objetivos. Neste sentido, são fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e são analisados vários sistemas uma aeronave, envolvendo sistemas de instrumentação. Relativamente a este último ponto, os alunos deverão, por pesquisa autónoma, elaborar e apresentar um trabalho de síntese sobre um sistema aeronáutico, envolvendo sistemas de instrumentação.

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

In view of the learning objectives of the curricular unit, described in 6.2.1.4, any expert in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 6.2.1.5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary to fulfill these objectives. In this sense, are provided the theoretical bases, the essential concepts and are analysed several aeronautical systems, involving instrumentation systems. Related to this last aspect, students must, by autonomous research, prepare and present a synthesis work on an aeronautical system, involving instrumentation systems.

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 elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (trabalhos experimentais e de síntese) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

Face ao exposto, as metodologias de ensino envolverão:

- aulas teóricas e laboratoriais, designadamente sobre sistemas aeronáuticos envolvendo sistemas de instrumentação, sendo a decorrente avaliação dos conhecimentos adquiridos efetuada através da realização de um exame escrito (50% da nota final) e de 3 (três) trabalhos experimentais (30% da nota final).

- pesquisa autónoma, elaboração e apresentação de um trabalho de síntese sobre um sistema aeronáutico envolvendo sistemas de instrumentação (20% da nota final).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (experimental and synthesis works) compatible with the significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

From the exposed, teaching methodologies will involve:

- theoretical and laboratory classes, namely on aeronautical systems involving instrumentation systems, with the resulting assessment of knowledge acquired carried out through a written exam (50% of the final grade) and 3 (three) experimental works (30% of the final grade);

- autonomous research, preparation and presentation of a synthesis work on an aeronautical system involving instrumentation systems (20% 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 sobre vários sistemas de uma aeronave, envolvendo sistemas de instrumentação, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Neste sentido, as metodologias de ensino envolvem a

transferência de conceitos teóricos e práticos, nomeadamente através da realização de trabalhos experimentais, e fomentam a pesquisa autónoma, através da elaboração e apresentação de um trabalho de síntese sobre um sistema aeronáutico, envolvendo sistemas de instrumentação.

Para além de permitir cumprir os referidos objetivos, esta abordagem 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 have been conceded so that students can develop a comprehensive knowledge of aeronautical systems, involving instrumentation systems, ensuring compliance with curricular unit objectives. In this sense, the teaching methodologies involve the transfer of theoretical and practical concepts, namely through the realization of experimental works, and encourage autonomous research, through the elaboration and presentation of a synthesis work on an aeronautical system, involving instrumentation systems.

In addition to meeting these objectives, this approach will help level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9.Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Avionics Navigation Systems, M. Kayton e W. R. Fried, 1996, John Wiley and Sons.

Aircraft Instruments & Integrated Systems, E. H. J. Pallett, 1992, Longman.

Sensores e sistemas, notas para a cadeira adaptadas e compiladas a partir de documentos elaborados por J. R. C. Azinheira, A. R. A. Fonseca, 2017, Texto compilado - ACMAA, DEM, IST.

Mapa IV - Sistemas Integrados de Radiofrequência

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Sistemas Integrados de Radiofrequência

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Radiofrequency Integrated Systems

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):

ist12567, João Manuel Torres Caldinhas Simões Vaz, 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):

Adquirir competências relacionadas com a análise e projecto de circuitos integrados (IC) para aplicações de rádio frequências (RF), não só ao nível de blocos individuais para uma determinada função, mas também em arquiteturas de emissores e receptores.

Uma ênfase especial será dada à tecnologia CMOS.

Familiarizar-se com as ferramentas CAD/CAE para projecto de circuitos integrados de modo ser capaz de fazer simulações e obter as máscaras finais prontas para fabricação.

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

To acquire knowledge for the analysis and design of integrated circuits (IC) for radio frequency (RF) applications, not only at individual block level for a specific function, but also at emitter and receiver architecture level. A special focus will be given to CMOS technology. To become familiar with CAD/CAE software tools and be capable of integrated circuits simulation and layout design ready for fabrication.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

1- Introdução ao projecto em altas frequências

Tecnologias integradas para altas frequências

Componentes e modelos para RF ICs

Técnicas de projecto de circuitos em altas frequências

2 - Amplificação de sinal em RF

Amplificadores de baixo ruído

Amplificadores de potência eficientes

3 - Conversão de frequência de sinal

Misturadores de frequência

Divisores e duplicadores de frequência

4 - Geração de sinal

Osciladores com frequência controlada

Osciladores de referência

Sintetizadores de frequência

5 - Emissores e receptores

Arquiteturas heterodina, homodina

e de baixa frequência intermédia.

Filtros e sinais complexos.

4.4.5.Syllabus:

1 - Introduction to high frequency design

Fast Integrated technologies

Components and models for RF ICs

High frequency circuit design techniques

2 - RF Signal amplification

Low-noise amplifiers

High-efficiency power amplifiers

3 - Signal frequency conversion

Frequency mixing

Frequency doublers and dividers

4 - Signal generation

Oscillators frequency control

Reference frequency oscillators

Frequency synthesizers

5 - RF receivers and emitters

Heterodyne, zero and low-IF architectures

Complex signals and filtering

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos relacionados com a análise e projecto de circuitos e

sistemas para aplicações em radio frequências especialmente em tecnologia integrada monolítica CMOS. Os alunos vão adquirir as competências necessárias a uma futura actividade profissional na indústria de microelectrónica vocacionada para o ramo das telecomunicações. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, bem como a realização de projectos com software CAD/CAE idêntico ao que é usado na indústria de microelectrónica a nível global.

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

The program contents cover the main topics related to the analysis and design of circuits and systems for radio frequency applications, especially in monolithic integrated CMOS technology. Students will acquire the necessary skills for a future professional activity in the microelectronics industry dedicated to telecommunications applications. Theoretical bases, essential concepts and application examples are provided, as well as project designs with CAD / CAE software identical to that used in the microelectronics worldwide industry.

4.4.7.Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem com a realização de projectos e a resolução de problemas. Dá-se ênfase à componente prática, à aprendizagem activa, ao trabalho autónomo e em grupo, e à responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora avaliação contínua pela realização de três projectos (70% peso), e um exame final escrito (30% peso).

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies aim is to promote learning by carrying out projects and solving problems. Emphasis is placed on the practical component, active learning, autonomous and group work, and student accountability. The evaluation model incorporates continuous evaluation by carrying out three projects (70% weight), and a written final exam (30% weight).

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 complementados com exercícios práticos, e através de uma forte componente de projecto. Esta abordagem permitirá que estudantes com diferentes formações atinjam um nível de conhecimentos semelhante.

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 concepts complemented with practical exercises, and through a strong project component. This approach will allow students with different backgrounds to reach a similar level of knowledge.

4.4.9.Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

***"RF microelectronics", Behzad Razavi, 2012, Prentice- Hall;
"The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits", Lee, T, 2006, second edition, Cambridge University Press;
"RF System Design of Transceiver for Wireless Communications", Oizheng Gu, 2005, Springer;
"RF Power Amplifiers for Wireless Communications", Cripps, Steve C., 2nd edition, Artech House, 2006.***

Mapa IV - Processamento Digital de Sinais

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Processamento Digital de Sinais

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Digital Signal Processing

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):

ist11994, Jorge dos Santos Salvador Marques, 38.5h

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

ist14026, Maria Margarida Campos da Silveira, 10.5h

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

O principal objectivo desta disciplina é o de fornecer aos alunos os principais conceitos e as ferramentas fundamentais para o processamento de sinais em tempo discreto. A disciplina de Processamento Digital de Sinais tem uma forte componente prática, apresentando exemplos ilustrativos dos conceitos teóricos e a sua aplicação em situações reais.

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

The main goal of this course is to provide the students with the main concepts and the fundamental tools for discrete-time digital signal processing. The PDS course has a strong practical component, presenting examples to illustrate the theoretical concepts and their application to real situations.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

- 1. Sinais e sistemas discretos: sinais elementares, SLITS, soma de convolução, propriedades.*
- 2. Transformada de Fourier e amostragem.*
- 3. Transformada z: propriedades, transformada inversa, função de transferência, análise de SLITS.*
- 4. Transformada discreta de Fourier: definição, análise de sinais, propriedades, filtragem.*
- 5. Sinais aleatórios.*
- 6. Estimação de parâmetros: método de mínimos quadrados, método de máxima verosimilhança, inferência bayesiana.*

4.4.5.Syllabus:

Part I ? Discrete Transforms and Filtering

- 1. Discrete signals and systems*
- 2. Z transform*
- 3. Discrete Fourier transform*
- 4. Digital filtering*

Part II ? Model Based Signal Processing

- 5. Random signals*
- 6. Parameter estimation*
- 7. Adaptive filtering*

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:

In view of the UC's learning objectives, described in 4, any specialist in the subject will be able to verify that all the points of the syllabus, described in 5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for their fulfillment and the acquisition of those objectives.

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.

A avaliação tem três componentes: componente laboratorial (45%), exame final (45%) e competências transversais (10%)

A componente laboratorial é composta por três trabalhos de laboratório, feitos em grupos de 2 alunos, e um relatório de síntese. A nota de laboratório resulta da interacção dos alunos com o professor e da nota do relatório.

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 evaluation has three components: laboratory component (45%), final exam (45%) and transversal skills (10%)

The laboratory component consists of three laboratory works, done in groups of 2 students, and a synthesis report. The laboratory grade results from the students' interaction with the teacher and the report grade.

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Discrete-Time Signal Processing, Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafér, 1999, Prentice-Hall;

Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory, Steven M. Kay, 1993, Prentice Hall

Mapa IV - Atividades Extracurriculares I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Atividades Extracurriculares I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Extracurricular Activities I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

OL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

n.a.

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

Esta unidade curricular tem horas de contacto variáveis dependendo da escolha do aluno

4.4.1.7.Observations:

This curricular unit has variable contact hours depending on the student's choice

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

ist13198, Fernando José Parracho Lau, 7 horas

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

ist13672, Afzal Suleman, 7 horas

ist14018,, Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha, 7 horas

ist11962, José Fernando Alves da Silva, 7 horas

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

Estimular os estudantes a adquirirem, de forma diversificada e complementar, conhecimentos e competências comportamentais, sociais, culturais, científicas, tecnológicas e profissionais, através da realização de atividades extracurriculares. Atualmente além de um percurso curricular que fornece provas de conhecimentos científicos/tecnológicos bem consolidados, os empregadores valorizam o percurso extracurricular dos alunos nas suas diversas vertentes.

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

To stimulate students to acquire, in a diversified and complementary way, behavioral, social, cultural, scientific, technological and professional knowledge and skills through extracurricular activities. Currently, in addition to scientific/technological knowledge, employers value the extracurricular course of students in its various aspects.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

No quadro desta unidade curricular serão creditadas actividades realizadas pelos estudantes, individualmente ou em grupo, que tenham um cariz essencialmente extra-curricular.

1) As actividades extracurriculares devem ser creditadas por pedido dos alunos em uma ou duas unidades curriculares denominadas Actividades Extracurriculares I e II (AE I e AE II) com 3 ECTS cada, oferecidas a todo o universo de alunos dos 2º. Ciclos (mestrado) do IST.Em cada uma destas UC de 3 ECTS os alunos devem realizar uma (ou mais) atividade(s) extracurriculares com esforço total de pelo menos 84 horas.

2) Os coordenadores de cada curso deverão reservar espaço na sua grelha de 2º. Ciclo para que os alunos, se assim o entenderem, possam escolher AE I/AEII

4.4.5.Syllabus:

In this curricular unit activities carried out by students, individually or in groups, which have an essentially extra-curricular nature, will be credited.

1) The extracurricular activities must be credited by request of the students in one or two curricular units called Extracurricular Activities I and II (AE I and AE II) with 3 ECTS each, offered to the whole universe of students of the 2nd cycle. In each of these 3 ECTS courses, students must perform one (or more) extracurricular activity(s) with a total effort of at least 84 hours.

2) Coordinators of each course must reserve space on their 2nd cycle grid so that students, if they wish, can choose AE I/AE II

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):

1) A efectiva realização da actividade, exigindo-se um certificado das entidades onde realizaram as actividades extracurriculares, 2) AE I ou AE II tem avaliação do tipo aprovado/ não aprovado.

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

(1) a certificate from the entities where the extracurricular activities took place, is required (2) AE I or AE II has approved/unapproved type assessment.

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 - Controlo Multivariável, Não-Linear e Ótimo

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:
Controlo Multivariável, Não-Linear e Ótimo

4.4.1.1.Title of curricular unit:
Multivariable, Nonlinear and Optimal 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:
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):
ist11886,João Manuel Lage de Miranda Lemos,28h

4.4.3.Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist14388,Pedro Tiago Martins Batista,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 projectar sistemas de controlo recorrendo à formulação em espaço de estados para sistemas lineares, não lineares e ótimos, com aplicações à análise e projecto de controladores para sistema complexos, através de exemplos das áreas da robótica, processos industriais, ecologia, sistemas biomédicos e outros.

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

After successfully completing this course, the students should be able to design control systems using the state-space formulation for linear, nonlinear and optimal systems, with applications to the analysis and design of complex system controllers for examples in the areas of robotics, industrial processes, ecology, biomedical systems and others.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Modelos lineares de estado. Equação de estado e sua solução. Decomposição modal. Matriz de transição. Realizações de estado. Relações com a função de transferência. 2. Realimentação de variáveis de estado. Controlabilidade e observabilidade. Realizações mínimas. Interpretação em termos de pólos e zeros. Controlador por colocação de pólos através de realimentação linear do estado. Teorema de separação. Seguimento do sinal de referência e efeito integral. 3. Modelo de estado de sistemas não lineares. Pontos de equilíbrio. Linearização. Estabilidade. Métodos indireto e direto de Lyapunov. Equação de Lyapunov. Controladores não lineares. 4. Controlo Ótimo. Princípio de Pontryagin para problemas de tempo terminal fixo e sem restrições no estado terminal. Problemas com restrições no estado terminal. Problema Linear Quadrático. Controlo multivariável. Problema Linear Quadrático Gaussiano (LQG) e filtro de Kalman.

4.4.5. Syllabus:

1. Linear state models. State equation and its solution. Modal decomposition. Transition matrix. State realizations. Relations with the transfer function. 2. State feedback. Controllability and observability. Minimum realizations. Interpretation in terms of poles and zeros. Pole-placement controller design through linear state feedback. Separation theorem. Reference signal tracking and integral effect. 3. State model of nonlinear systems. Equilibrium points. Linearization. Stability. Indirect and direct Lyapunov methods. Lyapunov equation. Nonlinear controllers. 4. Optimal Control. Pontryagin's principle for fixed and unrestricted terminal state time problems. Problems with restrictions in the terminal state. Linear Quadratic Problem. Multivariable control. Linear Quadratic Gaussian Problem (LQG) and Kalman filter.

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:

In view of the UC's learning objectives, described in 6.2.1.4, any specialist in the subject will be able to verify that all points of the syllabus, described in 6.2.1.5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for its fulfillment and acquisition of those objectives.

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 ($\leq 50\%$).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$).

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Controlo no Espaço de Estados, J. M. Lemos, 2019, IST Press

Mapa IV - Termodinâmica II**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Termodinâmica II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thermodynamics II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

AE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 35; TP - 14

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):

ist11413, Gabriel Paulo Alcantara Pita , 35 horas

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

ist12089, António Luís Nobre Moreira, 4,69 horas

ist12489, Aires José Pinto dos Santos, 4,69 horas

st13384, Mário Manuel Gonçalves da Costa, 4,69 horas

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

Estudar os processos termodinâmicos de mistura de multi-componentes com e sem reação química com vista a saber caracterizar processos de tratamento de ar húmido (psicrometria) e de combustão e, com base no conhecimento adquirido em Termodinâmica I, avaliar o desempenho energético e ambiental de sistemas reais de conversão de energia (e.g. motores de combustão interna, turbinas a gás, centrais a vapor, sistemas de refrigeração). Nesta disciplina é ainda feita referência a técnicas de diagnóstico utilizadas para a caracterização experimental do ar húmido e processos com combustão)

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

To study the thermodynamic processes of multi-component mixing with and without chemical reaction in order to know how to characterize humid air (psychrometry) and combustion treatment processes and, based on the knowledge acquired in Thermodynamics I, to evaluate the energy and environmental performance of real energy conversion systems (eg internal combustion engines, gas turbines, steam plants, refrigeration systems). In this course, reference is also made to diagnostic techniques used for the experimental characterization of humid air and combustion processes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I - Misturas Multi-componentes e Ar Húmido
1.1 Propriedades Termodinâmicas das misturas. 1.2 Misturas de gases ideais 1.3 Aplicações à psicometria 1.3.1 Balanço de massa e energia. Conforto térmico e carga térmica 1.3.2 Processos com ar húmido. Condicionamento de ar. Diagrama psicométrico 1.3.3 Torre de arrefecimento .**Parte II - Combustão** 2.1 Introdução: Combustíveis. Tipos de chamas 2.2 Reações químicas. Razão de equivalência. Estequiometria 2.3 Termoquímica. Entalpia de formação e de reação, poder calorífico 2.4 Balanço de energia a processos de combustão 2.5, Temperatura de combustão adiabática .**Parte III - Ciclos Termodinâmicos Avançados** 3.1 Ciclos de Vapor, Ciclos combinados e Cogeração 3.2 Ciclos Orgânicos., fontes de energia para ciclos orgânicos: Biomassa, Geotermia, efluentes térmicos industriais. Energia solar 3.2 Turbina a Gás. Aplicações aeronáuticas e industriais. 3.3 Máquinas Frigoríficas e Bombas de Calor. Ciclos de compressão de vapor e de absorção .

4.4.5.Syllabus:

Part I - Multi-Component Mixtures and Moist Air 1.1 Thermodynamic properties of mixtures. 1.2 Ideal gas mixtures 1.3 Applications to psychometrics 1.3.1 Mass and energy balance. Thermal comfort and thermal load 1.3.2 Atmospheric air processes. Air conditioning. Psychometric diagram 1.3.3 Cooling tower.

Part II - Combustion 2.1 Introduction: Fuels. Types of flames 2.2 Chemical reactions. Equivalence ratio. Stoichiometry 2.3 Thermochemistry. Enthalpy of formation and reaction, calorific power 2.4 Energy balance to combustion processes 2.5, Adiabatic combustion temperature.

Part III - Advanced Thermodynamic Cycles 3.1 Steam Cycles. Combined cycles and Cogeneration 3.2 Organic Cycles., energy sources for organic cycles: Biomass, Geothermal, industrial thermal effluents. Solar energy 3.2 Gas Turbine with intermediate heating and cooling and regeneration. Aeronautical and industrial applications. 3.3 Refrigeration Machines and Heat Pumps. Steam compression and absorption cycles

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):

4 mini testes realizados ao longo do periodo de aulas,contribuindo com 40% para a nota final. O exame final contribui com 60% da nota final. No caso de a nota final exceder 17 valores, o aluno pode optar entre submeter-se a uma prova oral ou ficar com a nota de 17 valores.

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

4 mini tests performed during the class period, contributing 40% to the final grade. The final exam contributes 60% of the final grade. In the event that the final grade exceeds 17 values, the student can choose between taking an oral exam or staying with the grade of 17 values.

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:

" Fundamentals of Engineering Thermodynamics", M.J. Moran and H. N. Shapiro, ----, John Wiley & Sons Publishers ; "Thermodynamics: an engineering approach", Çengel, Y.A. e Boles, M.A., 1994, McGraw-Hill ; "Engineering Thermodynamics" , Reynolds, W. e Perkins, H.C., 1977 , McGraw-Hill ; "Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion" , Oates, G.C., 1988, AIAA ; "Analysis of Engineering Cycles" , Haywood, R.W. , 1991 , Pergamon Press

Mapa IV - Novas Configurações de Veículos Aeroespaciais**4.4.1.1.Designação da unidade curricular:**

Novas Configurações de Veículos Aeroespaciais

4.4.1.1.Title of curricular unit:

New Configurations for Air Systems

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist14018, Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha, 49 horas

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):

Pretende-se que o aluno seja capaz de compreender a aerodinâmica e estabilidade de configurações de aeronaves que não sejam a configuração usual de uma aeronave simétrica com uma fuselagem cilíndrica, asa fixa, e estabilizador traseiro com superfícies horizontais e verticais.

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

Comprehension of the aerodynamics and stability of non-conventional configurations (other than an symmetric aircraft with a fixed wing and vertical and horizontal stabilizer positioned at the rear of the aircraft).

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Estudo preliminar da configuração básica. Estudo de maneiras não convencionais de gerar sustentação, asa rotativa e asa com batimento. Aerodinâmica não estacionária. Sustentação hidrostática. Estudo de configurações não usuais: Sem simetria, com várias fuselagens, com e sem superfícies estabilizadoras traseiras.

4.4.5.Syllabus:

Study of the conventional aircraft shape. Study of non-conventional ways of generating lift with a rotating and flapping wing. Study of non-stationary and aerostatic aerodynamics. Study of non-conventional shapes: without symmetry several fuselages with and without rear stabilizer surfaces.

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 ($\leq 50\%$).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$).

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:

Aerodynamics of Low Reynolds Number Flyers, W. SHYY, Y. LIAN, J. DRAGOS VIIERU, H. LIU, 2009, Cambridge University Press
Principles of Helicopter Aerodynamics, J. Gordon Leishman, 2006, Cambridge Aerospace Series

Mapa IV - Materiais Compósitos Laminados

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Materiais Compósitos Laminados

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Laminated Composite Materials

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

PMME

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):

ist13458, José Jorge Lopes da Cruz Fernandes, 24,5 horas

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

ist12095, José Arnaldo Pereira Leite Miranda Guedes, lecciona 50% da disciplina, 24,5 horas

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

É objectivo da disciplina o ensino dos materiais compósitos laminados do ponto de vista da sua produção e das suas aplicações estruturais, designadamente em equipamentos de estruturas aeronáuticas, navais e mecânicas.

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

The objective of the course is the teaching of laminated composite materials from the point of view of their production and their structural applications, namely in equipment for aeronautical, naval and mechanical structures.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Classificação e aplicações dos compósitos. Reforço, matriz e modelos de adesão. Efeitos da fracção em volume e peso, do comprimento e orientação das fibras. Regra das Misturas. Métodos de fabrico. Nomenclatura dos empilhamentos. Controlo de qualidade, volume de fibra e porosidade. Elasticidade anisotrópica. Identificação de propriedades; Micro-mecânica: Constantes de elasticidade das lâminas. Transformação de tensões, deformações e matriz constitutiva. Tensões na lâmina e no laminado. Critérios de rotura. Laminados "sandwich". Constituintes. Comportamento em flexão. Critérios de falha em sandwich. Aplicações. Modelação computacional de laminados. Efeito da micro-geometria: volume representativo, propriedades elásticas equivalentes, limites superior e inferior, cálculo computacional. Placas multi-laminadas, teoria clássica e de 1ª ordem. Análise estrutural de laminados: Técnicas analíticas, numéricas e computacionais (MEF). Aplicações a estática, dinâmica e instabilidade.

4.4.5.Syllabus:

Classification and use of composites. Reinforcement, matrix and adhesion models. Effect of volume fraction, weight fraction, fiber length and orientation. Rule of Mixtures. Manufacturing methods. Stack nomenclature. Quality control, fiber volume and porosity. Anisotropic elasticity. Property identification; Micro-mechanics: lamina elasticity constants. Coordinate transformation for stress, strain and constitutive matrix. Stress on laminas and on laminates. Lamina failure criteria. Sandwich laminates. Constituents. Bending behavior. Sandwich failure criteria. Applications. Computational modeling of laminates. Effect of micro-geometry: representative volume, equivalent elastic properties, upper and lower limits, computational calculation. Multi-laminate plates, classical and 1st order theory. Structural analysis of laminates: Analytical, numerical and computational techniques (FEM). Applications to static, dynamics and instability.

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):

*Dois trabalhos de grupo (2 alunos) com discussão oral:
1º trabalho – Experimental (10 valores em 20 valores)
2º trabalho – Computacional (10 valores em 20 valores)*

Nota: A nota mínima em cada trabalho é de 5 valores e a soma dos dois trabalhos \geq 10 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Two projects (made by Groups of 2 students) with oral discussion:

1- Experimental (10 val. In 20 val)

2- Computational (10 val. In 20 val.).

A minimum grade of 5 values is required for each Project in order to obtain a passing grade on the course.

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:

"Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: Theory and Analysis", J. N. Reddy, 2004, CRC Press, Boca Raton, USA ; "Matériaux Composites", D. Gay, 1991, Hermes, 3º Ed. ; "Experimental Characterization of Advanced Composites Materials", Donald F. Adams, Leif A. Carlsson and R. Byron Pipes, 2003, CRC Press, Boca Raton, USA ; "Fibrous materials", K.K. Chawla, 1998, Cambridge University Press; "An Introduction to Computational Micromechanics", T.I. Zohdi, P. Wriggers, 2005, Springer, Berlin; "Fundamentals of Micromechanics of Solids", Jianmin Qu and Mohammed Cherkaoui, 2006, John Wiley & Sons

Mapa IV - Fundamentos de Telecomunicações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Telecomunicações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fundamentals of Telecommunication

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):

ist12032, Fernando Duarte Nunes, 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):

A disciplina visa apresentar os conceitos fundamentais em telecomunicações, nomeadamente as modulações analógicas (AM, FM, PM) e digitais (ASK, PSK, FSK e QAM), as relações sinal-ruído de entrada/saída, a largura de banda, as probabilidades de erro de símbolo/bit e as codificações de fonte e de canal. Algumas ferramentas matemáticas importantes para a compreensão das telecomunicações são também introduzidas, como sejam o espetro dum sinal determinístico ou a densidade espectral de potência dum sinal aleatório e a capacidade de canal.

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

The subject aims at presenting the fundamental concepts in Telecommunications, namely the analog (AM, FM, PM) and the digital modulations (ASK, PSK, FSK e QAM), the input/output signal-to-noise ratios, the bandwidth, the symbol/bit error probabilities and the source and channel codings. Some mathematical tools, which are important to understanding Telecommunications, are also introduced, such as the spectrum of a deterministic signal, the power spectrum of a random signal and the channel capacity of a digital link.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

I- Introdução às Telecomunicações. Sistemas analógicos e digitais.

II- Conceitos básicos. Sinais importantes. Séries de Fourier. Transformadas de Fourier. Resposta de sistemas lineares.

III- Sinais aleatórios. Variáveis aleatórias. Processos estocásticos. Estacionariedade e ergodicidade. Espectros de potência.

IV- Comunicações analógicas. Modulações de amplitude (AM) e de ângulo (FM, PM). Larguras de banda. Recetores.

V- Efeito do ruído em comunicações analógicas. Ruído passa banda. Relações sinal ruído. Desempenho das modulações.

VI- Comunicações digitais em banda de base. Codificação de fonte. Teorema de Shannon. Amostragem. PCM. Códigos de linha. Recetor de correlação.

VII- Comunicações digitais passa banda. Modulações binárias e M-árias. Representação geométrica dos sinais modulados. Modulações ASK, PSK, FSK e QAM. Recetor ML.

VIII- Outros tópicos em comunicação digital. Técnicas de deteção e correção de erros (ARQ e FEC). Códigos de blocos. Análise de feixes hertzianos.

4.4.5.Syllabus:

I- Introduction to Telecommunications. Analog and digital systems.

II- Basic concepts. Important signals. Fourier series. Fourier transforms. Response of linear systems.

III- Random signals. Random variables. Stochastic processes. Stationarity and ergodicity. Power spectra.

IV- Analog Communications. Amplitude modulations (AM) and angle modulations (FM, PM). Bandwidth. Receivers.

V- Effect of noise on the analog communications. Bandpass noise. Signal-to-noise ratios. Modulation performance.

VI- Baseband digital communications. Source coding. Shannon theorem. Sampling. PCM. Line codes. Correlation receiver.

VII- Digital bandpass communications. Binary and M-ary modulations. Geometric representation of modulated signals.

ASK, PSK, FSK and QAM modulations. ML receiver.

VIII- Other topics in digital communications. Detection and error correction techniques (ARQ and FEC). Block codes.

Link budget analysis.

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.

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.

4.4.6.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.
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.

4.4.8. 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, , International Student Version - Wiley; Notes on Telecommunications, F. Nunes, 2019, IST

Mapa IV - Arquitetura e Organização de Computadores

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Arquitetura e Organização de Computadores

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Computer Architecture and Organization

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):
ist166430, Aleksandar Ilic, 70h

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):

- *Identificar os componentes fundamentais dos sistemas de computação.*
- *Identificar os requisitos funcionais e não funcionais de diferentes domínios de aplicações (ex: indústria aeronáutica, aeroespacial, móvel/IoT).*
- *Identificar os diferentes tipos de instruções e os mecanismos necessários para a sua execução, tendo em atenção os requisitos funcionais e não funcionais.*
- *Compreender os princípios das interrupções/exceções e a interface com os periféricos (ex: usados aplicações aeroespaciais e de IoT).*
- *Compreender a importância de um subsistema de memória hierárquica e seu papel no desempenho das aplicações.*
- *Identificar as diferenças decorrentes da evolução dos computadores e da sua especialização para diferentes domínios (ex: eletrónica de consumo vs indústria automóvel, aeroespacial e móvel/IOT).*

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

- *Identify the fundamental components of computing systems.*
- *Identify the functional and non-functional requirements of different application domains (e.g. aeronautical, aerospace and mobile/IoT applications).*
- *Identify the different instruction types and the required mechanisms for their execution, considering the identified functional and non-functional requirements.*
- *Understand the underlying principals of interruptions/exceptions and the interface with peripherals (e.g., used in aerospace and IoT applications).*
- *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 and of its specialization to different domains (e.g., consumer electronics vs automotive, aerospace, and mobile/IoT)*

4.4.5.Conteúdos programáticos:

- *Evolução histórica dos sistemas de computação nos diferentes domínios de aplicação (ex: aeronáutico, aeroespacial e móvel/IoT).*
- *Requisitos funcionais e não funcionais da arquitetura: tempo, segurança, confiabilidade/tolerância a falhas, eficiência energética, etc.*
- *Arquitetura de Conjunto de Instruções: tipos de operandos e operações; funções/rotinas; 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; micro-arquiteturas avançadas.*
- *Arquiteturas modernas e especializações para sistemas de elevado desempenho, tempo real, seguros/confiáveis e embebidos. Aplicações críticas e espaciais.*
- *Hierarquia de memória: estruturas de cache simples e hierárquicas; endereçamento físico, virtual e tradução de endereços.*
- *Barramentos de sistema/ES e periféricos.*
- *Computação paralela para sistemas de elevado desempenho*

4.4.5.Syllabus:

- *Historical evolution of computing systems in different application domains (e.g. aeronautical, aerospace and mobile/IoT).*
- *Functional and non-functional architecture requirements: temporal, security, reliability/fault-tolerance, energy efficiency, etc.*
- *Instruction Set Architectures: operands and instruction types; stack; functions/routines; memory map; peripherals interface; handling of interruptions/exceptions.*
- *Processors operation: datapath; control structures; single-cycle and pipelined architectures; advanced micro-architectures.*
- *Modern architectures and specializations for high-performance, real-time, secure/reliable and embedded systems. Space-grade and mission-critical applications.*
- *Memory hierarchy: single and multi-level caches; physical addressing and virtual addressing and translation.*
- *System/IO buses and peripherals.*
- *Parallel computing for high performance.*

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):

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):

The teaching methods aim at promoting learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, as well as active learning, autonomous work development and student responsibility. The evaluation model includes the components of continuous evaluation in what concerns the active learning (e.g., projects, homeworks, quizzes, etc), thus allowing for a significant reduction in the impact of evaluation via 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:

Computer Organization and Design: the Hardware/Software Interface, 5th Edition, David A. Patterson and John L. Hennessy, 2013, Morgan-Kaufmann; Computer Architecture: A Quantitative Approach, 6th Edition, John L. Hennessy, David A Patterson, 2017, Morgan-Kaufmann; Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design, 4th Edition, Marilyn Wolf, 2016, Morgan Kaufmann

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:

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):

ist13261, Marcelino Bicho dos Santos, 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 transístor 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 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

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 - Antenas e Propagação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Antenas e Propagação

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Antennas and Propagation

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):
ist11916, Carlos António Cardoso Fernandes, 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):

Proporcionar formação de base sobre aspectos teóricos e práticos de antenas e de propagação de ondas electromagnéticas em presença da Terra e para comunicações espaciais, no contexto de aviónica e espaço. Pretende-se não só tornar os alunos aptos a lidar na sua futura vida profissional com estes temas na perspectiva do utilizador, como também abrir o caminho para uma eventual formação posterior mais específica no caso de envolvimento em actividades de projecto tecnológico ou científico.

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

Provide basic knowledge on theoretical and practical aspects of antennas and electromagnetic wave propagation in the presence of the Earth and for space communications, in the context of avionics and space. The aim is not only to enable students dealing with these subjects in their future working life from the user's perspective, but also to pave the way for further specific training in the event of involvement in technological or scientific project activities.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Divide-se em três blocos complementares: ASPECTOS DA TEORIA DO CAMPO ELECTROMAGNÉTICO. Apresenta-se a formulação básica da Teoria do Campo Electromagnético, necessária para caracterizar aspectos de dispositivos de RF e microondas, radiação das antenas e propagação rádio. ANTENAS. Apresentam-se os conceitos básicos, e aspectos práticos ligados às antenas e o seu projecto. Incluem-se as antena de agregado e antenas de abertura. RÁDIO-PROPAGAÇÃO. Estuda-se a influência do terreno, do ponto de vista das reflexões, atenuação por obstáculos e difracção, bem como o efeito da atmosfera.

4.4.5.Syllabus:

It is divided into three complementary blocks: ASPECTS OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD THEORY. Includes the basic formulation of the Electromagnetic Field Theory, necessary to characterize aspects of RF and microwave devices, antenna radiation and radio propagation. ANTENNAS. Includes the basic concepts and practical aspects related to the antennas and their project. Includes also antenna arrays and aperture antennas. RADIO PROPAGATION. Studies the influence of the terrain from the point of view of reflection, obstacle attenuation and diffraction, as well as the effect of the atmosphere.

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 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):

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, 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 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:

Antenas e Propagação, Carlos A. Fernandes, 2016, AEIST;

Antennas and Radio Wave Propagation, R. E. Collin, 1985, McGrawHill;

Antenna Theory Analysis and Design, C. A. Balanis, 1982, Harper & Row

Mapa IV - Inteligência Artificial e Sistemas de Decisão**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Inteligência Artificial e Sistemas de Decisão

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Artificial Intelligence and Decision 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:

TP49.0

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):

ist13279, Luis Manuel Marques Custódio, 28h

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

Rodrigo Martins de Matos Ventura, ist13950, 21h

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

Fornecer aos alunos conhecimentos sobre as metodologias fundamentais na área da Inteligência Artificial. Introduzir a noção de agente inteligente. Estudar os métodos de resolução de problemas, representação de conhecimento e raciocínio, planeamento e inferência sob incerteza. Compreender as técnicas usadas no âmbito de sistemas de decisão, cobrindo abordagens simbólicas e probabilísticas.

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

Provide background on basic notions about fundamental methodologies in the field of Artificial Intelligence. Introduce the concept of intelligent agent. Study methods of problem solving, knowledge representation and reasoning, planning and inference under uncertainty. Understand the techniques used in decision systems, covering both symbolic and probabilistic approaches

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à IA. Agentes inteligentes. Agentes racionais. Natureza dos ambientes. Arquiteturas de agentes. Resolução de problemas. Métodos de procura: não-informados e informados, heurísticas. Procura em jogos e agentes jogadores.

Problemas de satisfação de restrições. Representação de conhecimento e raciocínio. Lógica: proposicional, de primeira-ordem. Quantificação. Inferência. Resolução. Planeamento de acções, PDDL, GraphPlan. Incerteza. Modelos probabilísticos: redes Bayesianas, teoria da decisão, modelos de Markov.

4.4.5.Syllabus:

Introduction to Artificial Intelligence. Intelligent Agents. Rational Agents. Environment properties. Agents' architectures. Problem solving. Search methods: non-informed and informed, heuristics. Adversarial search. Constraint satisfaction problems. Knowledge representation and reasoning. Propositional logic, and first-order logic. Quantification. Inference. Resolution. Planning, PDDL, GraphPlan. Uncertainty. Bayesian networks, Decision Theory, Markov models

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 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 (mini-projectos, mini-testes) 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 projects, 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 (mini-projects, mini-tests) 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 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:

Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The realization of practical projects allows confronting students with real problems.

4.4.9.Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Artificial Intelligence: A Modern Approach, Stuart Russell, Peter Norvig, Pearson Int., Third Edition

Mapa IV - Sistemas Aviónicos Integrados

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Sistemas Aviónicos Integrados

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Integrated Avionic 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:****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):****ist13893, Bertinho Manuel D'Andrade da Costa (35.0)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12711, Agostinho Rui Alves da Fonseca (35.0)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- **Apresentar a finalidade e a funcionalidade de sistemas aviónicos nas aeronaves modernas e naves espaciais.**
- **Compreender os princípios de funcionamento e de desenvolvimento de sistemas aviónicos.**
- **Proporcionar aos alunos uma visão da tendência tecnológica na área.**
- **Consolidar o conhecimento teórico com a experiência prática, obtida através do desenvolvimento de pequenos projectos (laboratórios), simulando a descrição funcional dos sistemas avionicos ou interagindo com os componentes de hardware.**

Os três primeiros objectivos são abordados pela componente teórica, como leituras de artigos científicos. O último objectivo é abordado pela componente laboratorial e pelo desenvolvimento de pequenos projetos.

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

- **To present the purpose and role of avionic systems in modern aircraft and spacecraft.**
- **To understand the working principles and the development principles of avionic systems.**
- **To provide students a view of the technological trend in the area.**
- **To consolidate the theoretical knowledge with practical experience, that is obtained by developing small-projects (work-labs), either by simulating the functional description of avionic systems or by interacting with hardware components.**

The first three objectives are addressed by the theoretical component, such as readings of scientific articles. The last objective is addressed by the laboratory component and by the development of small-projects.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1-Introduction to avionic systems**
- 2- Air Data Systems**
- 3-Heading reference Systems – Compasses**
- 4-Attitude reference Systems**
- 5-Radar Sensors: Radar altimeter, doppler radar, weather radar**
- 6-Avionic Data Buses**
- 7- Autopilot and “Fly-by-wire**
- 8-System development and integration**
- 9-Avionics architectures: Integrated Modular Avionics**
- 10-Aircraft electric systems**
- 11-Communication, Navigation and Surveillance (CNS) (TCAS, GPWS, ADS-B)**
- 12-Future Air Navigation Systems**

4.4.5. Syllabus:

- 1-Introduction to avionic systems**
- 2- Air Data Systems**

- 3-Heading reference Systems – Compasses
- 4-Attitude reference Systems
- 5-Radar Sensors: Radar altimeter, doppler radar, weather radar
- 6-Avionic Data Buses
- 7- Autopilot and “Fly-by-wire
- 8-System development and integration
- 9-Avionics architectures: Integrated Modular Avionics
- 10-Aircraft electric systems
- 11-Communication, Navigation and Surveillance (CNS) (TCAS, GPWS, ADS-B)
- 12-Future Air Navigation Systems

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Qualquer especialista da presente área reconhecerá que os conteúdos programáticos descritos são fundamentais no contexto da presente UC, e que, a aquisição e o domínio de conhecimentos por parte dos alunos pode ser realizada através dos objetivos de aprendizagem apresentados.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *Any specialist in this area will recognize that the programmatic topics described above are fundamental in this UC, and that the acquisition and mastery of knowledge by students can be accomplished through the learning objectives presented.*

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):

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation 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 utilizada tem como objectivo a transferência de conhecimentos teóricos e práticos, proporcionando aos alunos a possibilidade de realização de trabalhos teóricos/experimentais orientados para o conteúdo programático da UC. Isto está de acordo com os objectivos da UC.

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

The teaching methodology used aims to transfer theoretical and practical knowledge, providing students with the possibility of carrying out theoretical / experimental work oriented to the course unit (UC) programmatic content. This is in line with the objectives of the UC.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Civil Avionics Systems: Ian Moir and Allan Seabridge 2013 (John Wiley & Sons) ISBN: 978-1-118-34180-3;*
- *Introduction to Avionics Systems; Collinson, R.P.G. (Springer) ISBN: 978-94-007-9259-3; 2011;*
- *Aircraft Systems: Instruments, Communications, Navigation, and Control, Chris Binns; 2018 (Wiley-IEEE Press); ISBN: 978-1-119-26235-0;*
- *Aircraft Instrumentation & Integrated Systems: EHJ Pallet 1992 (Prentice Hall) ISBN 0582086272;*
- *Avionics Navigation Systems: Myron Kayton, Walter R. Fried 1997 (John Wiley & Sons, Inc) ISBN: 978-0-471-54795-2*

Mapa IV - Sistemas de Satélites

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas de Satélites

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Satellite Systems

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

Telecomunicações

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):

ist11916, Carlos António Cardoso Fernandes, 24.5H

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

ist12288, António José Castelo Branco Rodrigues, 24.5H

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

A disciplina apresenta aos alunos a vertente de telecomunicações associada aos satélites. Foca quer nos aspetos físicos das telecomunicações como o canal de rádio-propagação e as antenas, quer nos aspectos de sistema. No final o aluno terá adquirido os conhecimentos necessários para entender as especificações de um sistema comercial de comunicações via satélite, e a sua relação com o tipo de satélite e tipo de serviço oferecido.

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

The course introduces students to telecommunications aspects related with satellites. It focuses on both the physical aspects of telecommunications such as the radio channel and antennas, as well as the system aspects. In the end, the student will have acquired the knowledge necessary to understand the specifications of commercial satellite communications system, and its relation to the type of satellite and type of service offered.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Introdução aos sistemas de comunicações por satélite, e definição das configuração básicas de sistema. Tipos de órbita e implicações no projecto dos sistemas de comunicações.

Conceitos básicos de propagação rádio em espaço livre e em presença da Terra. Conceitos básicos de antenas, tipos de cobertura rádio, e tipos e tecnologias de antenas, de acordo com aplicações (bandas) e tipo de satélites. Ruído do canal de rádio e ruído do sistema.

Técnicas de modulação e codificação para comunicações por satélite. Desempenho de ligações ascendentes e descendentes, e entre satélites. Sistemas de múltiplo acesso para comunicações por satélite. FDMA, TDMA, CDMA e acesso aleatório. Aplicações de comunicações por satélite (detecção remota e sistemas de navegação).

Tendências futuras em sistemas de comunicação por satélite.

4.4.5.Syllabus:

Introduction to satellite communication systems, and definition of basic system configurations. Orbit types and design implications on communications system design.

Basic concepts of radiowave propagation in free space and in the presence of the Earth. Antenna basics, types of radio coverage, and antenna types and technologies, according to applications (bands) and type of satellites. Radio channel noise and system noise.

Modulation and coding techniques for satellite communications. Performance of up and down links, and between satellites. Multiple access systems for satellite communications. FDMA, TDMA, CDMA, and random access. Satellite communications applications (remote sensing and navigation systems).

Future trends in satellite communication 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 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 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):
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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, 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 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:
Satellite Communications System Engineering – Atmospheric Effects, Satellite Link Design and System Performance, Louis J. Ippolito, Jr., 2008, John Wiley;
Space Antenna Handbook , William A. Imbriale, Steven Gao, Luigi Boccia, 2012, John Wiley;
Satellite Communication Systems, G. Maral, M. Bousquet, 2002, John Wiley

Mapa IV - Turbulência em Fluidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Turbulência em Fluidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Turbulence in Fluids

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4.Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5.Horas de contacto:

TP - 42; PL - 7

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):

Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva, 42 horas

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

ist14442, José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira, 3.5 horas

ist30176, João Carlos de Campos Henriques, 3.5 horas

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

Introduzir a teoria e as aplicações de escoamentos turbulentos em engenharia, e dar conhecimentos que permitem i) identificar os principais fenómenos e consequências da turbulência em sistemas e equipamentos industriais, ii) estimar e calcular quantidades de interesse resultantes da turbulência, e os seus efeitos em sistemas e equipamentos industriais, iii) escolher as melhores abordagens para modelar e simular escoamentos turbulentos em aplicações de engenharia.

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

Introduce the theory and engineering applications of turbulent flows, and to provide knowledge that allows i) the identification of the main consequences of turbulent motion in industrial and engineering systems, ii) the estimation and computation of quantities of interest arising from the turbulence dynamics and, iii) to choose the best modelling and simulation approaches for particular engineering applications.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Equações de Navier-Stokes, aproximação de Boussinesq, taxa de dissipação de energia, teoremas Helmholtz e Kelvin; Instabilidades de Kelvin-Helmholtz e de Tollmien-Schlichting, sistemas dinâmicos e caos, equações de Lorenz; cascata de energia de Richardson-Kolmogorov, escalas da turbulência, lei da taxa de dissipação; Equações de Reynolds e tensões de Reynolds, problema de fecho, viscosidade turbulenta; Simulação numérica direta e das grandes escalas, modelos de fecho em um ponto, métodos de medição num ponto; Escoamentos parietais, Balanço da energia cinética, camada limite convectiva, soluções clássicas para camadas de corte livres turbulentas; Modelo de $k-\epsilon$, modelos de fecho de segunda ordem, limitações dos modelos de fecho num ponto; Equações de Navier-Stokes filtradas, modelo de Smagorinsky; Equação de Kármán-Howarth, teoria clássica da turbulência, lei de Obukhov; Lei de Richardson, transporte inercial, equação de difusão, difusividade turbulenta.

4.4.5.Syllabus:

Navier-Stokes equations, Boussinesq approximation, dissipation rate, theorems of Helmholtz and Kelvin; Kelvin-Helmholtz and Tollmien-Schlichting instabilities, dynamic systems and chaos, Lorenz equations; The energy cascade of Richardson-Kolmogorov, the scales of turbulence, the dissipation law; Reynolds equations and Reynolds stresses, closure problem, turbulent viscosity; Direct and large-eddy simulations, one point closures, measurement of turbulent flows; Wall flows, kinetic energy budget, convective boundary layer, classical solutions for free shear flows; $k-\epsilon$ model, second order models, limitations of one point closures; Filtered Navier-Stokes equations, Smagorinsky model; Kármán-Howarth equation, the classical theory of turbulence, Obukhov's law; Richardson's law, inertial transport, Diffusion equation, turbulent diffusivity.

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):

Trabalho Computacional (25%), trabalho experimental (25%), exame final (50%).

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 ($\leq 50\%$).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$).

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:

"Turbulence: Introduction to Theory and Applications of Turbulent Flows", Frans T. M. Nieuwstadt, Bendiks J. Boersma e Jerry Westerweel, 2016, Springer; "Turbulence", Geneviève Comte-Bellot, Christophe Bailly, 2015, Springer

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

Propulsão

4.4.1.1.Title of curricular unit:

Propulsion

4.4.1.2.Sigla da área científica em que se insere:

TTCE

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):

ist12583, João Eduardo de Barros Teixeira Borges, 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):

Explicar o mecanismo de geração da força propulsiva utilizada pelos motores aeronáuticos atmosféricos; analisar o ciclo termodinâmico de funcionamento dos tipos principais de motores aeronáuticos atmosféricos (estatorreatores, turborreatores, turborreatores de duplo fluxo, turbo-hélices e turbinas de gás); descrever os principais componentes dos motores aeronáuticos (entrada de ar, compressor, câmara de combustão, turbina, tubeira), e compreender a sua influência no desempenho global do motor.

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

Explain how thrust is created in atmospheric aircraft engines; analyze the thermodynamic cycle of operation of the main types of atmospheric aircraft engines (ramjet, turbojet, turbofan, turbo-prop and aeronautical gas turbines); describe the major components of aircraft engines (air intake, compressor, combustion chamber, turbine, nozzle), and understand their influence on overall engine performance.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Introdução: Geração da Força Propulsiva.

Análise dos ciclos ideais e reais do estatorreator, turborreator, turborreator de duplo fluxo, turbo-hélice e turbina de gás aeronáutica.

Introdução às Turbomáquinas: equação de Euler das Turbomáquinas. Análise dimensional de turbomáquinas. Plano meridional e plano das pás. Cascatas de pás. Correlações. Triângulos de velocidade. Teoria do equilíbrio radial.

Compressores axiais. Análise termodinâmica. Estudo das perdas. Compressores multicelulares. Andares transónicos.

Compressores radiais ou centrífugos. Análise termodinâmica. Fator de escorregamento. Razão de pressões. Difusores: com pás e anular liso.

Turbinas axiais. Análise termodinâmica. Estudo das perdas. Turbinas de impulso e de reação.

Tomada de ar. Desempenho.

Tubeiras. Tubeiras convergentes e convergentes-divergentes. Desempenho

Câmaras de combustão. Tipos. Desempenho. Projeto

Integração dos Vários Componentes. Regime Transiente

Estudo aerodinâmico dos hélices. Teoria do disco atuante

4.4.5.Syllabus:

Introduction: Thrust Generation. Efficiency.

Analysis of the ideal and actual cycles of the ramjet, turbojet, turbofan, turboprop, and aeronautical gas turbine.

Introduction to Turbomachines: Euler equation of Turbomachines. Dimensional analysis of turbomachines. Hub-to-shroud plane and blade-to-blade plane. Cascades of blades. Correlations. Velocity triangles. Radial equilibrium theory.

Axial compressors. Thermodynamic analysis. Loss study. Multistage compressors. Transonic stages.

Radial or centrifugal compressors. Thermodynamic analysis. Slip factor. Pressure ratio. Vane and vaneless diffusers.

Axial turbines. Thermodynamic analysis. Loss study. Impulse and reaction turbines.

Air intake. Performance.

Nozzles. Converging and converging-diverging nozzles. Performance.

Combustion chambers. Types. Performance. Design.

Turbine and compressor matching: operating line. Transient Regime.

Aerodynamic study of propellers. Actuator disk theory.

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 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):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em exposições teóricas, em resolução de problemas e em trabalho autónomo dos alunos.

A avaliação será realizada por dois mini-testes com peso de 50%, e um exame final com peso de 50%. A percentagem da avaliação contínua é igual ou superior a 50%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies aim to promote learning based on theoretical expositions, problem solving and autonomous work by students.

The evaluation will be carried out by two mini-tests with a 50% weight, and a final exam weighing 50%. The percentage of continuous assessment is equal to or greater than 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:

"Gas Turbine Theory", (4ª edição), H. Cohen, G. F. C. Rogers e H. I. H. Saravanamuttoo, 1996, Longman Scientific & Technical; "Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, (2ª edição)", Philip G. Hill e Carl R. Peterson, 1992, Addison-Wesley Publishing Company; "Aircraft Propulsion", S. Farokhi, 2008, John Wiley & Sons, Inc.; "Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines", A. F. El-Sayed, 2006, CRC Press

Mapa IV - Transmissão de Calor

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Transmissão de Calor

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Heat Transfer

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TTCE

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):

ist12367, Viriato Sérgio de Almeida Semião, 84h

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

ist148033, Miguel Abreu de Almeida Mendes, 42 h

ist428175, Sohel Murshed, 70 h

ist155597, Jorge Emanuel Pereira Navalho, 28 h

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

Realçar a importância dos fenómenos de transferência de calor.

Estabelecer as equações fundamentais, as condições de fronteira e definir as hipóteses simplificativas adequadas para diferentes problemas típicos de condução, convecção e radiação.

Descrever métodos de resolução desses problemas, utilizando exemplos práticos de engenharia, através de métodos rigorosos ou aproximados.

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

Highlight the relevance of heat transfer phenomena.

Write the equations and boundary conditions, as well as simplifying assumptions, needed to solve typical conduction, convective and radiative transfer problems.

Describe solution methods to solve those problems using practical engineering examples by means of approximate or rigorous methods.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Modos e mecanismos de transmissão de calor. Leis fundamentais da condução, convecção e radiação.

Conceitos fundamentais de condução de calor. Equação de condução do calor. Condução unidimensional. Alhetas. Condução em regime não estacionário. Corpos com gradientes internos de temperatura desprezáveis. Sólido semi-infinito. Corpos com gradientes internos de temperatura não desprezáveis.

Conceitos fundamentais de convecção de calor. Convecção forçada em escoamentos exteriores e interiores e convecção natural. Correlações empíricas para geometrias diversas.

Permutadores de calor: tipos e função. Coeficiente global de transmissão de calor. Método da média logarítmica da diferença de temperatura e do método epsilon-NTU.

Radiação térmica: conceitos fundamentais. Propriedades radiativas das superfícies. Corpos negros e corpos cinzentos. Leis de Planck, Stefan-Boltzmann, Wien e Kirchhoff. Fatores de forma. Trocas de calor por radiação entre superfícies em meios não participantes.

4.4.5.Syllabus:

Heat transfer modes and mechanisms. Fundamentals laws of conduction, convection and radiation.

Fundamentals concepts of heat conduction. Heat conduction equation. One dimensional conduction. Extended surfaces. Unsteady heat conduction. Bodies with negligible spatial thermal gradients. Semi-infinite solids. Bodies with internal spatial thermal gradients.

Fundamental concepts of convection. Forced convection in external flows and internal flows and free convection.

Empirical correlations for several geometries.

Heat exchangers: type and functions. Global heat transfer coefficient. Logarithmic mean temperature difference and epsilon-NTU methods.

Thermal radiation: fundamental concepts. Radiative properties of surfaces. Black and grey bodies. Planck, Stefan-Boltzmann, Wien and Kirchhoff laws. Shape factors. Heat exchange between diffuse surfaces in non-participating media.

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):

Trabalho experimental (20%) + Trabalhos computacionais (30%) + Problemas (20%) + Exame (30%).

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, conjugada com transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização de algumas aulas e tutoriais. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (projectos) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ($\leq 30\%$). Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Experimental work (20%) + Computational works (30%) + Problems (20%) + Exam (30%).

The teaching methodologies intend to promote the learning by the student based on the resolution of problems and projects, reinforcing the practical component, the active learning, the autonomous work and the student responsibility, together with the transfer of theoretical and practical concepts through the use of some lectures and tutorials. The assessment model incorporates elements of continuous assessment (projects) compatible with the remarkable reduction of the weight of the exams in the final mark ($\leq 30\%$). This approach will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.8. 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:

"Fundamentals of Heat and Mass Transfer", F.P. Incropera, D.P. de Witt, T.L. Bergman e A.S. Lavine, 2018, John Wiley & Sons, 8ª Edição; "Introduction to Heat Transfer", F.P. Incropera, D.P. de Witt, T.L. Bergman e A.S. Lavine, 2011, John Wiley & Sons, 6ª Edição; "Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications", Y.A. Cengel and A.J. Ghajar, 2019, McGraw-Hill, 6th Edition; "Heat Transfer", J. Holman, 2009, Mc-Graw Hill, 10th Edition; "A Heat Transfer", John H. Lienhard IV e John H. Lienhard V, 2019, Textbook, 5th Edition

Mapa IV - Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeroespacial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeroespacial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Master Dissertation in Aerospace Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Diss

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

840.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

30.0

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):

ist13198, Fernando José Parracho Lau, 28 horas

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

ist13672, Afzal Suleman, 28 horas

ist14018,, Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha, 28 horas

ist11962, José Fernando Alves da Silva, 28 horas

Outro(s) Orientador(es) Científico(s) da Dissertação, 28h

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

A dissertação é um projeto com a duração de um semestre enquadrável em uma de três modalidades: 1. Tese científica, 2. Projeto em empresa e 3. Projeto SCOPE. Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto de tese específico, mas, em geral, os estudantes deverão:

- aplicar os conhecimentos adquiridos no mestrado no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.*
- estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas no mestrado necessárias para desenvolver o projecto de tese.*
- 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 uma dissertação.*

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

The dissertation is a semester-long project or study that may fall within one of three modalities: 1. Scientific thesis, 2. Company project and 3. SCOPE project. Learning objectives will depend on the specific thesis 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 the Master course that are required to meet the dissertation challenge.*
- 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 dissertation document.*

4.4.5.Conteúdos programáticos:

A dissertação é definida inicialmente pelos orientadores ou sob orientação dos mesmos. A dissertação pode ser realizada no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas, em Portugal ou no exterior). As seguintes modalidades são possíveis:

- 1. Tese científica: 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 SCOPE: 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 dissertation is initially defined by the supervisors or under the supervisor's guidance. The dissertation can take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies, in Portugal or abroad). The following modalities are possible:

- 1. Scientific thesis: 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. SCOPE 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 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):

Avaliação do desempenho do aluno, avaliação do documento de dissertação e apresentação/discussão pública frente a um júri de acordo com as normas das legislação portuguesa.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Assessment of the student performance, evaluation of the dissertation document and public presentation and discussion by a jury according to the rulings of the portuguese legislation.

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 - Gestão de Tráfego Aéreo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Tráfego Aéreo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Air Traffic Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5.Horas de contacto:

TP49

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):

ist12900, Pedro da Graça Tavares Álvares Serrão, TP 16 h

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

ist13950, Rodrigo Martins de Matos Ventura, TP 16 h

ist141623, Sérgio David Parreirinha Carvalho, TP 17 h

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

Familiarização com os múltiplos domínios da Gestão de Tráfego Aéreo. Compreensão dos princípios e funcionamento operacional do sistema de Gestão de Tráfego Aéreo. Referência a áreas de investigação e desenvolvimentos futuros.

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

Familiarization with ATM multiple domains. Understanding of the principles and operational workings of the ATM system. For each topic research and future developments will be addressed.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Definições.

Contexto histórico.

Regulamentação internacional e organizações.

Meteorologia.

Regras do ar.

Cartas aeronáuticas.

Espaço aéreo.

Aeródromos.

Evolução e fases de voo.

Procedimentos operacionais.

Fraseologia.

Comunicações, Navegação e Vigilância.

Trajectórias e resolução de conflitos.

Planeamento de voo.

Gestão do fluxo de tráfego aéreo.

Modelo de capacidade do sistema de pistas de um aeroporto.

Separação e Modelos de risco de colisão.

Optimização em Gestão de Tráfego Aéreo.

4.4.5.Syllabus:

Definitions

The Historical Context and Development of ATC

International Regulation. Organizations

Meteorology

Rules of the air

Aeronautical Charts

The Organization of Airspace

Aerodromes

Phraseology

Communication Systems

Navigation Systems. Surveillance Systems.

Trajectory Prediction

Flight Planning

Air Traffic Flow Management

Flight Phases
Flight Procedures
Airfield Capacity
Collision Risk Models
Optimization in ATM

- 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):**
Exame 40%. Fichas 20%. Projeto simulação ATC 20%. Apresentação oral e discussão de estudo de caso 20%
- 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**
Exam (40%). Evaluation forms (20%), Presentation and discussion case study of a collision/near collision or other air traffic incident (20%). ATC simulation project (20%).
- 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, projetos e apresentações pelos alunos. O conhecimento prático é reforçado pela realização de palestras por especialistas da indústria e visitas de estudo. 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 will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes, projects and student presentations. Real world operational knowledge will be strengthened through invited lectures by industry specialists and study visits. 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:**
European Air Traffic Management, Andrew Cook, 2007, Ashgate;
Fundamentals of Air Traffic Control, 5th ed., Michael S. Nolan, 2011, Delmar;
Airport Systems, Richard de Neufville and Amadeo Odoni, 2nd ed. 2013, Mc Graw_Hill ;
Oxford Aviation Academy ATPL manuals Vol. 1 Air Law;
ICAO Annex 2 – Rules of the Air;
ICAO Annex 11- Air Traffic Services;
ICAO Doc 4444 — ATM — Air Traffic Management;
EUROCONTROL European Route Network Improvement Plan (ERNIP) Part 1 European Airspace Design Methodology Guidelines;
Convex optimization. Boyd, Stephen, and Lieven Vandenberghe, 2004. Cambridge university press;
Numerical optimization. Nocedal, Jorge, and Stephen Wright. 2006. Springer Science & Business Media;.

Mapa IV - Electrónica Geral

- 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**
Electrónica Geral
- 4.4.1.1. Title of curricular unit:**
Electronics
- 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):***ist11963, José António Beltran Gerald, 70h***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):***Desenvolver a capacidade de resolução de problemas de análise e síntese de circuitos simples. Verificação experimental dos principais conceitos apreendidos.***4.4.4.Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***To develop the skill to solve problems related with analysis and synthesis of simple electronic circuits. Experimental verification of the principal concepts.***4.4.5.Conteúdos programáticos:***AMPLIFICADORES OPERACIONAIS: Circuitos básicos com Amplificadores Operacionais. Amplificador Operacional Real: características não ideais.**FILTROS ACTIVOS: Funções de Transferência; Aproximações e tipos de filtros; Filtros com Simulador de Indutância; Secção biquadrática, Filtros com integradores; Secção de Sallen & Key.**OSCILADORES: Principios básicos, critério de Barkhausen, estabilização de amplitude; osciladores RC-Activos;**Osciladores de cristal e LC; Osciladores de relaxação.**CONVERSORES ELECTRÓNICOS DE POTÊNCIA CC-CC: Conversor redutor; Conversor amplificador; Conversor redutor-amplificador; Conversor em ponte; Modos de condução contínua e descontínua.**CONVERSORES DE SINAL: Introdução à conversão de sinal A/D e D/A: definições e características. Conversores D/A e A/D.**FILTROS DIGITAIS: Filtros IIR e FIR. Realização de filtros. Filtros adaptativos. Algoritmo LMS.**SISTEMAS DIGITAIS: Memórias ROM, EPROM, EEPROM, SRAM e DRAM.***4.4.5.Syllabus:***OPERATIONAL AMPLIFIERS: Basic Circuits with Operational Amplifiers. Real Operational Amplifier: non-ideal characteristics.**ACTIVE FILTERS: Transfer Functions; Approaches and types of filters; Inductance Simulator Filters; Biquad section, Filters with integrators; Sallen & Key section.**OSCILLATORS: Basic principles, Barkhausen criterion, amplitude stabilization; RC-Active oscillators; Crystal and LC oscillators; Relaxation oscillators.**ELECTRONIC DC-DC POWER CONVERTERS: buck, boost and buck-boost, bridge converter. Analysis in the continuous and discontinuous mode of operation.**SIGNAL CONVERTERS: Introduction to A/D and D/A signal conversion: definitions and characteristics. D/A Converters, A/D Converters.**DIGITAL FILTERS: Sampling analog signals. IIR and FIR filters. Filter realization. Adaptive filters. LMS algorithm.**DIGITAL SYSTEMS: Memories. ROM, EPROM, EEPROM, SRAM AND DRAM.*

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:
Microelectronic Circuits, 7ª Edição, Sedra/Smith, 2014, Oxford University Press; Discrete-Time Signal Processing - 3/E, Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer, 2010, 2010 Prentice Hall

Mapa IV - Controlo de Sistemas Ciberfísicos

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:
Controlo de Sistemas Ciberfísicos

4.4.1.1.Title of curricular unit:
Control of Cyber-Physical 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):

ist11886,João Manuel Lage de Miranda Lemos,28h

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

ist13347João Pedro Castilho dos Santos Gomes,63h

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

Após frequentar com sucesso esta unidade curricular, os alunos serão capazes de identificar modelos matemáticos para sistemas dinâmicos e, com base neles, projectar controladores realizados em computador, integrando sistemas físicos e computacionais

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

After successfully attending this course, students will be able to identify mathematical models for dynamic systems and, based on them, design computer controllers, integrating physical and computational systems.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

Parte 1 - Modelos e identificação: Modelos lineares em Controlo por Computador e transformada Z. Amostragem. Introdução à estabilidade de sistemas lineares discretos. Modelos de ruído e interação entre sistemas lineares e processos estocásticos. Modelos ARX e ARMAX. Identificação de sistemas e estimação de parâmetros por mínimos quadrados e máxima verosimilhança. Identificação recursiva.

Part 2 - Projeto de controladores: Projecto de controladores lineares para sistemas determinísticos por colocação de pólos e modelo de referência. Condições de robustez. Programação dinâmica e Controlo LQG em tempo discreto. Predição linear. Controlo Estocástico de sistemas lineares (variância mínima e variância mínima dessintonizada). Estimação de estado. Controlo adaptativo. Controlo tolerante a falhas.

4.4.5.Syllabus:

Part 1 - Models and identification: Linear models in Computer Control and the Z transform. Sampling. Introduction to the stability of discrete linear systems. Noise models and interaction between linear systems and stochastic processes. ARX and ARMAX models. System identification and parameter estimation by least squares and maximum likelihood. Recursive Identification.

Part 2 - Controllers Design: Design of linear controllers for deterministic pole placement systems and reference model. Robustness conditions. Dynamic programming and discrete time LQG control. Linear prediction. Stochastic control of linear systems (minimum variance and minimum detuned variance). State estimation. Adaptive control. Fault tolerant 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 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:

In view of the UC's learning objectives, described in 6.2.1.4, any specialist in the subject will be able to verify that all points of the syllabus, described in 6.2.1.5, aim to provide students with the knowledge and skills necessary for its fulfillment and acquisition of those objectives.

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):

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation 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 methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental work. This approach will not only fulfill the objectives, but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds and backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Digital Control of Dynamic Systems, G. F. Franklin, J. D. Powell and M. Workman, 1997, Addison Wesley, 3rd ed;
Computer Controlled Systems, K. J. Astrom and B. Wittenmark, 1997, Prentice Hall, 3rd ed*

Mapa IV - Oscilações Electromecânicas**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Oscilações Electromecânicas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromechanical Oscillations

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist12900, Pedro da Graça Tavares Álvares Serrão, TP 49 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):

Analogias e diferenças entre sistemas eléctricos e mecânicos livres e forçados, lineares e não-lineares, dissipativos ou não, com um ou vários graus de liberdade, incluindo ressonância múltipla, paramétrica e não linear, osciladores, dínamos, cadeias e linhas de transmissão, suas propriedades e aplicações em engenharia.

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

Analogies and differences between electrical and mechanical systems, free and forced, linear and non-linear, dissipative or non-dissipative, with one or several degrees of freedom, including multiple, parametric and non-linear resonance, oscillators, dynamos, lines and chains of transmission, its properties and engineering applications

4.4.5.Conteúdos programáticos:

- 1. Analogias entre sistemas mecânicos e circuitos eléctricos. Oscilações livres lineares e não-lineares com e sem amortecimento. Oscilações forçadas, batimentos e ressonância. Ressonância paramétrica e não linear.*
- 2. Osciladores com vários graus de liberdade, oscilações e ressonância múltiplas. Osciladores acoplados e supressão de oscilações.*
- 3. Cadeias de desintegração radioactiva e sequências de osciladores.*
- 4. Linhas de transmissão. Dínamos auto-excitados e geração de campos magnéticos.*
- 5. Sistemas mecânicos e eléctricos com bifurcações e regimes caóticos.*
- 6. Deflexão linear e não-linear de cordas, membranas, barras, vigas e placas elásticas.*
- 7. Exemplos de oscilações em instrumentos musicais*

4.4.5.Syllabus:

- 1. Analogies between mechanical systems and electrical circuits. Linear and non-linear, damped and undamped free oscillations. Forced oscillations, beats and resonance. Parametric and non-linear resonance.*
- 2. Oscillators with several degrees-of-freedom, and multiple oscillations and resonance. Coupled oscillations and suppression of oscillations.*
- 3. Radioactive disintegration chains and sequences of oscillators.*
- 4. Transmission lines. Self-excited dynamos and generation of magnetic fields.*
- 5. Mechanical and electrical systems with bifurcations and chaotic motions.*
- 6. Linear and non-linear deflections of elastic strings, membranes, bars, beams and plates.*
- 7. Examples of oscillations in music instruments*

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):

Apresentações orais e discussões de trabalhos (50%), Exame final (50%)

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

Oral presentations and discussions (50%), Final Exam (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. 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, 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:

*Mathematics and Physics for Science and Technology, (10 series titles), L.M.B.C. Campos, CRC Press
Methods of Theoretical Physics: P.M. Morse H. Feshbach 1953 McGraw-Hill*

Acoustics of Musical Instruments: A. Chaigne, J. Kergomard 2016. Springer**Mapa IV - Sistemas de Radar****4.4.1.1.Designação da unidade curricular:*****Sistemas de Radar*****4.4.1.1.Title of curricular unit:*****Radar 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):*****ist12319, António Luís Campos da Silva Topa, 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):*****Aquisição de conhecimentos na área da teoria e aplicações do radar. Dominio das técnicas de processamento de sinal específicas do radar. Conhecimento dos componentes básicos de um receptor e de um transmissor de radar.*****4.4.4.Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Acquisition of basic knowledge in the area of radar theory and applications. Contact with radar-specific signal processing techniques. Knowledge of the basic components of a radar receiver and transmitter.*****4.4.5.Conteúdos programáticos:*****1-Introdução: aplicações; tipos; equação básica.******2-Radares de Impulsos: PRF e ambiguidade; estatística do ruído; sinal mínimo detectável; probabilidade de deteção e de falso alarme; integração de impulsos; filtros e correladores; secção equivalente de um alvo; modelos de flutuações; efeitos de propagação; alcance.******3-Radares CW: sem modulação; radares modulados CW-FM: aplicações.******4-Processamento MTI: coerente; canceladores; limitações à eliminação do clutter; MTI incoerente; MTI em plataforma móvel.******5-Radares de Seguimento: comutação de lobos; exploração cónica; monopulso de comparação de amplitude e de fase; seguimento em distância.******6-Técnicas Especiais: precisão; estimadores óptimos; gating e filtros adaptados; compressão de impulsos, FM linear;***

modulação de fase; SAR e ISAR.

7-Antenas: tipos; aberturas, reflectores e agregados com controlo de fase: feixe múltiplo; formatação do feixe.

8-Transmissores: estado sólido; vácuo; magnetron; klystron; TWT; estudo comparativo.

4.4.5.Syllabus:

1-Introduction: applications; types; basic equation.

2-Pulse Radars: PRF and ambiguity; noise statistics; minimum detectable signal; probability of detection and false alarm; pulse integration; filters and correlators; radar cross section of a target; fluctuation models; propagation effects; range.

3-CW Radars: unmodulated; CW-FM modulated radars: applications.

4-MTI Processing: coherent; cancellers; limitations on clutter elimination; uncoherent MTI; MTI on airborne platform.

5-Tracking Radar: switching lobes; conical exploration; amplitude and phase comparison monopulse; distance tracking.

6-Special Techniques: precision; optimal estimators; adapted gating and filters; pulse compression, linear FM; phase modulation; SAR and ISAR.

7-Antennas: types; phase controlled apertures, reflectors and arrays: multiple beam; beam forming.

8-Transmitters: solid state; vacuum; magnetron; klystron; TWT; comparative study.

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 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 ($\leq 50\%$).

4.4.7.Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to foster a problem solving and project design type learning, mostly focused on the applications, active learning, autonomous work, and student commitment. The scoring method is based on a continuous follow-up of the active learning (ex, projects, homework, problem solving, etc), while significantly reducing the weight of individual written exams ($\leq 50\%$).

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:

Introduction to Radar Systems, Merryl Skolnik, 2002, McGraw-Hill Education; Modern Radar System Analysis, David K. Barton, 1988, Artech House; Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB, Bassem R. Mahafza, 2013, Chapman and Hall/CRC; Microwave Devices and Circuits, Samuel Y. Liao, 1996, Prentice-Hall

Mapa IV - Tecnologia e Projeto de Antenas

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:

Tecnologia e Projeto de Antenas**4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Antenna Technology and Design*****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):*****ist426927, Mário Gonçalo Mestre Veríssimo Silveirinha, 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):**

- *Compreensão dos princípios fundamentais de funcionamento de estruturas radiantes e teoria de antenas.*
- *Capacidade de analisar e projectar antenas nas configurações de maior aplicação.*

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

- *Acquire knowledge of the fundamentals of antenna theory and technology.*
- *Capacity to analyze and design the antennas typically encountered in communication systems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Teoria de antenas. Teoria das antenas transmissora e receptora e relações de reciprocidade.*
- 2. Antenas lineares.*
- 3. Agregados de antenas.*
- 4. Antenas reflectoras. Antenas de abertura.*
- 6. Antenas independentes da frequência, miniaturização de antenas, antenas fractais.*
- 7. Antenas de microstrip.*
- 8. Teoria de redes de microondas.*
- 9. Antenas adaptativas.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Antenna theory. Theory of transmitting and receiving antennas and reciprocity relations.*
- 2. Linear antennas.*
- 3. Antenna arrays.*
- 4. Reflector antennas. Aperture antennas.*
- 6. Broadband antennas, frequency independent antennas, antenna miniaturization, and fractal antennas.*
- 7. Microstrip antennas.*
- 8. Theory of microwave networks.*

9. Smart antennas.

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 to 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:
Antenna Theory, C.A. Balanis, 2005, John Wiley; Microwave Engineering, D.Pozar, 2005, John Wiley; Principles of antenna theory, Kai Fong Lee, 1984, John Wiley & Sons

Mapa IV - Projecto em Engenharia Aeroespacial

4.4.1.1.Designação da unidade curricular:
Projecto em Engenharia Aeroespacial

4.4.1.1.Title of curricular unit:
Project in Aerospace Engineering

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

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):

ist13198, Fernando José Parracho Lau, 14 horas

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

ist13672, Afzal Suleman, 14 horas

ist14018,, Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha, 14 horas

ist11962, José Fernando Alves da Silva, 14 horas

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

Projecto Integrador tem a duração de um semestre e é enquadrável em uma das modalidades: 1. Projecto científico e 2. Projecto em empresa

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.*
- planejar 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 and 2. Company 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.*

4.4.5.Conteúdos programáticos:

O projeto é definido inicialmente pelos orientadores ou sob orientação dos mesmos. Pode ser realizado individualmente 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. Projecto 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.*

4.4.5.Syllabus:

The project is initially defined by the supervisors or under the supervisors guidance and can take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies). The following modalities 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.*

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):

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):

A report must be submitted for evaluation and discussion by a jury of at least two professors.

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 - Fenómenos Interactivos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fenómenos Interactivos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Coupled Phenomena

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAA

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):

ist12912, Paulo Jorge Soares Gil, 49 horas de contacto

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):

Aprender sobre como podem ser modelados fenómenos complexos relacionados com aeroespacial de modo mais realista do que as idealizações mais simplificadas usadas em abordagens introdutórias aos assuntos. Ao terminar a unidade curricular o aluno deve ser capaz de compreender, pensar criticamente e utilizar modelos mais aproximados requeridos no contexto de problemas de engenharia aeroespacial relacionados com a modelação da gravidade de astros irregulares e outros, atmosferas, reentrada de veículos espaciais, e fenómenos associados.

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

To learn how aerospace complex phenomena can be modeled more realistically than idealized simplified approaches taught at introductory level. At the end of this curricular unit the student must be able to understand, thinking critically, and use more sophisticated models applied in the context of aerospace engineering related with modelling gravity of irregular and other celestial bodies, atmospheres, reentry of space vehicles, and related phenomena.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Gravidade de corpos extensos: Solução da equações de Poisson e Laplace, Harmónicas Esféricas e suas propriedades; Aplicação a Órbitas Especiais.

Campo Gravítico de Corpos Irregulares: Geóide; Modelos de Gravidade da Terra; Correções relativistas.

Efeitos da Gravidade em Corpos Celestes e Satélites: CM vs CG; Corpos Pequenos; Casos Especiais; Efeitos de Maré e Suas Consequências.

Atmosferas Planetárias: Propriedades e Modelos; Resistência Aerodinâmica e Alta Atmosfera; Regimes de Escoamento; Aproximações e Sua Validade.

Introdução à Aerodinâmica Hipersónica e Aerotermodinâmica: Entrada de Órbita; Características do Escoamento; Coeficientes Aerodinâmicos; Análise Aerodinâmica Simplificada; Método dos painéis e outros; design de veículos.

Fundamentos da Entrada Atmosférica: Introdução; Física de entrada; Transferência de Calor; Ponto de Estagnação; Escudos de Ablação; Equações do Movimento; Tipos de Entradas; Trajectórias Simplificadas; Corredor de Entrada; Casos de Estudo.

4.4.5. Syllabus:

Gravity of extended bodies: Solution of Poisson's and Laplace's Equations, Spherical Harmonics and its Properties; Application to Special Orbits.

Gravitational Field of Irregular Celestial Bodies : Geode; Earth Gravity Models; Relativistic Corrections.

Gravitational Effects in Celestial Bodies and Satellites: CM vs CG; Small Bodies; Special Cases; Tidal Effects and Their Consequences.

Planetary Atmospheres: Models and Features; Atmospheric Drag and High Altitude; Flow Regimes; Approximations and their Validity.

Introduction to Hypersonic Aerodynamics and Aerothermodynamics: Entry from Orbit; Flow Features; Aerodynamic Coefficients; Simplified Aerodynamics Analysis; Panels Method and Others; Vehicle Design.

Fundamentals of Atmospheric Entry: Introduction; Entry Physics; Heat Transfer; Stagnation Point; Ablation Shields; Equations of Motion; Entry Types; Simplified Trajectories; Entry Corridor; Case Studies.

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):

Relatório(s) e Apresentação(ões) de trabalho(s) e/ou programas informáticos (70%) e Exame final 30%.

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 (trabalhos, que podem ser de índole computacional) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Reports and presentations of homework and/or computational work (70%) and final exam (30%).

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 elements of continuous assessment in the context of active learning (assignments, which may be of a computational nature) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams.

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:

Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Practical work allows confrontation with real problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Satellite Orbits: Models, Methods, and Applications, 2nd ed., O. Montenbruck and E. Gill, 2000, Springer;

Aerodynamic and Aerothermodynamic Analysis of Space Mission Vehicles, A. Viviani and G. Pezzella, 2016, Springer;

Introduction to Astrodynamics Reentry, 2nd ed., K. Hicks, 2014, Createspace Independent Publishing Platform;

Orbital Motion in Strongly Perturbed Environments: Applications to Asteroid, Comet and Planetary Satellite Orbiters, D. J. Scheeres, 2016, Springer;

Aerospace Engineering on the Back of an Envelope, I. E. Alber, 2012, Springer

Mapa IV - Sistemas de Navegação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Sistemas de Navegação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Navigation 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):

ist12960, José Eduardo Charters Ribeiro da Cunha Sanguino, 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):

Esta unidade curricular pretende introduzir os princípios básicos de funcionamento dos sistemas de navegação por satélite. Os alunos irão familiarizar-se com as principais características e modo de funcionamento dos actuais sistemas de navegação por satélite. Por questões operacionais, uma maior atenção será dada ao sistema GPS.

Em concreto, serão adquiridas competências ao nível da caracterização das órbitas dos satélites, da determinação da posição dos satélites, da análise da geometria relativa emissor-receptor, do efeito de Doppler. Competências adicionais serão adquiridas ao nível da comparação entre diferentes constelações de satélites, da análise da diluição de precisão, da resolução da equação de navegação, do processamento das pseudo-distâncias e das medições de fase, e da integração de receptores GPS em aplicações de posicionamento e navegação.

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

This course aims to introduce the basic principles of satellite navigation systems. Students will become familiar with the main features and operation of current satellite navigation systems. Due to operational reasons, more attention will be given to the GPS system.

Skills will be acquired in satellite orbit characterization, satellite position determination, satellite-receiver relative geometry analysis, Doppler effect. Additional skills will be gained in comparing different satellite constellations, precision dilution analysis, navigation equation resolution, pseudo-range processing and phase measurements, and the integration of GPS receivers into positioning and navigation applications.

4.4.5.Conteúdos programáticos:

1. Introdução aos Sistemas de Navegação por Satélite.

2. Sistemas de Coordenadas de Referência.

3. Órbitas e Constelações: Órbitas dos satélites; Efemérides e elementos keplerianos; Perturbações às órbitas; Geometria relativa emissor-receptor; Dinâmica emissor-receptor, efeito Doppler; Constelações de satélites e áreas de cobertura.

4. Posicionamento e Navegação por Satélite: Mensagens de navegação, efemérides dos satélites; Observáveis (pseudo-distâncias, desvios de fase e desvios de frequência da portadora); Estimação da posição do receptor – equação de navegação; Diluição da precisão; Modelos de posicionamento e navegação; Fontes de erro.

5. Aplicações e Perspectivas Futuras.

4.4.5.Syllabus:

1. Introduction to Satellite Navigation Systems.

2. Reference Coordinate Systems.

3. Orbits and Constellations: Satellite orbits; Ephemerides and Keplerian elements; Disturbances in orbits; Satellite-receiver relative geometry; Transmitter-receiver dynamics, Doppler effect; Satellite constellations and coverage areas.

4. Satellite Positioning and Navigation: Navigation messages, satellite ephemerides; Observable (pseudorange and carrier phase); Estimation of receiver position - navigation equation; Precision dilution; Positioning and navigation models; Error budget.

5. Future Applications and Perspectives

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:

Understanding GPS: Principles and applications, E. Kaplan and C. Hegarty, Ed, 2017, 3rd Ed., Boston, MA: Artech House;

GNSS - Global Navigation Satellite Systems, B. Hofmann-Wellenhof, H. Lichtenegger and E. Wasle, , 2008, GPS, GLONASS, Galileo & more, Wien: Springer;

Navstar GPS Space Segment/Navigation User Segment Interfaces, Interface Specification IS-GPS-200, -, 2019, Revision K, Global Positioning Systems Directorate (<https://www.gps.gov/technical/icwg/IS-GPS-200K.pdf>).

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:

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 distancia e avaliação.

Integração de estudantes em projectos inter/multidisciplinares, em institutos de investigação e/ou empresas, a nível do 1º ciclo e das dissertações de mestrado.

Creditação de actividades extracurriculares, valorizando projectos multidisciplinares, organização de jornadas, cursos/estágios de Verão, etc, que permitem o desenvolvimento de competências transversais.

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:

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 inter/multidisciplinary projects, in research institutes and / or companies, at the level of the 1st cycle and master's dissertations.

Accreditation of extracurricular activities, namely, multidisciplinary projects, organization of days, summer courses / internships, etc., which allow the development of transversal skills.

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):

Apesar de várias unidades curriculares terem previsto na sua avaliação a realização de projectos envolvendo casos de estudo em investigação, as metodologias de ensino que encorajam a participação de estudantes em atividades científicas desenvolvem-se sobretudo no último ano, principalmente durante a realização da Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeroespacial. No essencial, o aluno deve envolver-se de forma mais activa no desenvolvimento de um projecto de investigação e ter consciência que a sua investigação tem um objectivo mais alargado e vai contribuir para resultados mais amplos.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

Teaching methodologies that encourage student participation in scientific activities are developed above all in the last year of the curriculum, especially during the development of the Master Dissertation in Aerospace Engineering. Essentially, the student must get involved in a more active way in the development of a research project and be aware that his or her research will be contributing to a bigger objective and to more vast outcomes.

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 2º ciclo entre 90 e 120 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 120 créditos ECTS, decorrendo ao longo de quatro 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 2nd cycle between 90 and 120 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 120 ECTS, elapsing over four 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.

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.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a actualização 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 ii) 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 ii) 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.

**Fernando José Parracho Lau
Afzal Suleman
José Fernando Alves da Silva**

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
Rodrigo Martins de Matos Ventura	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Arnaldo Pereira Leite Miranda Guedes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Paulo Rui Alves Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
José Jorge Lopes da Cruz Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Fernando José Parracho Lau	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA AEROESPACIAL	100	Ficha submetida
João Manuel Melo de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Soares Gil	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA AEROESPACIAL	100	Ficha submetida
Gabriel Paulo Alcântara Pita	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Rita Maria Mendes de Almeida Correia da Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Eng. Electrotécnica e de Computadores	25	Ficha submetida
Aires José Pinto dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Filipa Andreia De Matos Moleiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Aeroespacial	100	Ficha submetida
Jorge Emanuel Pereira Navalho	Assistente ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
João Manuel Lage de Miranda Lemos	Professor Catedrático 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
Fernando Duarte Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Viriato Sérgio De Almeida Semião	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Miguel António Lopes de Matos Neves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
João Manuel Torres Caldinhas Simões Vaz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
André Calado Marta	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Aeronautics and Astronautics	100	Ficha submetida
Miguel Pedro Tavares da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECÂNICA	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Coelho Ramalho Oliveira	Professor Associado 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
Sérgio David Parreirinha Carvalho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Mestre		MASTER_DEGREE	10	Ficha submetida
Luís Rego da Cunha de Eça	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
António Luís Nobre Moreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
João Filipe Pereira Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
José Manuel Da Silva Chaves Ribeiro Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida

João Carlos de Campos Henriques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	20	Ficha submetida
Pedro Tiago Martins Batista	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Filipe Szolnoky Ramos Pinto Cunha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CIÊNCIAS APLICADAS	100	Ficha submetida
João Eduardo De Barros Teixeira Borges	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Eduardo Joaquim Anjos de Matos Almas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECÂNICA	100	Ficha submetida
Jorge Dos Santos Salvador Marques	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Carlos António Cardoso Fernandes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Rosa Pereira Silvestre	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA CIVIL	100	Ficha submetida
António Luís Campos da Silva Topa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Sohel Murshed	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Mechanical and Aerospace Engineering	100	Ficha submetida
Aleksandar Ilic	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Maria Margarida Campos da Silveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Artur Jorge Da Cunha Barreiros	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Sónia Maria Nunes dos Santos Paulo Ferreira Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Carlos Fernandes Pereira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
António José Castelo Branco Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Pedro Da Graça Tavares Álvares Serrão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA AEROESPACIAL	100	Ficha submetida
Bertinho Manuel D'Andrade da Costa	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
José Eduardo Charters Ribeiro da Cunha Sanguino	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Bárbara Perry Pereira Alves Gouveia Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Agostinho Rui Alves da Fonseca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Aeroespacial	100	Ficha submetida
Luís Manuel Marques Custódio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Fernando Alves da Silva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Paulo José da Costa Branco	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Afzal Suleman	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
José António Beltran Gerald	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
José Leonel Monteiro Fernandes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida

Pedro Manuel Urbano de Almeida Lima	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Luís Filipe Galvão dos Reis	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Carlos Frederico Neves Bettencourt da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	MECANICA DOS FLUIDOS	100	Ficha submetida
João Manuel Gonçalves de Sousa Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECANICA	100	Ficha submetida
Miguel Abreu de Almeida Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Termofluidos e Técnicas de Conversão de Energia	100	Ficha submetida
Inês Esteves Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Leaders for Technological Industries	100	Ficha submetida
João Pedro Castilho Pereira Santos Gomes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Mário Manuel Gonçalves da Costa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA MECÂNICA	100	Ficha submetida
				6055	

<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.

63

5.4.1.2. Número total de ETI.

60.55

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:	60	99.091659785301

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):	60.45	99.834847233691

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	60.45	99.834847233691	60.55
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	60.55

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	60	99.091659785301	60.55
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	60.55

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, 2.ª 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) do MEAer (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.

Neste contexto, apresentamos a distribuição por serviços dos funcionários não docentes que dão apoio à LEMec em tempo parcial (TP):

Gestão de Espaços - 2 (TP);

Apoio às salas de aulas - 2 (TP);

Técnicos de Laboratório -12 (TP) + 14 (TP) (bolseiros);

Apoio administrativo - 23 (TP);

Apoio à coordenação da LEAer - 4 (TP);

Bolseiros: 10 (TP) (apoio à lecionação das aulas).

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 MEAer 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.

We present the distribution of services by non-teaching staff who support the LEAer in part-time (PT):

Building Management - 2 (PT);

Class support - 2 (PT);

Laboratory technicians - 12 (PT) + 14 (grant holders);

Administrative support - 23 (PT);

Administrative support of the coordination of LEAer - 4 (PT);

Grant holders - 10 (TP) (teaching assistants).

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Os funcionários referidos no ponto anterior têm as seguintes qualificações: 4º ano de escolaridade – 2; 9º ano – 5; 11º ano – 1; 12º ano – 30; Licenciatura – 4; Mestrado – 15; Doutoramento – 10.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

The qualification of the non academic staff identified in the section above is the following: Basic Education (4th Grade) – 2; Basic Education (9th Grade) – 5; Secondary Education (11th Grade) – 1; Secondary Education (12th Grade) – 30; Bachelor – 4; Master -15; PhD – 10.

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.):

- 12 Laboratórios de ensino: 2043.7 m²*
- 2 Salas de informática: 2771 m²*
- 1 Biblioteca: 929.2 m²*
- 1 Outras salas: 3.4 m²*
- 1 Oficina para ensino: 145.5 m²*
- 26 Anfiteatros de ensino: 2658.6 m²*
- 21 Laboratórios para ensino/investigação: 1507.8 m²*
- 45 Salas de aula: 2666.1 m²*
- 3 Laboratórios exclusivamente para investigação: 576.2 m²*
- 11 Salas de estudo: 732.5 m²*

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

- 12 Teaching Laboratories: 2043.7 m²*
- 2 Computer rooms: 2771 m²*
- 1 Library: 929.2 m²*
- 1 Other Rooms: 3.4 m²*
- 1 Teaching workshop: 145.5 m²*
- 26 Lecture halls: 2658.6 m²*
- 21 Teaching/Research Laboratory: 1507.8 m²*
- 45 Classrooms: 2666.1 m²*
- 3 Research Labs: 576.2 m²*
- 11 Study rooms: 732.5 m²*

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

- Túnel Aero-acústico, com velocidade máxima de 60m/s, secção de saída circular com 1.5m de diâmetro. A secção de ensaio encontra-se dentro de uma câmara anecóica fechada.*
- Simulador de Voo de Investigação (SVI) constituído por: Cabine de pilotagem Fokker 27, 3 computadores e hub de ligação para implementação do simulador de voo de investigação (módulo de simulação de dinâmica de voo)*
- Túneis aerodinâmicos de baixa velocidade. Balança aerodinâmica. Ventilador radial. Compressor volumétrico. Depósito de ar comprimido./*
- Aeronaves rádio comandadas com controlo por visão; Sistema activo de interface homem-máquina*
- Laboratório de Motores Térmicos: motores para ensaios; motores para observação; componentes de motores.*
- Cluster de PC's, computadores pessoais (cerca de uma centena), impressoras/ploters, scanners e material informático diverso.*
- Software diverso (Ansys, Autodesk, Cosmos, SolidWorks, Fluent, Star-CD, Chemkin, Grapher, Surfer, Mathematica, Matlab, Simulink, Microsoft Office, etc).*

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

- Aero-acoustic tunnel, with a maximum speed of 60m/s, circular section with a diameter of 1.5m. The test section is located in a closed anechoic chamber.*
- Research Flight Simulator (SVI) consisting of: Fokker 27 cabin, 3 computers and connection hub for the implementation of the research flight simulator (flight dynamics simulation module).*
- Low speed wind tunnels. Aerodynamic balance. Radial fan. Volumetric compressor. Compressed air tank.*
- Radio controlled aircraft with vision control; Active human-machine interface system.*
- Thermal Motors Laboratory: motors for tests; observation engines; engine components.*
- Cluster of PC's, personal computers (about a hundred), printers / plotters, scanners and various computer equipment-*
- Various software (Ansys, Autodesk, Cosmos, SolidWorks, Fluent, Star-CD, Chemkin, Grapher, Surfer, Mathematica,*

Matlab, Simulink, Microsoft Office, etc.

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
Centre for Aeronautic and Spatial Sciences and Technologies – CCTAE @ LAETA	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	10	
Institute for Mechanical Engineering – IDMEC @ LAETA	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	14	
Institute for Systems and Robotics - ISR Lisboa @ LARSyS	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	11	
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Investigação e Desenvolvimento em Lisboa - INESC-ID	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	7	
Instituto de Telecomunicações - IT-Lisboa	Excelente / Excellent	IST / ULisboa	5	

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.

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/28448684-dd82-2baa-b14c-5e762d073e18>

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:

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/28448684-dd82-2baa-b14c-5e762d073e18>

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.

Os centros de investigação CCTAE e IDMEC pertencem ao Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica - LAETA. Entre 2013 e 2017, a FCT financiou o LAETA com cerca de 13,5 M €. Ainda assim, o LAETA atraiu cerca de duas vezes esse valor de financiamento competitivo de outras agências: 18,9 M € (nacional) e 6,3 M € (internacional). No mesmo período, foram criadas 23 cisões no âmbito do LAETA.

A pesquisa do IDMEC concentrou-se não apenas na ciência fundamental, mas principalmente nas tecnologias aplicadas e na transferência de conhecimento para a sociedade. Esse esforço foi reconhecido por sua excelência e massa crítica em campos essenciais nos setores de energia, tecnologias de transporte e aeronáutica. Algumas contribuições relevantes são: i) Modelos computacionais para projetar estruturas aeroespaciais compostas, com vários contratos com a Airbus; ii) Avanços nos processos de fundição e conformação de metais, em colaboração com parceiros industriais e a ESA; iii) Avanços no transporte de superfície (sistemas ferroviários de catenária-pantógrafo e autocarros com células de combustível); iv) Avanços em energias renováveis oceânicas, realizados pela start-up KYMANER; e v) Propagação e segurança de incêndios florestais.

NO CCTAE, destaca-se a colaboração com a Embraer, nomeadamente através do projeto FLEXCRAFT de desenvolvimento de um conceito de uma aeronave modular, que conjuga a ideia de modularidade e permitindo uma reconfiguração da cabine para diferentes missões (comerciais e de lazer, de socorro e auxílio, entre outras) com a capacidade STOL – para competir com soluções de asa rotativa, através de uma operação em pistas curtas, melhorando o desempenho global.

Dos vários projetos em que o ISR participa, destacam-se os projectos envolvendo drones para manutenção marítima e patrulhamento, assim como o estudo e desenvolvimento de constelações de satélites para aplicações marítimas e comunicações.

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:

- sistema de propulsão eléctrica/híbrida de Aeronaves, com a tese MSc "Energy Management and Control in Hybrid

Aircraft with Energy Storage", no projeto FCT PTDC/EEI-EEE/32550/2017-Transformador Inteligente para Redes Sustentáveis;

-participação no projeto europeu "Pulsarplane: worldwide air transport operations" cujo objetivo consistia em investigar o impacto na aviação de sistemas de navegação através de pulsares.

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.

The CCTAE and IDMEC research centers belong to the Associated Laboratory for Energy, Transport and Aeronautics - LAETA. Between 2013 and 2017, FCT financed LAETA with around 13.5 M €. Even so, LAETA attracted about twice that amount of competitive financing from other agencies: 18.9 M € (national) and 6.3 M € (international). In the same period, 23 divisions were created in LAETA.

Research in IDMEC focused not only on fundamental science, but mainly on applied technologies and the transfer of knowledge to a society. This effort was registered for its excellence in the sectors of energy, transport technologies and aeronautics. Some relevant contributions are: i) Computational models for designed aerospace composite structures, with several contracts with Airbus; ii) Advances in metal casting and forming processes, in collaboration with industrial partners and ESA; iii) Advances in surface transport (catenary-pantograph rail systems and fuel cell buses); iv) Advances in ocean renewable energy, made by the start-up KYMANER; and v) Propagation and safety of forest fires. At the CCTAE, the collaboration with Embraer stands out, namely through the FLEXCRAFT project to develop an aircraft that combines the idea of modularity – allowing a reconfiguration of the cabin for different missions (commercial and recreational, emergency and assistance, among others) with STOL capability – to compete with rotary wing solutions, through short runway operation, improving overall performance.

Among the various projects in which ISR participates, the projects involving drones for maritime maintenance and patrolling stand out, as well as the study and development of satellite constellations for marine and communications applications.

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:

- Aircraft electric / hybrid propulsion system, with the MSc thesis "Energy Management and Control in Hybrid Aircraft with Energy Storage", in the project FCT PTDC / EEI-EEE / 32550/2017-Intelligent Transformer for Sustainable Networks; -participation in the European project "Pulsarplane: worldwide air transport operations" whose objective was to investigate the impact on aviation of navigation systems using pulsars.

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:

Para a análise solicitada 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)

O Mestrado em Engenharia Aeroespacial (MEAero) do IST tem como único curso similar, o Mestrado em Engenharia Aeronáutica da Universidade da Beira Interior. Face ao total de diplomados entre 2010 e 2018, este curso apresentava em Junho de 2019 um desemprego de 1,2%. Refira-se que o actual MEAero em funcionamento no IST apresenta, para as mesmas coortes e período, um desemprego residual de 0,8%.

Os dados internos do IST indicavam que 96,7% dos diplomados do MEAero encontram-se a desempenhar actividade remunerada (Fonte: Inquérito anual à situação profissional dos recém-diplomados de 2º Ciclo do IST – Observatório de Empregabilidade do IST, 2019)

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

For the requested analysis, data on unemployment of DGEEC graduates were considered. The most recent data are for the situation in June 2019 (Source: Characterization of registered unemployed with higher education - June 2019 - General Table)

The Master in Aerospace Engineering (MEAer) from IST has the only similar course, the Master in Aeronautical Engineering from the University of Beira Interior. In view of the total number of graduates between 2010 and 2018, this course had unemployment of 1.2% in June 2019. It should be noted that the current MEAer in operation at IST presents, for the same cohorts and period, a residual unemployment of 0.8%.

IST internal data indicated that 96.7% of MEAero graduates are engaged in paid work (Source: Annual survey on the professional situation of recent graduates of the 2nd cycle of IST - IST Employability Observatory, 2019)

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

É de esperar que a capacidade de atração de alunos do novo MEAer do IST venha a apresentar resultados semelhantes aos do MEAer atualmente em execução. Analisando os dados da DGES para as colocações do MEAer dos últimos 3 anos (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020), o número de vagas (85-92) foi sempre completamente preenchido, sendo o número de candidatos sempre superior a 500, mais de 250 em 1ª opção. A nota mínima de seriação tem estado acima dos 18.8 valores, sendo a mais alta de todo o país para o mesmo nº de ordem de notas de seriação e mesmo a mais alta de todo os cursos universitárias do País em em dois dos três últimos anos.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

It is expected that the students attractiveness of the new MEAer from IST will be similar to the current MEAer. Analyzing DGES data for MEAer placements for the last 3 years (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020), the number of vacancies (85-92) has always been completely filled, with the number of candidates always exceeding 500, more than 250 in 1st option. The minimum ranking grade has been above 18.8 /20, being the first top value across the country for the same serial number of ranking grades and even the highest entry mark of all college degrees in the country in two of the last three years.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

O Técnico acolhe todos os anos um conjunto de alunos da Academia da Força Aérea que ao abrigo do protocolo terminam a sua formação académica no Técnico. Há ainda vários docentes do MEAer que lecionam um número significativo de UCs básicas na referida Academia.

Os alunos do MEAer podem através da participação no Programa Almeida Garrett estudar durante um semestre numa outra Escola do Ensino Superior Português. O funcionamento deste Programa é, em muito, semelhante ao adotado pelo ERASMUS, envolvendo um acordo entre as instituições de Ensino Superior e o reconhecimento académico das UCs realizadas em mobilidade.

Além disso a colaboração com outras universidades públicas portuguesas inclui a coorientação conjunta de dissertações de mestrado e participações em júris.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

Tecnico welcomes every year a number of students from the Air Force Academy that under a Protocol established between both institutions complete their academic training at Tecnico. There are still several teachers of MEAer who teach a significant number of basic UCs in that Academy.

MEAer students can also study for a semester in another Portuguese School of higher education through the program Almeida Garrett. The operation of this program is very similar to that adopted by ERASMUS, involving an agreement between higher education institutions and academic recognition of UCs in mobility.

In addition, the collaboration with other public universities of Portugal includes the joint coorientation of dissertations and participation in juries.

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:**

A proposta foi baseada no relatório CAMEPP, que teve como referência as seguintes universidades Europeias:

*DTU, Technical University of Denmark, Dinamarca;
EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça;
ETH, Federal Institute of Technology of Zurich, Suíça;
KIT, Karlsruhe Institute of Technology, Alemanha;
KTH, Royal Institute of Technology, Suécia;
Polimi, Politecnico di Milano, Itália;
PoliTo, Politecnico di Torino, Itália;
TUDelft, Technical University of Delft, Holanda;
TU/e, Technical University of Eindhoven, Holanda;
UPCatalunya, Universidade Politècnica da Catalunya, Espanha;
UPMadrid, Universida de Politècnica de Madrid, Espanha.*

Em particular os duplos diplomas com as universidades europeias atestam a qualidade e semelhança do plano curricular:

ISAE-SUPAERO, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Éspace, França;

POLITO, Politecnico di Torino, Itália;
Uni Roma 1, Sapienza Università di Roma, Itália;
ETSI, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Espanha.

10.1.Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The proposal was based on the CAMEPP report, which had as reference the following European universities:

DTU, Technical University of Denmark, Dinamarca;
EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça;
ETH, Federal Institute of Technology of Zurich, Suíça;
KIT, Karlsruhe Institute of Technology, Alemanha;
KTH, Royal Institute of Technology, Suécia;
PoliMi, Politecnico di Milano, Itália;
PoliTo, Politecnico di Torino, Itália;
TU Delft, Technical University of Delft, Holanda;
TU/e, Technical University of Eindhoven, Holanda;
UPCatalunya, Universidade Politécnic da Catalunha, Espanha;
UPMadrid, Universida de Politécnic de Madrid, Espanha.

The double degrees with the following European universities also attest to the similarity of the contents of the curriculum plan:

ISAE-SUPAERO, Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Éspace, France;
POLITO, Politecnico di Torino, Italy;
Uni Roma 1, Sapienza Università di Roma, Italy;
ETSI, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Spain.

10.2.Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Como indicado no relatório CAMEPP (anexo B2), “considerou-se os objetivos de ensino veiculados nos termos de referência e que se consubstanciam nos objetivos definidos nas orientações EUR-ACE: conhecimento e compreensão; análise em engenharia; projeto de engenharia; investigação; prática de engenharia; capacidade de decisão; capacidade de comunicação e trabalho de equipa; aprendizagem ao longo da vida. Esta escolha de objetivos foi norteada pelo seu uso internacional em múltiplos contextos e por ser um referencial utilizado pela Ordem dos Engenheiros.”

10.2.Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

As pointed out in the CAMEPP report (annex B2), “we considered the teaching objectives conveyed in the terms of reference and which are embodied in the objectives defined in the EUR-ACE guidelines: knowledge and understanding; engineering analysis; engineering design; investigation; engineering practice; decision-making ability; communication skills and teamwork; lifelong learning. This choice of objectives was guided by its international use in multiple contexts and by being a reference used by the Order of Engineers.”

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).

11.4.1Mecanismos 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:

1. *Atratividade de excelentes alunos*
2. *Existência de três ramos distintos: Aeronaves, Aviónica e Espaço*
3. *Capacidade de trabalho individual e em equipa*
4. *A maioria dos docentes é doutorada e com participação em projectos de ID*
5. *O corpo docente cobre as diversas áreas de especialização do ciclo de estudos*
6. *Ensino em inglês*
7. *Facilidade nos contactos entre docentes e alunos*
8. *Estrutura departamental bem organizada*
9. *Estudos de avaliação de qualidade elaborados com regularidade pelo Gabinete de Estudos e Planeamento, incluindo seguimento dos alumni*
10. *Sistema Qualidade de Unidades Curriculares com auditorias promovidas pelo Conselho Pedagógico*
11. *Sistema FENIX para uma gestão de informação integrada*
12. *Promoção de atividades extracurriculares relevantes por parte dos alunos*
13. *Centros de I&D nas áreas de conhecimento do curso com Excelente ou Muito Bom*
14. *Participação na rede CLUSTER com reconhecimento mútuo de graus*
15. *Empregabilidade quase a 100%*

12.1.Strengths:

- 1. Attractiveness of excellent students**
- 2. Existence of three distinct branches: Aircraft, Avionics and Space**
- 3. Ability to work individually and in a team**
- 4. The majority of teachers have a PhD and have participated in R&D projects**
- 5. The faculty covers the various areas of specialization in the study cycle**
- 6. Teaching in English**
- 7. Ease of contacts between teachers and students**
- 8. Well-organized departmental structure**
- 9. Quality assessment studies prepared regularly by the Studies and Planning Office, including follow-up by alumni**
- 10. Quality System of Curricular Units with audits promoted by the Pedagogical Council**
- 11. FENIX system for integrated information management**
- 12. Promotion of relevant extracurricular activities by students**
- 13. R&D centers in the areas of knowledge of the course with Excellent or Very Good**
- 14. Participation in the CLUSTER network with mutual recognition of degrees**
- 15. Employability almost 100%**

12.2.Pontos fracos:

- 1. Dificuldades em incluir uma componente experimental**
- 2. Peso reduzido de professores que sejam, simultaneamente, profissionais de engenharia da área**
- 3. Número insuficiente de técnicos de laboratório qualificados**
- 4. Inexistência de um Departamento dedicado à eng. aeroespacial**
- 5. Sobrecarga burocrática para os docentes**
- 6. Falta de apoio de pessoal auxiliar à atividade de lecionação**
- 7. Fraca assiduidade a aulas teóricas e de natureza formativa comparativamente às aulas de problemas**
- 8. Reduzido impacto económico da investigação desenvolvida.**

12.2.Weaknesses:

- 1. Difficulties in including an experimental component in the courses**
- 2. Small percentage of professors who are simultaneously engineering professionals in the field**
- 3. Insufficient number of qualified laboratory technicians**
- 4. No Department dedicated to aerospace engineering**
- 5. Bureaucratic burden for teachers**
- 6. Lack of support from auxiliary staff to the teaching activity**
- 7. Poor attendance to theoretical and formative classes compared to problem classes**
- 8. Low economic impact of the research carried out.**

12.3.Oportunidades:

- 1. Possibilidades de os mestres aeroespaciais desenvolverem trabalho em áreas emergentes**
- 2. Necessidade crescente de profissionais nas áreas relacionadas**
- 3. Mercado profissional global**
- 4. Atratividade de alunos internacionais**
- 5. Transferência de tecnologia para a sociedade via realização de dissertações em ambiente empresarial**
- 6. Escassez de profissionais nas áreas de aeronáutica e espaço a nível nacional e europeu;**
- 7. Mobilização dos alumni ocupando posições relevantes em empresas e em associações profissionais no lançamento de atividades associadas ao IST**

12.3.Opportunities:

- 1. Possibilities for aerospace graduates to develop work in emerging areas**
- 2. Increasing need for professionals in related areas**
- 3. Global professional market**
- 4. Attractiveness of international students**
- 5. Technology transfer to society via master's dissertations in a business environment**
- 6. Shortage of professionals in aeronautics and space at national and European level;**
- 7. Mobilization of alumni to occupy relevant positions in companies and professional associations in the launch of activities associated with IST**

12.4.Constrangimentos:

- 1. Dificuldade de dar seguimento a políticas de garantia de qualidade quando os titulares dos cargos de coordenação e gestão são substituídos;**
- 2. Dificuldade de renovação do corpo docente e não-docente**
- 3. Dificuldade de encontrar e contratar técnicos de qualidade, nomeadamente para apoio aos laboratórios**
- 4. Falta de infraestruturas de apoio aos alunos como salas de estudo**
- 5. Diminuição de oportunidades de financiamento**

12.4.Threats:

1. *Difficulty in pursuing quality assurance policies when the holders of coordination and management positions are replaced;*
2. *Difficulty in renewing the teaching and non-teaching staff*
3. *Difficulty in finding and hiring quality technicians, namely to support laboratories*
4. *Lack of support infrastructure for students such as study rooms*
5. *Decrease in funding opportunities*

12.5.Conclusões:

O mestrado em engenharia aeroespacial é uma síntese de tecnologias avançadas que distinguem o século XX dos que o precederam, que têm uma importância crescente no século XXI; encontram-se integradas em vários tipos de veículos, como aeroplanos, helicópteros, aeronaves robotizadas, foguetões e satélites e nos meios de apoio associados como a gestão do tráfego aéreo e outros aspectos operacionais. Todos estes veículos integram de formas diversas, através da dinâmica de voo atmosférico, orbital e interplanetário, um vasto leque de tecnologias modernas, que incluem a aerodinâmica, a propulsão, as estruturas, os materiais, os processos de fabrico, o controlo, a computação, a electrónica, as telecomunicações, a inteligência artificial, os sistemas eléctricos, hidráulicos, pneumáticos e outros. Em suma o mestrado em engenharia aeroespacial é extremamente interdisciplinar, fornecendo um espectro largo de competências com uma vasta gama de procura no mercado de emprego.

Uma das alterações mais importantes relativamente ao curso actual é a introdução de 18 ECTS de opções livres na estrutura do plano curricular. Este conjunto de opções livres contempla as seguintes modalidades para o percurso pessoal dos alunos: (i) opções completamente livres (dentro ou fora do mestrado em engenharia aeroespacial) no contexto de um plano de formação pessoal (career planning) previamente discutido entre o aluno e o coordenador de curso, e (ii) um minor coerente (minor IST) numa área de formação complementar e multidisciplinar.

A proposta agora apresentada para o plano curricular do mestrado em engenharia aeroespacial nas áreas de especialização de aeronaves, aviónica e espaço resulta do entendimento do que deve ser a formação de um mestre em engenharia aeroespacial nas diferentes áreas de especialização.

O mestrado em engenharia aeroespacial tem vários factores de atractividade:

- *ensino de qualidade que visa desenvolver plenamente o potencial dos alunos que ingressam com as notas mais elevadas do ensino superior;*
 - *vasto leque de escolha no mestrado (3 ramos e 6 áreas de especialização secundárias) cobrindo a maioria das áreas de tecnologia avançada actuais;*
 - *corpo docente com actividade de alto nível em investigação capaz de orientar teses de mestrado e doutoramento em vários domínios;*
 - *possibilidade de duplos diplomas e trocas Erasmus com algumas das melhores universidades europeias e fora da europa;*
 - *empregabilidade total em Portugal e no estrangeiro no sector aeronáutico, espacial, consultoria e outros.*
- Os graduados encontram emprego em Portugal e no estrangeiro, dentro e fora do sector aeronáutico e espacial. Em Portugal mencionam-se as OGMA/EMBRAER, TAP, FAP, NAV, ANAC e várias empresas novas de tecnologia avançada, incluindo alguns “spin-offs”; no estrangeiro a Airbus, British Aerospace, CASA, Rolls-Royce, Safran, CERN, ESA e Eurocontrol.*

12.5.Conclusions:

The master's degree in aerospace engineering is a synthesis of advanced technologies that distinguish the 20th century from those that preceded it, which are of increasing importance in the 21st century; they are integrated in various types of vehicles, such as airplanes, helicopters, robotic aircraft, rockets and satellites and in the associated means of support such as air traffic management and other operational aspects. All of these vehicles integrate in a variety of ways, through the dynamics of atmospheric, orbital and interplanetary flight, a wide range of modern technologies, including aerodynamics, propulsion, structures, materials, manufacturing processes, control, computing, electronics, telecommunications, artificial intelligence, electrical, hydraulic, pneumatic and other systems. In short, the master's degree in aerospace engineering is extremely interdisciplinary, providing a broad spectrum of skills with a wide range of demand in the job market.

One of the most important changes in relation to the current course is the introduction of 18 ECTS of elective courses in the curriculum. This set of elective courses includes the following modalities for the students' personal path: (i) completely free options (inside or outside the master's degree in aerospace engineering) in the context of a personal training plan (career planning) previously discussed between the student and the course coordinator, and (ii) a coherent minor (minor IST) in an area of complementary and multidisciplinary training.

The proposal for the curriculum of the master in aerospace engineering in the areas of aircraft, avionics and space specialization results from the understanding of what should be the formation of a master graduate in aerospace engineering in the different areas of specialization.

The master's degree in aerospace engineering has several attractive factors:

- *quality education that aims to fully develop the potential of students who enter with the highest marks in graduate education;*
- *wide range of choice in the master's degree (3 branches and 6 secondary areas of specialization) covering most areas of advanced technology today;*
- *faculty with a high level of research activity capable of guiding master's and doctoral theses in various fields;*
- *possibility of double degrees and Erasmus exchanges with some of the best European universities and outside Europe;*

- full employability in Portugal and abroad in the aeronautical, space, consulting and other sectors. Graduates find jobs in Portugal and abroad, inside and outside the aeronautical and space sector. In Portugal companies such as OGMA / EMBRAER, TAP, FAP, NAV, ANAC and several new advanced technology companies are mentioned, including some spin-offs; abroad we have graduates of the degree in companies such as Airbus, British Aerospace, CASA, Rolls-Royce, Safran, CERN, ESA and Eurocontrol.