

NCE/19/1901048 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Nova De Lisboa

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

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia Mecânica

1.3. Study programme:

Mechanical Engineering

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia Mecânica

1.5. Main scientific area of the study programme:

Mechanical 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):

521

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:

60

1.10. Condições específicas de ingresso.

Regras de acesso:

- 1) *Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal em Engenharia Mecânica ou afim;*
 - 2) *Titulares de um grau académico superior estrangeiro em Engenharia Mecânica ou afim, conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo;*
 - 3) *Titulares de um grau académico superior estrangeiro em Engenharia Mecânica ou afim, que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado pelo Conselho Científico da Faculdade de Ciências e Tecnologia.*
- Crítérios de seriação:**
- 1) *Classificação do curso;*
 - 2) *Currículo académico e científico;*
 - 3) *Currículo profissional;*
 - 4) *Eventual entrevista.*

1.10. Specific entry requirements.**Access rules:**

- 1) *Holders of a foreign higher academic degree in Mechanical Engineering or similar, conferred following a 1st cycle of studies organized according to the principles of the Bologna Process by a State adhering to this Process;*
- 2) *Holders of a foreign higher academic degree in Mechanical Engineering or similar, which is recognized as satisfying the objectives of the bachelor's degree by the Scientific Council of the Faculty of Sciences and Technology.*
- 3) *Holders of a bachelor's degree or legal equivalent in Mechanical Engineering or similar.*

Ranking criteria:

- 1) *Classification of the academic degree;*
- 2) *Academic and scientific curriculum;*
- 3) *Professional curriculum;*
- 4) *Eventual interview.*

1.11. Regime de funcionamento.*Diurno***1.11.1. Se outro, especifique:**

-

1.11.1. If other, specify:

-

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:*Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa***1.12. Premises where the study programme will be lectured:***Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa***1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):**[1.13_Reg.459-2020_creditação de competencias_11-05-2020.pdf](#)**1.14. Observações:***Enquadramento do ciclo de estudos no respetivo mercado alvo***Contextualização do mercado e público-alvo**

O setor mais exportador em Portugal é o setor da metalurgia e metalomecânica, setor onde naturalmente um número significativo de jovens engenheiros mecânicos encontram emprego. Também na Europa, o setor é um dos mais importantes, basta pensar, por exemplo, nas indústrias automóvel, da produção e transporte de energia, da aviação e dos bens de equipamento. Este setor é um dos em que a chamada indústria 4.0 mais vai fazer-se sentir, o que obriga as universidades estarem atentas, a investirem – em equipamento e em meios humanos –, para que possam dar resposta ao que a indústria vai precisar.

É sabida a escassez de engenheiros mecânicos na Europa e, por outro lado, é conhecida o reconhecimento da capacidade profissional dos engenheiros portugueses, a qual – salvo melhor opinião – se fica a dever à boa formação de base e às boas características de flexibilidade e de capacidade de adaptação, tanto pessoais como técnico-profissionais.

Nos últimos anos a procura pela Engenharia Mecânica tem crescido, atingido valores em termos de nota de entrada que a colocam num dos cursos universitários mais desejados. É de prever que esta tendência se mantenha.

Portanto, o público-alvo são os melhores alunos de licenciatura em Engenharia Mecânica, de todo o país, mas como será sensato, o alvo preferencial é o conjunto de alunos que faz a licenciatura na FCT NOVA.

Contudo, a concorrência é forte, tanto em termos de outras universidades, no país e no estrangeiro, como a concorrência criada pelo mercado de trabalho.

É de crer, também, que se acentuará a procura por parte de alunos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. O mesmo pode acontecer com alunos de países da América Latina, do Médio Oriente e da Ásia.

A incógnita quanto ao efeito da passagem de mestrado integrado para o modelo de licenciatura mais mestrado deve ser tomada com prudência e sensatez. O formato de mestrado em banda larga em Engenharia Mecânica da FCT NOVA deve ser visto como uma solução atual adequada para a diversidade do mercado, e atendendo à capacidade formativa

instalada.

Perfil dos candidatos a recrutar

Alunos com bom desempenho de licenciatura em Engenharia Mecânica, tanto com vocação para prosseguir estudos avançados com vista a doutoramento, como com vocação para a atividade profissional em qualquer vertente da engenharia mecânica, de todo o país e dos Países de Língua Oficial Portuguesa. É assegurada a lecionação em língua inglesa de pelo menos um turno de cada unidade curricular sempre que se justifique. É considerada a entrevista como um elemento relevante na seleção, sempre que se ache adequada.

1.14. Observations:

Study cycle framework in the respective target market

Market context and target audience

The most exporting sector in Portugal is the metallurgy and metalworking, a sector where a significant number of young mechanical engineers find employment. In Europe, this sector is one of the most important too, for example, of the automotive, energy production and transport, aviation and capital goods industries. This sector is one of what the so-called industry 4.0 will make the most of, which requires universities to be vigilant, to invest - in equipment and human resources - so that they can respond to what the industry will need.

The scarcity of mechanical engineers in Europe is well known and the recognition of the professional capacity of Portuguese engineers is known, which is due to good basic scientific and technical knowledge, and good flexibility and adaptability, both personal and technical-professional.

In recent years the demand for Mechanical Engineering has grown, reaching high values in terms of entrance grade that put it in one of the most desired university courses in Portugal. This trend can be expected to continue.

Therefore, the target audience is the best undergraduate students in Mechanical Engineering, from all over the country, but as it will be sensible, the preferred target is the group of students who graduate in FCT NOVA.

However, competition is strong, both in terms of other universities, at home and abroad, as well as competition created by the labor market.

It is also to be believed that the demand for students from Portuguese-speaking countries will increase. The same can happen with students from countries in Latin America, the Middle East and Asia.

The unknown as to the effect of switching from integrated master to bachelor and master degrees should be taken with prudence and common sense. The FCT NOVA broadband master's degree in Mechanical Engineering should be seen as an adequate current solution for the market's diversity, and the actual training capacity.

Profile of candidates to recruit

Students with good performance in a degree in Mechanical Engineering, both with a vocation to pursue advanced studies, namely, to a PhD, as well as a vocation for professional activity in any aspect of mechanical engineering, from all over the country and from Portuguese speaking countries. The teaching in English of at least one shift of each course unit is guaranteed whenever justified.

The interview is considered a relevant element in the selection, whenever it is considered appropriate.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

2.1.1. Órgão ouvido:

Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

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

[2.1.2._Despachos Reitorais adaptacao assinados pelo Reitor_08-05-2020 6_MEMc.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCT NOVA

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

[2.1.2._Dec_CC_MEMc.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCT NOVA

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

[2.1.2._Dec_CP_MEMc.pdf](#)

Mapa I - Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

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

[2.1.2._Plano de Creditação_MIEMc.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:

O MEM tem como objetivo genérico permitir ao aluno a aquisição de aptidões e de competências que lhe facilitam a integração numa carreira profissional de engenharia dentro dos critérios genericamente aceites, nacional e internacionalmente, para o exercício da profissão.

A estrutura do mestrado tem como finalidade proporcionar o equilíbrio pela conjugação das capacidades de: projeto, utilização de meios computacionais, utilização de meios experimentais e de interiorização de atitude científica com vista à caracterização e à resolução de problemas.

Este curso tem também como objetivo permitir a preparação para uma evolução para o terceiro ciclo (doutoramento) em qualquer universidade.

3.1. The study programme's generic objectives:

The general purpose of MEM is to allow students to acquire skills and competences that facilitate their integration into a professional engineering career within the generally accepted criteria, nationally and internationally, for the exercise of the profession.

The structure of the master's program aims to provide balance by combining the skills of: project, use of computational means, use of experimental means and internalization of scientific attitude in order to characterize and solve problems.

This course also aims to allow the preparation for an evolution to the third cycle (PhD) at any university.

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

Conhecimento: Resolução numérica e experimental de problemas de engenharia e otimização de soluções.

Conhecimento especializado nas áreas da Eng. Mec. e em áreas complementares, que permite a análise e a formulação de projetos de resolução ou de investigação, com a utilização de meios experimentais e ou computacionais.

Aptidões: Projetar um sistema; elaborar um plano de negócios para desenvolver uma ideia empreendedora; gerir sistemas complexos; caracterizar necessidades, defini-las e elaborar o processo de resolução, com uso do conhecimento científico e de meios computacionais.

Competências: Capacidade para prosseguir para um doutoramento em Engenharia Mecânica ou em área diferente. Confere, também, competências para desenvolver atividade profissional com responsabilidade em funções de engenharia, com capacidade para a conceção, projeto, implementação, análise e manutenção de sistemas. Pensamento crítico e estruturado para abordar problemas da sociedade e para formular propostas de solução.

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

Knowledge: Numerical and experimental resolution of engineering problems and solution optimization. Specialized knowledge in the areas of Eng. Mec. and in complementary areas, which allows the analysis and formulation of resolution or investigation projects, using experimental and or computational means.

Skills: Design a system; develop a business plan to develop an entrepreneurial idea; manage complex systems; characterize needs, define them and elaborate the resolution process, using scientific knowledge and computational means.

Competences: Ability to proceed to a PhD in Mechanical Engineering or in a different area. It also provides skills to develop professional activity with responsibility in engineering functions, with the capacity for the conception, design, implementation, analysis and maintenance of systems. Critical and structured thinking to address society's problems and to formulate solution proposals.

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:

A FCT NOVA é uma instituição universitária dirigida às áreas de Ciência e de Engenharia, que tem como missão e estratégia:

a) Uma investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares, incluindo a investigação orientada para a resolução de problemas que afetam a sociedade;

b) Um ensino de excelência, com uma ênfase crescente na investigação realizada, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional;

c) Uma base alargada de participação interinstitucional voltada para a integração das diferentes culturas científicas, com vista à criação de sinergias para o ensino e para a investigação;

d) Uma prestação de serviços de qualidade, quer no plano interno, quer no plano internacional, capaz de contribuir para o desenvolvimento social e para a qualificação dos recursos humanos.

O curso de Mestrado em Engenharia Mecânica (MEM) resulta da adequação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na sequência da alteração introduzida pelo Decreto-Lei nº 65/2018 de 16 de Agosto.

Este mestrado da FCT NOVA apresenta-se por forma a consubstanciar esta estratégia, no prosseguimento da licenciatura em Engenharia Mecânica.

O MEM tem carácter de banda larga. Contudo, há quatro grupos de Unidades Curriculares (UC) – de Mecânica dos Fluidos, de Mecânica Estrutural, de Tecnologia Industrial e de Projeto de Máquinas –, que lhe confere um equilíbrio entre algum aprofundamento de matérias versus alguma flexibilidade entre grupos, porém sem conferir especialização.

No 1.º ano, o conteúdo programático é único para todos alunos. No fim do 1.º ano os alunos são seriados para que possam ser colocados num dos quatro grupos de UC, com base nos respetivos desempenhos. O tema de dissertação para cada aluno está associado ao grupo de UC em que foi colocado. No 1.º semestre do 2.º ano os alunos têm 3 UC do mesmo grupo de UC mais 2 deste grupo ou de quaisquer outros grupos, incluindo uma de área científica fora da Engenharia Mecânica. No trimestre entre os dois semestres é lecionada a UC de Empreendedorismo no 1.º ano e a Introdução à Dissertação no 2.º ano. O 4.º semestre é dedicado à Dissertação.

O designado "Perfil Curricular FCT" permite a abertura à atitude para o empreendedorismo, a qual pode mostrar-se numa perspetiva económica, da investigação, ou da perspetiva para o mercado, na qual o engenheiro tem de encontrar as soluções mais adequadas para o ciclo de vida dos produtos/processos.

Com vista a desenvolver a relação próxima docente-estudante como fator crítico de sucesso as turmas terão dimensões adequadas e será promovida a atitude de criação baseada no conhecimento científico e na capacidade de leitura da sociedade e das suas necessidades.

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:

FCT NOVA is an institution dedicated to the areas of Science and Engineering, whose mission and strategy are:

- a) Competitive research at the international level, favoring interdisciplinary areas, including research aimed at solving problems that affect society;*
- b) Excellent teaching, with an increasing emphasis on research, carried out by competitive academic programs at national and international level;*
- c) A broad base of interinstitutional participation aimed at the integration of different scientific cultures, with a view to creating synergies for teaching and research;*
- d) Provision of quality services, both internally and internationally, capable of contributing to social development and the qualification of human resources.*

The Master's course in Mechanical Engineering (MEM) results from the adequacy of the Integrated Master in Mechanical Engineering following the change introduced by Decree-Law No. 65/2018 of 16 August.

This master's degree from FCT NOVA is presented in order to consolidate this strategy, in the continuation of the bachelor in Mechanical Engineering.

MEM has a broadband character. However, there are four groups of Curricular Units (UC) - Fluid Mechanics, Structural Mechanics, Industrial Technology and Machine Design -, which gives a balance between some deepening of subjects versus some flexibility between groups, but without giving specialization.

In the 1st year, the syllabus is unique for all students. At the end of the 1st year, students are ranked so that they can be placed in one of the four UC groups, based on their respective performances. The dissertation theme for each student is associated with the UC group in which it was placed. In the 1st semester of the 2nd year, students have 3 UC from the same UC group plus 2 from this group or any other groups, including one from the scientific area outside Mechanical Engineering. In the quarter between the two semesters, the Entrepreneurship UC is taught in the 1st year and the Introduction to Dissertation in the 2nd year. The 4th semester is dedicated to the Dissertation.

The so-called FCT Curricular Profile allows the opening to the attitude towards entrepreneurship, which can show itself in an economic, research, or market perspective, in which the engineer has to find the most appropriate solutions for the life cycle of products / processes.

In order to develop the close teacher-student relationship as a critical success factor, the classes will have adequate dimensions and an attitude of creation based on scientific knowledge and the ability to read society and its needs will be promoted.

4. Desenvolvimento curricular

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

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

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

<sem resposta>

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

Mapa II -**4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****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
Ciências de Engenharia / Engineering Sciences	CE	12	0	
Engenharia Mecânica / Mechanical Engineering	EMc	63	21	
Engenharia Industrial / Industrial Engineering	EI	6	0	
Matemática / Mathematics	M	12	0	
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area	QAC	0	6	
(5 Items)		93	27	

4.3 Plano de estudos**Mapa III - - 1.º Ano / 1st Year****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano / 1st Year***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 (5)
Teoria de Sistemas / Systems Theory	CE	Semestre 1/Semester1	168	TP:28; PL:28	6	
Órgãos de Máquinas I / Machine Elements I	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:63	6	
Tecnologias de Enformação Plástica / Metal Forming Technology	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:63	6	
Tópicos Avançados em Mecânica dos Fluidos / Advanced Topics in Fluid Mechanics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:63	6	
Introdução à Investigação Operacional / Introduction to Operations Research	M	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	
Empreendedorismo / Entrepreneurship	EI	Trimestre 2/Quarter2	80	TP:45	3	
Automação / Automation	CE	Semestre 2/Semester2	168	T:28; PL:28	6	
Projeto de Máquinas / Machine Design	EMc	Semestre 2/Semester2	168	TP:70	6	
Teoria e Metodologias de Projeto / Design Theory and Methodologies	EMc	Semestre 2/Semester2	168	TP:56	6	
Métodos Numéricos para Engenharia / Numerical Methods for Engineering	M	Semestre 2/Semester2	168	T:28; PL:28	6	
Análise Económica e Financeira de Investimentos / Economic and Financial Analysis of Investments	EI	Semestre 2/Semester2	84	TP:28	3	
(11 Items)						

Mapa III - - 2.º Ano / 2nd Year**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2.º Ano / 2nd Year***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)
Opção A / Option A	EMc	Semestre 1/Semester1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Para preencher opções A,B,C,e 1,terá de escolher 1 dos grupos de opções descritos no quadro seguinte
Opção B / Option B	EMc	Semestre 1/Semester1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	To fill options A,B,C, and 1,students must choose 1 of the option groups described in the next table
Opção C / Option C	EMc	Semestre 1/Semester1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Para preencher opções A,B,C,e 1,terá de escolher 1 dos grupos de opções descritos no quadro seguinte
Opção 1 / Option 1	EMc	Semestre 1/Semester1	84	depende da UC escolhida / dependent of choice	3	To fill options A,B,C, and 1,students must choose 1 of the option groups described in the next table
Unidade Curricular do Bloco Livre B / Unrestricted Elective B	QAC	Semestre 1/Semester1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Introdução à Dissertação / Introduction to Dissertation	EMc	Semestre 1/Semester1	84	OT: 21	3	
Dissertação em Engenharia Mecânica / Dissertation in Mechanical Engineering	EMc	Semestre 2/Semester2	840	OT: 42	30	

(7 Items)

Mapa III - - 2.º Ano - Grupo de Opções A, B, C e 1 - Mecânica dos Fluidos / 2nd Year - Option Group 1, 2, 3 and 4**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2.º Ano - Grupo de Opções A, B, C e 1 - Mecânica dos Fluidos / 2nd Year - Option Group 1, 2, 3 and 4***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)
Mecânica dos Fluidos Computacional / Computational Fluid Mechanics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção A / Option a
Climatização e Refrigeração / Air Conditioning and Refrigeration	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção B / Option B
Máquinas Hidráulicas / Hydraulic Machines	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção C / Option C
Máquinas Térmicas / Thermal Machines	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Processos Avançados de Fabrico e Ensaio não Destrutivos / Advanced Manufacturing Processes and Non-Destructive Testing	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1

Produção Assistida por Computador / Computer Aided Production	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Sistemas de Produção / Manufacturing Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Métodos Experimentais em Engenharia Mecânica / Experimental Methods in Mechanical Engineering	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção 1 / Option 1
Tópicos Avançados em Mecânica Estrutural / Advanced Topics in Structural Mechanics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Análise de Condição de Sistemas Mecânicos / Conditioning Analysis of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Órgãos de Máquinas II / Machine Elements II	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção 1 / Option 1
Toleranciamento de Sistemas Mecânicos / Tolerancing of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Sistemas Mecânicos de Transmissão / Mechanical Transmission Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Energia e Ambiente / Energy and the Environment	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Aerodinâmica / Aerodynamics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Eficiência Energética / Energy Efficiency	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Dinâmica de Sistemas Mecânicos / Dynamics of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1

(17 Items)

Mapa III - - 2.º Ano - Grupo de Opções A, B, C e 1 - Tecnologia Industrial / 2nd Year -Option Group 1, 2, 3 and 4

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano - Grupo de Opções A, B, C e 1 - Tecnologia Industrial / 2nd Year -Option Group 1, 2, 3 and 4

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)
Métodos Computacionais em Engenharia Mecânica / Computational Methods in Mechanical Engineering	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção A / Option A
Processos Avançados de Fabrico e Ensaio não Destrutivos / Advanced Manufacturing Processes and Non-Destructive Testing	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção B / Option B
Produção Assistida por Computador / Computer Aided Production	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção C / Option C
Sistemas de Produção / Manufacturing Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Climatização e Refrigeração/ Air Conditioning and Refrigeration	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Máquinas Hidráulicas/ Hydraulic Machines	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Máquinas Térmicas/ Thermal Machines	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Métodos Experimentais em Engenharia Mecânica / Experimental Methods in Mechanical Engineering	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção 1 / Option 1
Tópicos Avançados em Mecânica Estrutural / Advanced Topics in Structural Mechanics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Análise de Condição de Sistemas Mecânicos / Conditioning Analysis of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Órgãos de Máquinas II / Machine Elements II	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção 1 / Option 1
Toleranciamento de Sistemas Mecânicos / Tolerancing of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Sistemas Mecânicos de Transmissão / Mechanical Transmission Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Energia e Ambiente / Energy and the Environment	EMc	Semestre	168	TP:56	6	Opção 1 /

			1/Semester1			Option 1
Aerodinâmica / Aerodynamics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Eficiência Energética / Energy Efficiency	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Dinâmica de Sistemas Mecânicos / Dynamics of Mechanical Systems (17 Items)	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1

Mapa III - - 2.º Ano - Grupo de Opções A, B, C e 1 - Mecânica Estrutural / 2nd Year - Option Group 1, 2, 3 and 4

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano - Grupo de Opções A, B, C e 1 - Mecânica Estrutural / 2nd Year - Option Group 1, 2, 3 and 4

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)
Métodos Computacionais em Engenharia Mecânica / Computational Methods in Mechanical Engineering	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção A / Option A
Métodos Experimentais em Engenharia Mecânica / Experimental Methods in Mechanical Engineering	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção B / Option B
Tópicos Avançados em Mecânica Estrutural / Advanced Topics in Structural Mechanics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção C / Option C
Análise de Condição de Sistemas Mecânicos / Conditioning Analysis of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Climatização e Refrigeração/ Air Conditioning and Refrigeration	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Máquinas Hidráulicas/ Hydraulic Machines	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Máquinas Térmicas/ Thermal Machines	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Processos Avançados de Fabrico e Ensaio não Destrutivos / Advanced Manufacturing Processes and Non-Destructive Testing	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Produção Assistida por Computador / Computer Aided Production	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Sistemas de Produção / Manufacturing Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Órgãos de Máquinas II / Machine Elements II	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção 1 / Option 1
Toleranciamento de Sistemas Mecânicos / Tolerancing of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Sistemas Mecânicos de Transmissão / Mechanical Transmission Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Energia e Ambiente / Energy and the Environment	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Aerodinâmica / Aerodynamics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Eficiência Energética / Energy Efficiency	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Dinâmica de Sistemas Mecânicos / Dynamics of Mechanical Systems (17 Items)	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1

Mapa III - - 2.º Ano - Grupo de Opções A, B, C e 1 - Projeto de Máquinas / 2nd Year - Option Group 1, 2, 3 and 4

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*2.º Ano - Grupo de Opções A, B, C e 1 - Projeto de Máquinas / 2nd Year - Option Group 1, 2, 3 and 4***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)
Métodos Computacionais em Engenharia Mecânica / Computational Methods in Mechanical Engineering	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção A / Option A
Órgãos de Máquinas II / Machine Elements II	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção B / Option B
Toleranciamento de Sistemas Mecânicos / Tolerancing of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção C / Option C
Sistemas Mecânicos de Transmissão / Mechanical Transmission Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Climatização e Refrigeração/ Air Conditioning and Refrigeration	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Máquinas Hidráulicas/ Hydraulic Machines	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Máquinas Térmicas/ Thermal Machines	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Processos Avançados de Fabrico e Ensaio não Destrutivos / Advanced Manufacturing Processes and Non-Destructive Testing	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Produção Assistida por Computador / Computer Aided Production	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Métodos Experimentais em Engenharia Mecânica / Experimental Methods in Mechanical Engineering	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Opção 1 / Option 1
Tópicos Avançados em Mecânica Estrutural / Advanced Topics in Structural Mechanics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Análise de Condição de Sistemas Mecânicos / Conditioning Analysis of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Sistemas de Produção / Manufacturing Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	84	TP:42	3	Opção 1 / Option 1
Energia e Ambiente / Energy and the Environment	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Aerodinâmica / Aerodynamics	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Eficiência Energética / Energy Efficiency	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1
Dinâmica de Sistemas Mecânicos / Dynamics of Mechanical Systems	EMc	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	Opção 1 / Option 1

(17 Items)**4.4. Unidades Curriculares****Mapa IV - Teoria de Sistemas****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Teoria de Sistemas***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Systems Theory***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CE***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168*

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:**

6

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):*Fernando José Almeida Vieira do Coito – TP:56***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Bruno Guerreiro – PL:84***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Inculzir no estudante capacidades de iniciativa, espírito crítico, autonomia e concretização. O estudante adquire capacidades de: domínio de conceitos e ferramentas analíticas para análise de sistemas dinâmicos lineares e projetar a sua integração em sistemas de controlo por retroação.**Objetivos:**Saber*

- *Conceitos fundamentais em análise do comportamento no tempo e na frequência de sistemas dinâmicos lineares SISO*

- *Domínio das ferramentas analíticas para projecto de sistemas de controlo por retroação*

- *Conceitos básicos de ferramentas computacionais para análise de sistemas SISO e projeto de sistemas de controlo*

Fazer

- *Modelação de problemas de análise de sistemas lineares SISO*

- *Desenvolvimento de projeto de sistemas de controlo por retroação de sistemas lineares SISO*

- *Utilização de ferramentas computacionais para apoio à sua resolução*

Soft-Skills / Soft Skills

- *Aprender a trabalhar em grupo, de forma colaborativa*

- *Rigor e capacidade analítica*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The course aims to instill in the student skills of initiative, critical thinking, autonomy and achievement. The student acquires the following skills: mastery of concepts and analytical tools for analysis of linear dynamic systems and design their integration into feedback control systems.**Objectives:**To know*

- *Fundamental concepts in time and frequency behavior analysis of SISO linear dynamic systems*

- *Mastery of the fundamental tools for the design of feedback control systems, considering specifications of behavior in time and / or frequency.*

- *Basic concepts of computational tools for SISO system analysis and control system design.*

To do

- *Modeling SISO linear system analysis problems*

- *Design development of SISO linear feedback control systems according to given specifications*

- *Use of computational tools to support its resolution*

Soft-Skills / Soft Skills

- *Learn to work in groups collaboratively*

- *Accuracy and analytical ability*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*1. Introdução aos sistemas dinâmicos:**1.1. Introdução aos sinais e aos sistemas**1.2. Alguns sinais de teste**1.3. Propriedades dos sistemas.**1.4 Introdução aos sinais e sistemas a tempo discreto.**2. Principais conceitos Matemáticos:**Transformada de Laplace: Definição e Propriedades. Transformada Laplace inversa.**3. Comportamento de sistemas dinâmicos:**3.1. Sistemas de 1ª ordem**3.2. Sistemas de 2ª ordem**3.3. Sistemas de ordem superior**4. Estudo de sistemas de controlo no domínio do tempo:*

- 4.1. Retroação e Seguimento
- 4.2. Estabilidade.
- 4.3. Controladores PID
5. Estudo de sistemas de controlo no domínio da frequência:
 - 5.1. Resposta em frequência e diagramas de Bode
 - 5.2. A relação entre a resposta em frequência e o comportamento dos sistema; Especificações de sistemas de controlo
 - 5.3. Critério de Nyquist
 - 5.4. Os conceitos de Margem de Ganho e de Fase.

4.4.5. Syllabus:

1. Introducing dynamic systems:
 - 1.1. Introduction
 - 1.2. Relevant test signals
 - 1.3. System properties (linearity, time invariance, causality)
 - 1.4. Dynamic systems 1.5 Introduction to the discrete-time signals and systems.
2. Mathematics:
 - 2.1. Complex numbers
 - 2.2. Laplace transform
3. Time analysis:
 - 3.1. First order systems
 - 3.2. Second order systems
 - 3.3. Higher order systems
4. Control systems in the time domain:
 - 4.1. Feedback
 - 4.2. Set-point tracking
 - 4.3. Stability.
 - 4.4. PID controllers
5. Control systems in the frequency domain:
 - 5.1. Frequency behavior and Bode diagrams
 - 5.2. The relationship between time and frequency; Control system specifications
 - 5.3. Nyquist criterion
 - 5.4. Gain and phase margins

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

Os estudantes apreendem num semestre um conjunto de ferramentas analíticas numa sequência lógica semelhante ao processo da resolução de um problema de controlo: modelação, análise, especificação, projeto e validação.

O programa proposto pretende ir gradualmente desde a introdução aos sinais e sistemas à utilização prática de sistemas lineares. A sequência de conteúdos programáticos segue uma linha lógica muito direta, que se pode dividir nas seguintes fases:

*Introdução aos conceitos fundamentais de sinais e sistemas;
Transformada de Laplace e sua aplicação;
Desenvolvimento de um modelo da instalação a partir da física do problema;
Compreensão e análise da dinâmica da instalação;
Especificação do desempenho desejado;
Técnicas de desenvolvimento dos sistemas de controlo;*

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

In a semester students are acquainted to a set of analytical tools in a logical sequence similar to the process of solving a control problem: modeling, analysis, specification, design and validation.

The proposed program aims to move gradually from the introduction of signals and systems to the practical use of linear systems. The sequence of syllabus follows a very straightforward logical line, which can be divided into the following phases:

- *Introduction to fundamental concepts of signals and systems;*
- *Laplace transform and its application;*
- *Development of a model of the installation from the physics of the problem;*
- *Comprehension and analysis of installation dynamics;*
- *Specification of desired performance;*
- *Techniques for developing control systems;*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Uc está organizada em aulas TL e aulas de PL. Semanalmente, as aulas estão estruturadas como uma unidade, em que os conceitos são introduzidos na aula TP, onde são aplicados de um ponto de vista analítico. Na aula prática o domínio e aplicação dos conceitos é completado, através de trabalhos práticos. Cada conjunto de aula teórico-prática+prática-laboratorial visa a compreensão de um tema.

A avaliação tem duas componentes: Teórico-prática (TP) e Laboratorial (L). A aprovação pode ser obtida através de

testes (2 testes com igual peso) ou por exame final.

Tanto os testes como o exame avaliam ambas as componentes (TP:75% e L:25%) A avaliação da componente L será baseada nos trabalhos propostos para as aulas de laboratório.

No final de cada aula prática será realizado um questionário sobre a atividade realizada na aula. Os alunos que responderem aos questionários nas aulas ficam dispensados de responder à componente laboratorial dos testes correspondentes, o mesmo sucedendo com o exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is organized in TP classes and PL classes. Each week, the classes are structured as a unit, in which the concepts are introduced in the theoretical-practical class, where they are applied from an analytical point of view. In PL class the comprehension and use of concepts is completed through practical work. Each set of theoretical-practical+laboratory-practical classes aims at understanding a theme. The evaluation has two components: Theoretical-practical (TP) and Laboratory (L). Approval can be obtained through tests (2 tests of equal weight) or by final exam. Both the tests and the exam evaluate both components (TP:75% and L:25%). The evaluation of component L will be based on the work proposed for laboratory classes. At the end of each practical class there will be a questionnaire over the activity performed in class. Students who answer the questionnaires in class are exempt from answering the laboratory component of the corresponding tests, and the same applies on the exam.

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

A disciplina pretende assegurar aos estudantes a compreensão e capacidade de usar um conjunto de ferramentas analíticas essenciais à actividade de um engenheiro. Pretende-se também que os estudantes dominem as principais ferramentas computacionais, usadas para análise e projeto em controlo de sistemas dinâmicos.

Estes objetivos são realizados através de três fases de aprendizagem

- 1. Os estudantes são confrontados com os conceitos e ferramentas analíticas. Usa-se uma abordagem construtiva, utilizando recursivamente conceitos já adquiridos para a elaboração de novo conhecimento.*
- 2. Os estudantes são confrontados com a necessidade de usarem os novos conhecimentos e capacidades para a resolução de problemas, com o apoio do docente.*
- 3. Os estudantes realizam, autonomamente, actividades destinadas a consolidar a compreensão dos temas e a habilitá-los a resolver problemas reais.*

Cada um dos temas tratados na disciplina é apreendido através deste processo, conduzindo o estudante através de um percurso compreensão – aplicação, essencial no estudo e desenvolvimento de sistemas de controlo.

A componente analítica inerente aos temas tratados induz a necessidade de rigor na resolução dos problemas. A realização de actividade de projeto leva o estudante a perceber a importância prática do rigor analítico requerido.

A realização de actividade experimental induz no estudante a aquisição de competências tanto analíticas, como computacionais, realçando a sua interdependência.

Uma parte do esforço exigido pela disciplina é realizado como trabalho colaborativo ou em grupo.

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

The course aims to ensure students the understanding and ability to use a set of analytical tools essential to the activity of an engineer. It is also intended that students master the main computational tools used for analysis and design in dynamic systems control.

These objectives are achieved through three stages of learning.

- 1. Students are confronted with analytical concepts and tools. A constructive approach is used, recursively using concepts already acquired for the elaboration of new knowledge.*
- 2. Students are confronted with the need to use new knowledge and problem-solving skills with the support of the teacher.*
- 3. Students independently undertake activities aimed at consolidating understanding of the subjects and enabling them to solve real problems.*

Each of the subjects covered in the course is learned through this process, leading the student through an understanding - application path, essential in the study and development of control systems.

The analytical component inherent to the topics addressed induces the need for rigor in problem solving. The completion of project activity leads the student to realize the practical importance of the required analytical rigor.

The performance of experimental activity induces in the student the acquisition of both analytical and computational skills, emphasizing their interdependence.

Part of the effort required by the discipline is done as collaborative or group work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia recomendada/ Recommended reading:

- Franklin;-- Powell;-- Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley*

Bibliografia alternativa/Alternative Bibliography:

- *B. J. Kuo, Automatic Control Systems, Prentice-Hall*
 - *Katsyhiko Ogata, Modern Control Engineering, Prentice-Hall*
 - *Katsyhiko Ogata, System Dynamics, Prentice-Hall*
- Aulas teórico-práticas e Aulas de prática-laboratorial:*
- *Folhas cobrindo todo o programa, incluindo para cada semana:*
 - *Introdução aos conceitos e sua aplicação*
 - *Trabalhos de Laboratório*
 - *Colecção de Problemas*

Theoretical-practical classes and Laboratory-practical classes:

- *Document covering the whole syllabus, including for each week:*
- *Introduction to concepts and their application*
- *Laboratory Works*
- *Problem Collection*

Mapa IV - Órgãos de Máquinas I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Órgãos de Máquinas I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Machine Elements I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:63

4.4.1.6. ECTS:

6

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):

Alberto José Antunes Marques Martinho – TP: 84

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

António Gabriel Santos – TP:42

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- *Compreender o funcionamento das máquinas através da observação dos órgãos de máquinas que a constituem.*
- *Ser capaz de escolher e caracterizar os órgãos de máquinas adequados a determinada aplicação.*
- *Conhecer alguns arranjos típicos de órgãos de máquinas.*

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

At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and competences that allow him to:

- *Understand the operation of machines through observation of the machine elements that constitute it.*
- *Be able to choose and characterize the machine elements suitable for a particular application.*

- Know some typical arrangements of machine elements.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Morfologia, terminologia, dimensionamento e normalização de: ligações aparafusadas, rebitadas, soldadas e coladas; parafusos de transmissão; ligações enchavetadas; molas; chumaceiras de rolamento; veios e uniões; embraiagens e freios; transmissões por rodas de atrito e por correias planas e trapezoidais.

4.4.5. Syllabus:

Morphology, terminology, sizing and standardization of: bolted, riveted, welded and adhesive joints; screw transmission; keyed connections; springs; rolling bearings; shafts and joints; clutches and brakes; friction wheel and flat and V-belt drives.

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

O programa da disciplina relaciona-se com as características gerais e com o dimensionamento dos principais órgãos de máquinas. Nessas condições o aluno desenvolve competências que lhe permitem compreender o funcionamento das máquinas por observação dos órgãos de máquinas que as integram. O dimensionamento possibilita a caracterização consistente dos órgãos de máquinas de certo equipamento.

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

The syllabus of the course is related to the general characteristics and the dimensioning of the main machine elements. Under these conditions the student develops skills that allow him to understand the operation of the machines by observing the machine elements that integrate them. Dimensioning enables consistent characterization of the machine elements of certain equipment.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

No primeiro contacto com as matérias utiliza-se o método expositivo, muitas vezes complementado com a apresentação de exemplares de órgãos de máquinas (aproximadamente 2/5 do tempo de aulas).

Numa segunda fase são propostos problemas, muitas das vezes relacionados com aplicações reais de órgãos de máquinas, os quais são resolvidos em aula pelos alunos com o apoio do docente (aproximadamente 3/5 do tempo de aulas).

O aluno pode realizar a disciplina por avaliação contínua ou por exame final, sendo a avaliação contínua obtida pela realização de testes teórico-práticos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

First expository method is used, often complemented with the presentation of machine elements (approximately 2/5 of the class time).

In a second phase problems are proposed, often related to real applications of machine elements, which are solved in class by the students with the support of the teacher (approximately 3/5 of the class time).

The student can take the course by continuous assessment or final exam. Continuous assessment is obtained by performing theoretical and practical tests.

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

A apresentação teórica, os exemplos de aplicação e a resolução de problemas – muitos dos quais de aplicações reais –, conferem ao aluno conhecimentos consistentes com a identificação e o dimensionamento de órgãos de máquinas.

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

The theoretical presentation, application examples and problem solving - many of them of real applications - give to the student knowledge consistent with the identification and dimensioning of the machine elements.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. E. Shigley e C. R. Mischke, Mechanical Engineering Design (6th edition). McGraw-Hill, 2001.

C. Moura Branco e outros, Projecto de Órgãos de Máquinas. Fundação Calouste Gulbenkian, 2005.

Veiga da Cunha, Desenho Técnico. Fundação Calouste Gulbenkian.

L. O. Faria, Órgãos de Máquinas I. AEIST, 1959.

A. J. A. M. Martinho, Órgãos de Máquinas I. DEMI - FCT / UNL, 2011 (versão v31).

Mapa IV - Tecnologias de Enformação Plástica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Tecnologias de Enformação Plástica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Metal Forming Technology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EMc***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:63***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:****4.4.1.7. Observations:****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Telmo Jorge Gomes dos Santos (Regente) – TP:63***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Miguel Araújo Machado – TP:63***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- Aplicar os fundamentos teóricos da deformação plástica aos processos de fabrico;*
- Fazer o cálculo de processo com os métodos de análise;*
- Selecionar os processos de fabrico em casos práticos;*
- Otimizar os parâmetros dos processos de fabrico;*
- Prever e evitar o aparecimento de defeitos;*
- Propor inovações tecnológicas no âmbito das novas tendências industriais e do estado da arte, nomeadamente para uma maior eficiência energética, um menor impacto ambiental e visando a criação de novos produtos.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*By the end of the Curricular Unit the students will be able to:*

- Apply the plasticity theory to manufacturing processes;*
- Apply the methods of analysis;*
- Select the manufacturing processes;*
- Optimize the process parameters;*
- Predict and avoid of defects;*
- Propose technological innovations for energy efficiency, lower environmental impact and new products production.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I-Aspetos teóricos (7 Semanas)**1.1)Revisão da Elasticidade**

- Tensor das tensões, tensões e direções principais, invariantes
- Tensor desviador, tensões octaedrais
- Círculo de Mohr, lei de Hooke

1.2)Plasticidade

- Curva tensão-extensão, tensão efetiva, energia elástica de distorção
- Critérios de plasticidade, espaço Haigh–Westergaard
- Trabalho plástico
- Equações constitutivas (Levy-Mises)
- Noção de potencial plástico, lei de escoamento

1.3)Aspetos fenomenológicos de plasticidade

- Ensaaios mecânicos, propriedades de materiais
- Anisotropia, encruamento, efeito Bauschinger
- Modelos tensão-extensão
- Efeito da temperatura e velocidade

1.4)Métodos de análise

- Energia Uniforme
- Limite Superior
- Fatia Elementar

Parte II–Processos de Fabrico (7 Semanas)**2.1) Na chapa e na massa**

Forjamento, Laminagem, Extrusão, Trefilagem, Quinagem, Calandragem, Perfilagem, Estampagem, Fluotorneamento

2.2) Outros processos**4.4.5. Syllabus:****Part 1–Theoretical aspects (7 weeks)****1.1) Revision of Elasticity**

- Tensor stress, principal stresses/directions, invariants
- Deviator tensor, normal, shear and octahedral stresses
- Mohr's plane, Hooke's Law

1.2) Plasticity

- Stress-strain curve, Effective stress, Elastic energy of distortion
- Yield criteria and Haigh–Westergaard stress space
- Plastic work concept
- Constitutive equations (Levy-Mises)
- Plastic flow law, plastic potential concept

1.3) Phenomenological aspects of plasticity

- Mechanical testing, material properties
- Anisotropy, Strain hardening, Bauschinger effect
- Empirical stress-strain relations
- Temperature and strain rate

1.4) Methods of analysis:

- Uniform energy method
- Slab method
- Upper bound method

Part 2-Manufacturing processes (7 weeks)**2.1) Bulk and Sheet metal forming**

Forging, Rolling, Extrusion, Drawing and tube drawing, Bending, Roll bending, Roll forming, Deep Drawing, Stretch-forming process, Spinning

2.2) Other manuf. proc**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O programa da UC, composto por duas partes principais com a duração de 7 semanas cada, permite apresentar aos alunos os fundamentos teóricos da deformação plástica, e a sua aplicação prática nos diferentes processos de fabrico.

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

The program of the CU consists of two main parts lasting 7 weeks each. This allows presenting the students the theoretical fundamentals of plastic deformation and its practical application in different manufacturing processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas apresenta-se e explica-se os conceitos fundamentais. A escrita presencial (quadro) é privilegiada pois a flexibilidade e ritmo resultantes facilitam a apreensão. Recorre-se ainda a outros meios áudio-visuais, tais como slides e vídeos. Para uma parte significativa dos processos de fabrico existem slides com suporte áudio, replicando a explicação presencial, destinados a auto-estudo.

São resolvidos problemas práticos de deformação plástica e analisados diferentes casos de estudo de processos de fabrico. Estas atividades privilegiam a autonomia e a capacidade de análise do aluno.

Avaliação:

Avaliação contínua:

1 Trabalho Individual (30%) + 2 Testes (35% + 35%)

(Condição: Nota trabalho > 10.0 Valores)

Exame:

Exame final sem condição de acesso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

During classes the teacher introduces the main concepts. Assorted means are used as visual aids. Blackboard writing is given preference as resulting rhythm is more adequate for apprehension. When adequate audio-visual means are used, such as slides and videos. For a large manufacturing processes, audio supported slides are available which replicate the classroom presentation. These slides are provided to enhance autonomous study.

Students are confronted with the need to solve practical problems and to analyse different case studies. These activities target autonomous and team work.

Evaluation:

Continuous evaluation:

1 Individual Work (30%) + 2 tests (35% + 35%)

(Condition: grade of Individual Work > 10.0 values)

Exam:

Final exam without access condition.

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

Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto, que é aprofundado do ponto de vista das suas aplicações práticas.

Os exercícios propostos em fichas de exercícios e na avaliação teórica cobrem a matéria dada exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos teóricos, exercitando a sua utilização em diferentes aplicações industriais. Com a resolução dos problemas os estudantes desenvolvem a capacidade para analisar e aplicar os conhecimentos em problemas reais envolvendo processos tecnológicos de deformação plástica.

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

The students acquire the theoretical knowledge of the syllabus attending the lectures and apply it in practical industrial applications.

The exercises proposed in the classes and assessment tests cover the subjects taught, requiring the students to understand the theoretical concepts, exercising its use in different industrial applications.

During practical problems, students develop the ability to analyze and apply the knowledge to real problems involving technological processes of plastic deformation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia principal:

Tecnologia Mecânica: Tecnologia da Deformação Plástica, Vol. I e Vol. II, J. Rodrigues, Paulo Martins, Escolar Editora.

Documentação própria de apoio às aulas (em forma de slides).

Bibliografia complementar:

- Fundamentals of Modern manufacturing - Materials Processes and Systems, Mikell P. Groover, John Wiley & Sons.

- Manufacturing Engineering and Technology, Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid, Prentice Hall.

- Manufacturing Processes for Engineering Materials, Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid, Prentice Hall.

- *Introduction to Manufacturing Processes, John A. Schey, MCGRAW-HILL.*

Mapa IV - Tópicos Avançados em Mecânica dos Fluidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tópicos Avançados em Mecânica dos Fluidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Topics in Fluid Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:63

4.4.1.6. ECTS:

6

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):

Daniel Cardoso Vaz (Regente) - TP:126

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

Diana Filipa da Conceição Vieira - TP:63

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

Conhecer o significado físico e atingir destreza na manipulação das equações diferenciais que regem os escoamentos. Saber interpretar e expressar resultados na forma adimensional (não apenas em mecânica dos fluidos. Compreender a problemática da similitude na modelação de situações de interesse prático.

Conhecer e saber aplicar ferramentas teóricas apropriadas a distintos regimes ou regiões dos escoamentos: parâmetros integrais de camada limite; equações diferenciais simplificadas; efeitos de gradientes de pressão; coeficientes de pressão, arrasto e sustentação.

Estudar quantitativamente os escoamentos compressíveis. Conhecer o fenómeno de choking, a operação de tubeiras convergentes-divergentes, as ondas de choque.

Saber resolver problemas da mecânica dos fluidos quer no âmbito da engenharia mecânica quer no da Eng. em geral. Desenvolver capacidades de: processamento de informação, autonomia, resolução de problemas a nível de engenharia, aplicação do conhecimento a novas situações.

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

Understand the physics underlying the flow differential equations, and master their manipulation.

Know to interpret and express results in dimensionless form parameters (not just in fluid mechanics). To understand the problem of similarity in the modelling of situations of practical interest.

Have knowledge of theoretical tools and their application to different flow regimes or regions: integral boundary-layer parameters; simplified differential equations; effects pressure gradients; pressure, drag and lift coefficients.

Study, quantitatively, compressible flows. Know the choking phenomenon, the operation of converging-divergent nozzles, shock waves.

Be able to solve fluid-related problems in mechanical engineering, or in Engineering at large.

Develop capacities of: information processing, autonomous work and self-learning, problem solving at the engineering level, application of knowledge to new situations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 – *Equações diferenciais de conservação de massa e de quantidade de movimento linear. As equações de Navier-Stokes para escoamentos newtonianos e de Euler para escoamentos invíscidos. Significado físico dos termos. Adimensionalização destas equações.*
- 2 – *Análise dimensional. Teorema de Buckingham. Números adimensionais. Similitude, modelação e limitações.*
- 3 – *Escoamentos de camada limite. Teoria de camada limite de Prandtl. Efeito do número de Reynolds e da geometria; Análise integral de von Kármán. Solução exata de Blasius. Estrutura da camada limite turbulenta. Efeitos do gradiente de pressão. Separação; método de Thwaites.*
- 4 – *Escoamento compressível. Escoamento isentrópico e adiabático. Variação da área de passagem e Choking. Onda de choque normal. Escoamento supersónico bidimensional: cone de Mach, onda de choque oblíqua, ondas de expansão de Prandtl-Meyer.*

4.4.5. Syllabus:

- 1 – *Differential equations of mass and momentum conservation. The Navier-Stokes equations for newtonian flows and Euler equations for inviscid flows. Dimensionless forms of these equations.*
- 2 – *Dimensional analysis. Buckingham pi theorem. Dimensionless numbers. Similitude, modelling and its pitfalls.*
- 3 – *Boundary layer flows. Prandtl's boundary layer theory. Geometry and Reynolds number effects; Integral analysis of von Kármán. Blasius' exact solution. The structure of the turbulent boundary layer. Pressure gradient effects. Separation; Thwaites method.*
- 4 – *Compressible flows. Isentropic and adiabatic flows. Variable passage area and Choking. Normal shock wave. Bidimensional supersonic flows: Mach cone, oblique shock wave, Prandtl-Meyer expansion fans.*

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

De acordo com os objetivos da unidade curricular, procede-se a uma abordagem mais profunda de tópicos específicos de Dinâmica dos Fluidos. A obtenção e simplificação das equações diferenciais (em particular as de Navier-Stokes) permite ao estudante caracterizar escoamentos ao nível local (diferencial). A adimensionalização das equações dá o mote para o capítulo 2 onde a importância dos números adimensionais é sublinhada discutindo casos práticos de modelação. O capítulo 1 também serve de base ao capítulo 3, particularizando as equações para a camada limite. A teoria da camada limite permite uma abordagem integrada da influência da viscosidade e da eventual turbulência nas zonas dos escoamentos em que os seus efeitos são importantes. No último capítulo, são abordados os escoamentos compressíveis, quer subsónicos, quer supersónicos.

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

In line with the CU's objectives, specific topics of fluid dynamics are approached more in-depth. The derivation and simplification of the differential equations (particularly the Navier-Stokes equations) allow the student a local (differential) description of flows. The non-dimensionalization of the equations leads the way to chapter 2 in which the importance of non-dimensional numbers is underlined by discussing modelling case-studies. Chapter 1 also lays the basis for chapter 3, in which the equations are particularized for the boundary layer. The boundary layer theory allows an integrated approach of the influence of viscosity and possible turbulence in those regions of a flow where their effects are important. In the last chapter, compressible flows, both subsonic and supersonic, are discussed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A exposição da matéria é feita nas aulas teórico-práticas seguindo-se imediatamente a proposta e discussão pelo docente de problemas de aplicação prática, resolvidos de seguida pelos alunos. A certa altura do semestre, os alunos realizam, em grupo, um trabalho laboratorial. A avaliação é efetuada através de 2 mini-testes ao longo do semestre ou por um exame final, e inclui ainda a classificação do trabalho laboratorial.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The study-matter is presented in the theoretical-exercise-solving classes, followed immediately by the statement and discussion, by the professor, of problems of practical application, which are then solved by the students. At a certain point of the semester, the students carry out a laboratory work, in group. Assessment is done through two tests along the semester (or by final exam) and includes also the classification attained in the laboratorial work.

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

Os objetivos pedagógicos incluem: a aquisição de conhecimentos e a aplicação destes conhecimentos a novas situações. Os exercícios ajudam os alunos: a desenvolverem o raciocínio, a aplicarem conceitos, a consolidar os conceitos recém-ministrados, culminando no domínio da matéria em estudo. O trabalho experimental permite consolidar os objetivos pedagógicos enunciados e, adicionalmente, permite que os alunos percebam que os resultados experimentais envolvem incertezas. Facilita o domínio das matérias estudadas e desenvolve ainda competências de trabalho em equipa. A avaliação contínua promove um estudo também contínuo. No seu estudo os alunos têm oportunidade de exercitarem e refinarem os seus métodos de trabalho individual e de grupo.

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

The pedagogical objectives include: the acquisition of knowledge and the application of this knowledge to new situations.

The exercises help students: develop reasoning, apply concepts, and strengthen the recently-taught concepts, thus resulting in domain of the study-matters.

The experimental work allows to secure the stated pedagogical objectives and, in addition, allows the students to perceive that the experimental results involve uncertainties. It facilitates the proficiency of the study matters and also develops teamwork skills.

Continuous evaluation promotes a continuous study.

In their study students have the opportunity to exercise and refine their individual and group work methods.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- White, F. M., "Fluid Mechanics", McGraw-Hill (4th ed., 2002).

- Oliveira, L. A. e Lopes, A. G., "Mecânica dos Fluidos", LIDEL, 5.ª ed., 2016.

Mapa IV - Introdução à Investigação Operacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Investigação Operacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Operations Research

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

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):

Ruy Araújo da Costa - T:28; PL:28

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 desta unidade curricular o estudante terá desenvolvido competências que lhe permitam:

- formular e resolver problemas de Programação Linear (Inteira);

- identificar e resolver problemas básicos de Teoria da Decisão;

- formular e resolver problemas de Filas de Espera;

- gerar números pseudo-aleatórios e aplicá-los no contexto da Simulação de Filas de Espera.

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

After this course a student should be able to:

- formulate and solve (Integer) Linear Programming problems;
- identify and solve basic Decision Making problems;
- formulate and solve Queueing problems;
- generate pseudo-random numbers and use them to Simulate Queueing Systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Programação Linear: Formulação de Problemas. Alg. Simplex Revisto. PLI: Alg. Branch and Bound. Alg. Transportes.

2 - Teoria da Decisão: Decisão em Incerteza e Risco. Árvores de Decisão.

3 - Filas de Espera: Modelos básicos de FE, com distribuições não exponenciais e com Disciplina Prioritária. Redes de FE.

4 - Simulação: Métodos de geração de NPA's. Aplicações às FE.

4.4.5. Syllabus:

1 - Linear Programming: Formulating problems. Revised Simplex Alg. ILP: Branch and Bound Alg. Transportation Problem.

2 - Decision Theory: Decisions under risk and under uncertainty. Decision Trees.

3 - Queueing Theory: basic models, non-Exponential distributions models, models with Priorities. Queueing Networks.

4 - Simulation: Pseudo-Random Numbers Generation Methods. Applications to Queueing Theory.

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

As primeiras 6 a 7 semanas do semestre são dedicadas ao estudo da Programação Linear (Inteira), cobrindo os objetivos enunciados.

Os objetivos enunciados relativos à Teoria da Decisão são cobertos em 2 semanas.

O estudo das Filas de Espera é feito em 4 semanas.

A aplicação da Simulação às Filas de Espera é feita em 2 a 3 semanas.

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

The first 6 to 7 weeks of the semester are used to study (Integer) Linear Programming, covering its learning outcomes.

The introduction to Decision Making is done in 2 weeks.

Queueing Theory is studied in 4 weeks.

Application of Simulation to Queueing problems is done in 2 to 3 weeks.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas servem para a apresentação dos conteúdos do Programa.

Nas aulas práticas faz-se a aplicação de conceitos teóricos com a resolução de exercícios.

A classificação final na unidade curricular é a soma de 90% das classificações obtidas nos 2 Testes com a classificação da componente de Participação. Há defesa de nota (trabalho complementar e/ou oral) para classificações superiores a 17.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures will be used to introduce students to the main topics.

Labs allow students to apply theoretical concepts, solving exercises.

Final grade is the sum of 90% of the 2 Tests grades with the Participation grade. An additional project and/or oral exam is required for grades above 17.

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

A componente teórica necessária para atingir os objetivos de aprendizagem é ministrada nas aulas teóricas. As aulas práticas asseguram o contexto adequado para a sedimentação da aprendizagem.

A U.C. é apoiada com uma página moodle com testes semanais, que apoiam a aprendizagem.

É assegurado um horário de atendimento semanal, para apoiar os alunos.

Os requisitos de acesso a cada um dos testes e a obtenção de Frequência visam assegurar que os alunos acompanham regularmente a matéria e, assim, maximizam a sua probabilidade de sucesso na U.C..

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

In order to satisfy the learning outcomes, theoretical aspects of the topics are addressed in the Lectures. Laboratory sessions ensure the adequate context for full understanding of the topics studied in this course.

This course has a moodle webpage with weekly Tests, to allow students to assess their learning.

There is a weekly office hours schedule, to support students learning.

The requirements to access each Test, as well as requirements to complete assessment (Frequência), are supposed to pressure students into a regular contact with the course, thus maximizing their success in the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Introduction to Operations Research (1990 - 5ªEd.), Hillier, Lieberman - Mc Graw Hill*
2. *Operations Research - An Introduction(1992 - 5ª Ed.) Taha - Prentice Hall*
3. *"Elementos de apoio às aulas de IIO", "Enunciados de Exercícios de IIO", Ruy A. Costa*
4. *Investigação Operacional (1996), Valadares Tavares et al - Mc Graw Hill*

Mapa IV - Empreendedorismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Empreendedorismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:45

4.4.1.6. ECTS:

3

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):

António Carlos Bárbara Grilo - TP:45

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 curso pretende motivar os estudantes para o empreendedorismo e para a necessidade da inovação tecnológica. O programa cobre vários tópicos que são importantes para a adoção de uma cultura aberta aos riscos suscitados em

processos de criação de novos produtos ou atividades que exigem características empreendedoras. No final desta unidade curricular, os estudantes deverão ter desenvolvido um espírito empreendedor, uma atitude de trabalho em equipa e estar aptos a:

- 1) *Identificar ideias e oportunidades para empreenderem novos projetos;*
- 2) *Conhecer os aspetos técnicos e organizacionais inerentes ao lançamento dos projetos empreendedores;*
- 3) *Compreender os desafios de implementação dos projetos (ex: mercado, financiamento, gestão da equipa) e encontrar os meios para os ultrapassar;*
- 4) *Expôr a sua ideia e convencer os stakeholders.*

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

This course is intended to motivate students for entrepreneurship and the need for technological innovation. It covers a list of topics and tools that are important for new venture creation as well as for the development of creative initiatives within existing enterprises. Students are expected to develop an entrepreneurship culture, including the following skills:

- 1) *To identify ideas and opportunities to launch new projects;*
- 2) *To get knowledge on how to deal with technical and organizational issues required to launch entrepreneurial projects;*
- 3) *To understand the project implementation challenges, namely venture capital and teamwork management, and find the right tools to implement it;*
- 4) *To show and explain ideas and to convince stakeholders.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O empreendedorismo como estratégia de desenvolvimento pessoal e organizacional. Processos de criação de ideias. A proteção da propriedade intelectual: patentes e formalismos técnicos. A gestão de um projeto de empreendedorismo: planeamento; comunicação e motivação; liderança e gestão de equipas Marketing e inovação para o desenvolvimento de novos produtos e negócios. O plano de negócios e o estudo técnicofinanceiro. Financiamento e Sistemas de Incentivos: formalidades e formalismos. A gestão do crescimento e o intraempreendedorismo.

4.4.5. Syllabus:

Strategy for entrepreneurship. Ideation and processes for the creation of new ideas. Industrial property rights and protection: patents and technical formalities. Managing an entrepreneurial project: planning; communication and motivation; leadership and team work. Marketing and innovation for the development of new products and businesses. Business plan and entrepreneurial finance. System of Incentives for young entrepreneurs. Managing growth and intrapreneurship.

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

O conteúdo programático foi desenhado para incentivar o estudante ao empreendedorismo e à perceção e análise da envolvente em busca de oportunidades de negócio, de forma a que consiga aplicar os conhecimentos adquiridos:

- 1) *na transformação de conhecimento científico em ideias de negócio;*
- 2) *na criação, seleção e desenvolvimento de uma ideia para um novo produto ou serviço;*
- 3) *na elaboração de um plano de negócio e de um plano de marketing;*
- 4) *na exposição das suas ideias em curto tempo e em ambientes stressantes.*

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

The syllabus was designed to encourage the student for entrepreneurship and for the perception and analysis of new business opportunities; with this program, the student may apply the knowledge provided:

- 1) *to transform scientific knowledge in business ideas;*
- 2) *to create, select and develop an idea for a new product or service;*
- 3) *to draw a business plan and a marketing plan;*
- 4) *to better explain and present its ideas in a short time and stressed environments.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este CE será ministrado a estudantes dos 4º ou 5º anos dos programas de Mestrado integrado e de 2º ciclo. O programa é dimensionado para decorrer entre o 1º e o 2º semestre, num período de 5 semanas, envolvendo um total de 45 horas presenciais, organizadas em 15 sessões de 3 horas e exigindo um esforço global de 3 ECTS. As aulas presenciais baseiam-se na exposição dos conteúdos do programa. Os estudantes serão solicitados a aplicar as competências adquiridas através da criação e desenvolvimento de uma ideia (produto ou negócio). As aulas integrarão estudantes provenientes de diversos cursos com vista a promover a integração de conhecimento derivado de várias áreas científicas e envolverão professores e "mentores" com background diverso em engenharia, ciência, gestão e negócios. A avaliação compreende a apresentação e defesa da ideia num elevator pitch e do respetivo relatório (realizado em grupo de 4-5 elementos). A apresentação contribuirá com 60% e o relatório com 40% para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is directed to students from the 4th and 5th years of the "Mestrado Integrado" (Integrated Master) and students from the 2nd cycle (Master). The program was designed for a duration of 5 weeks, with a total of 45 hours in class (15 sessions of 3 hours each) - 3 ECTS. Classes are based in an exposition methodology. Students will be asked to apply their skills in the creation and

development of an idea, regarding a new product or a new business. Classes integrate students from different study programs to promote the integration of knowledge derived from various scientific areas and involve academic staff and "mentors" with diverse background in engineering, science, management and business.

Students evaluation is based on the development and presentation of an idea/project in an elevator pitch, and its report. The work should be developed in teams of 4-5 members. The presentation should account for 60% of the final mark and the report 40%.

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

Considerando o tempo disponível (5 semanas), a metodologia de ensino preconiza que em cada semana sejam discutidos e trabalhados (em grupo) os temas apresentados, os quais tinham sido definidos nos objetivos de aprendizagem.

Na 1ª semana os temas a abordar estão relacionados com os aspetos estratégicos do empreendedorismo, a geração de ideias, a liderança e a gestão de equipas; como resultado os estudantes deverão constituir e organizar as suas equipas para poderem definir o problema que se pretende resolver. Na 2ª semana, os temas apresentados permitirão que o estudante possa evoluir no seu projeto acrescentando opções de soluções ao problema identificado na semana anterior e proceder à seleção de uma delas. Na 3ª semana, a abordagem ao mercado e às condições de comercialização viabilizarão a concretização do plano de marketing.

Na 4ª semana, abordar-se-ão os aspetos relacionados com a viabilidade financeira do projeto, possibilitando a realização do respetivo plano de negócio e do seu financiamento. Na última semana, abordar-se-á o processo de exposição da ideia aos potenciais interessados, tendo os estudantes que realizar a apresentação e defesa do seu projeto num elevator pitch, perante um júri.

Neste sentido, a metodologia privilegia

- 1) a apresentação de casos práticos e de sucesso;*
- 2) a promoção de competências nos domínios comportamentais, nomeadamente, no que respeita ao desenvolvimento do sentido crítico, à defesa de ideias e argumentos baseados em dados técnico-científicos, à tolerância e capacidade de gestão de conflitos em situações adversas e stressantes.*
- 3) a participação dos estudantes nos trabalhos colocados ao longo da unidade curricular e a sua apresentação.*

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

Considering the available time (5 weeks), the teaching methodology praises that, in each week, the subjects presented and defined in the learning objectives are discussed and worked (in groups). In the first week, the subjects introduced to students are related with entrepreneurial strategic issues, generation of ideas, leadership and work team management; as a result, the students will have to organize their teams to be able to define the problem. In the 2nd week, the subjects presented will allow the student to pursue its project; they have to consider different options for the problem identified in the previous week. In the 3rd week, the market related issues are approached, and the students are asked to build a marketing plan. In the 4th week, financial issues are addressed, making it possible to accomplish a business plan. In the last week, the process of how to expose the idea to potential stakeholders is addressed; the students are required to present and argue their project in an elevator pitch.

This methodology gives priority to:

- 1) the presentation of practical and successful cases;*
- 2) the promotion of soft skills, namely, in what concerns to the development of critical thinking, the defense of ideas and arguments based on technical-scientific data, to the tolerance and capacity of dealing with conflicts in adverse and stressful situations.*
- 3) the participation of the students in practical works and assessments and their presentation.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Books

Burns, P. (2010). Entrepreneurship and Small Business: Start-up, Growth and Maturity, Palgrave Macmillan, 3rd Ed.

Kotler, P. (2011). Marketing Management, Prentice-Hall

Shriberg, A. & Shriberg (2010). Practicing Leadership: Principles and Applications, John Wiley & Sons, 4th Ed.

Spinelli, S. & Rob Adams (2012). New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century. McGraw-Hill, 9th Ed.

Byers, Thomas H., Dorf R. C., Nelson, A. (2010). Technology Ventures: From Idea to Enterprise, 3rd Ed., McGraw-Hill

Hisrich, R. D. (2009). International Entrepreneurship: Starting, Developing, and Managing a Global Venture, Sage Publications, Inc

Hisrich, R.D., Peters, M. P., Shepherd, D.A. Entrepreneurship, 7th Ed., McGraw-Hill, 2007

Journals

Entrepreneurship Theory and Practice

Mapa IV - Automação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Automação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Automation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:*Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*T:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:**

6

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):***Luis Filipe Figueira Brito Palma – T:28; PL:84***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A unidade curricular promove aprendizagem de conceitos relativos a técnicas avançadas de automação, onde se destacam o controlo com tecnologia pneumática, o controlo com tecnologia eletromagnética, o controlo com tecnologia electropneumática, o controlo baseado em autómatos programáveis (PLC), o controlo de velocidade de máquinas elétricas DC e AC, as redes industriais de comunicação e os sistemas SCADA de supervisão. Para além dos aspetos teóricos subjacentes, a unidade curricular contribui para a aquisição de competências ao nível da aplicação prática destes tópicos, sendo esta concretizada através da realização de trabalhos laboratoriais. Nestes trabalhos os estudantes, convocando os conhecimentos teóricos previamente adquiridos, simulam em software e implementam em hardware cablado e programado com PLC's as várias técnicas de automação e controlo, as quais são posteriormente testadas em processos didáticos e reais disponíveis nos vários laboratórios de apoio.

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

This course unit promotes learning of concepts related to advanced automation techniques, such as pneumatic control technology, electromagnetic control technology, electropneumatic control technology, control based on programmable logic controllers (PLC), speed control of DC and AC electric machines, industrial communication networks and SCADA supervisory systems.

In addition to the underlying theoretical aspects, the course unit contributes to the acquisition of skills in the practical application of these topics, which is achieved through laboratory works. In these labworks the students, calling on the previously acquired theoretical knowledge, simulate in software and implement in wired hardware and programmed with PLCs the various automation and control techniques, which are later tested in didactic and real processes available in the various support laboratories.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1.Introdução à UC.Sistemas dinâmicos,sensores e actuadores.

Especificações e projeto de sistemas de automação e controlo.

2 Sistemas digitais. Álgebra de Boole.Autómatas Finitos.Grafcet e Gemma.

Lógica cablada e lógica programada.

3.Tecnologia de controlo pneumático.4.Tecnologia de controlo eletromagnético. Tecnologia de controlo electropneumático.

5.Controladores lógicos programáveis: hardware e software. As cinco linguagens de programação de acordo com a

norma IEC 61131-3. A linguagem "Ladder".6.A linguagem "Instruction List".7.A linguagem "Sequential Function Chart"

(SFC). A linguagem "Function Block Diagram".8.A linguagem "Structured Text".9.Implementação de controladores PID utilizando a linguagem ST. 10.Controlo de velocidade de máquinas elétricas DC e AC. Variadores de velocidade.

11.Protocolos de comunicação industriais em redes: Modbus, CanOpen, Ethernet TCP-IP, Profinet, etc.

Sistemas de supervisão SCADA.12.Introd. à Programação em Labview. Aplicação em sistemas SCADA.

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to the course unit. Dynamic systems, sensors and actuators. Specifications and design of automation and control systems.*
2. *Digital Systems. Boolean Algebra. Finite automata. Grafcet and Gemma. Wired logic and programmed logic.*
3. *Pneumatic control technology.*
4. *Electromagnetic control technology. Electropneumatic control technology.*
5. *Programmable logic controllers: hardware and software. The five programming languages according to the standard IEC 61131-3. The "Ladder" language.*
6. *The "Instruction List" (IL) language.*
7. *The Sequential Function Chart (SFC) language. The "Function Block Diagram" (FBD) language.*
8. *The "Structured Text" (ST) language.*
9. *Implementation of PID controllers using the ST language.*
10. *Speed control of DC and AC electric machines. Speed variators.*
11. *Industrial network communication protocols: Modbus, CanOpen, Ethernet TCP-IP, Profinet, etc. SCADA supervision systems.*
12. *Introduction to Labview Programming. Application in SCADA systems.*

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

Ao longo da unidade curricular são introduzidas diferentes tecnologias, utilizadas na conceção e implementação de sistemas de automação e controlo industrial. Os temas abordados permitem ao estudante atuar num grande número de situações práticas. A unidade curricular está estruturada numa perspetiva de integração e complementaridade. A comparação das diferentes tecnologias visa a aplicação da solução mais adequada a cada situação, assim como o desenvolvimento de soluções híbridas.

Nas aulas teórico-práticas são apresentados os aspetos tecnológicos fundamentais e analisados casos estudados de complexidade crescente.

As aulas práticas visam o estudo de problemas propostos, o desenvolvimento de soluções, o teste em simuladores e a sua implementação em sistemas reais de automação e controlo.

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

Throughout the course unit different technologies are introduced, used in the conception and implementation of industrial automation and control systems. The topics covered allow the student to act in a large number of practical situations. The course unit is structured in a perspective of integration and complementarity.

Comparison of different technologies aims at applying the most appropriate solution to each situation, as well as the development of hybrid solutions.

In the theoretical-practical classes are presented the fundamental technological aspects and analyzed cases of increasing complexity.

The practical classes are aimed at studying proposed problems, developing solutions, the test on simulators and their implementation in real automation and control systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são apresentados os aspetos tecnológicos fundamentais e analisados casos estudados de complexidade crescente. A participação dos estudantes nos estudos de casos é essencial.

Nas aulas práticas são estudados um conjunto de problemas propostos, são desenvolvidas e implementadas soluções.

Ao longo da unidade curricular os estudantes são confrontados com um conjunto de problemas para avaliação.

Os estudantes desenvolvem e implementam a solução. Para cada trabalho laboratorial, constituído por um conjunto de problemas, é elaborado um relatório para avaliação.

Os estudantes são avaliados individualmente, e oralmente, sobre cada trabalho laboratorial realizado em grupo de no máximo três estudantes.

Para obtenção de frequência cada estudante terá de frequentar no mínimo 67% das aulas práticas.

A classificação final é o resultado da média aritmética das classificações de três trabalhos laboratoriais.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the theoretical classes are presented the fundamental technological aspects and analyzed cases of increasing complexity. Student participation in case studies is essential. In practical classes are studied a set of proposed problems, are developed and implemented solutions.

Throughout the course students are confronted with a set of problems for evaluation. Students develop and implement the solution. For each laboratory work, consisting of a set of problems, a report is prepared for evaluation.

Students are assessed individually and orally on each laboratory work carried out in a group of a maximum of three students.

To obtain attendance each student will have to attend at least 67% of the practical classes.

The final classification is the result of the arithmetic average of the classifications of three laboratory works.

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

O objetivo fundamental proposto para a unidade curricular é o desenvolvimento de competências específicas para conceção de sistemas de Automação, Controlo e Supervisão para instalações industriais. Esta capacidade é alcançada através da combinação de novos saberes, introduzidos pela unidade curricular, com um conjunto alargado

de competências anteriormente adquiridas pelos estudantes ao longo da sua formação.

A consolidação dos novos conhecimentos e capacidades, assim como a sua integração com conhecimentos anteriores, é conseguido através de um conjunto de atividades práticas de complexidade crescente. Os seguintes aspetos de funcionamento da unidade curricular contribuem para o desenvolvimento de novas competências:

- os estudantes trabalham com elevado grau de autonomia;*
 - durante as aulas, e fora delas, é promovida a discussão de alternativas e de novos pontos de vista na análise dos problemas;*
 - o desenvolvimento de soluções originais é essencial;*
 - a conclusão de um trabalho laboratorial corresponde à realização de vários protótipos em funcionamento.*
- Estas práticas contribuem para o desenvolvimento de autonomia, capacidade de trabalho em grupo e de análise de problemas reais.*

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

The fundamental objective proposed for the course unit is the development of specific competences for design of automation, control and supervision systems for industrial plants. This capacity is reached by combining new knowledge introduced by the course unit with a broad set of skills previously acquired by students during their training.

The consolidation of new knowledge and skills as well as their integration with previous knowledge, is achieved through a set of practical activities of increasing complexity. The following aspects of the course's functioning contribute to the development of new skills:

- students work with a high degree of autonomy;*
 - during and outside classes, discussion of alternatives and new points of view in the analysis of problems is promoted;*
 - the development of original solutions is essential;*
 - the completion of a laboratory work corresponds to the realization of several working prototypes.*
- These practices contribute to the development of autonomy, ability to work in group and to real problem analysis.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- L. Brito Palma (2019), "Tecnologias de Controlo e Automação Industrial", Universidade Nova de Lisboa - FCT – DEEC.*
- J. Norberto Pires (2012), "Automação Industrial", Edições ETEP - Portugal.*
- E. Mandado Pérez, J. Acevedo, C. Silva, J. Quiroga (2009), "Autómatas Programables Y Sistemas de Automatización", Ediciones Técnicas Marcombo - Spain.*
- J. Caldas Pinto (2004), "Técnicas de Automação", Edições ETEP - Portugal.*
- A. Francisco (2003), "Autómatos Programáveis", Edições ETEP – Portugal.*
- J. Matias, L. Leote (1993), "Automatismos Industriais – Comando e Regulação", Didáctica Editora - Portugal.*

Mapa IV - Projeto de Máquinas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto de Máquinas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Machine Design

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:70

4.4.1.6. ECTS:

6

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):

António Gabriel Marques Duarte dos Santos (Regente) – TP:70

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

António Gabriel Marques Duarte dos Santos – TP:70

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

Iniciação ao projeto de sistemas mecânicos complexos e conhecimento dos conceitos do “Projeto de Engenharia” e aplicação dos mesmos no desenvolvimento de um projeto concreto, desde a identificação da necessidade até à elaboração dos desenhos de pormenor para fabrico, fazendo-se a ligação entre o ambiente académico e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos a casos reais.

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências para desenvolver todo o processo de projeto de engenharia, e que lhe permitam obter os resultados de todas as fases principais do processo de projectar em engenharia, nomeadamente:

- *as Especificações de projeto;*
- *a Estrutura Funcional do projeto;*
- *os Princípios para Soluções;*
- *a Composição Modular ou a Arquitetura do produto;*
- *o Anteprojeto ou o Projeto Conceptual;*
- *a Configuração da Solução;*
- *o projeto final ou o Projeto de Pormenor.*

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

Introduction to the design of complex mechanical systems and knowledge about “Engineering Design” concepts, applying them in the development of a concrete project, from the identification of the need to the elaboration of detailed drawings for manufacturing, doing so the connection between the academic environment and practical application of the knowledge acquired to real cases.

At the end of the semester, the students will have the skills, knowledge and competences to develop the entire engineering design process which allow them to obtain the results of all main phases of the engineering design process, namely:

- *the Design Specifications;*
- *the Functional Structure of the Design;*
- *the Principles for Solutions;*
- *the Modular Composition or the Product Architecture;*
- *the Preliminary Layout or the Conceptual Design;*
- *the Embodiment Design;*
- *the Complet Design or the Detail Design.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Programa teórico:

Estudo descritivo de linhas de produção automatizadas (com estudos de caso):

- *Especificações típicas*
- *Classificação das máquinas operatrizes por função*
- *Classificação das máquinas operatrizes por método de transferência*
- *Sistemas de transporte*
- *Dispositivos de alimentação, classificação, embalagem e rotulagem*
- *Dispositivos “pick & place” e robots industriais*
- *Células de manufactura e o conceito de tecnologia de grupo*
- *Atuadores e sensores*

Programa teórico-prático:

Elaboração de projetos de sistemas mecânicos relativamente grandes, onde se procura simular situações de projeto próximas da realidade, integrando questões de conceção, de tecnologias de produção, de otimização, de automação, de seleção de componentes e de materiais.

Todo o processo de projetar é desenvolvido à semelhança do que se faz em termos profissionais, especialmente na fase do projeto de pormenor, em que é concretizada cada peça que compõe a máquina ao nível de pormenor do desenho para fabrico.

4.4.5. Syllabus:

Lectures:

Descriptive study of automated production lines (with case studies):

- *Typical specifications*
- *Operating machines by function*

- *Operating machines by transfer method*
- *Conveying systems*
- *Devices for feeding, sorting, packaging and labeling*
- *Pick & place devices and industrial robots*
- *Manufacturing cells and the concept of group technology*
- *Actuators and sensors*

Problem-solving sessions:

Elaboration of plans of large mechanical systems, seeking to simulate design situations close to reality, integrating conceptual issues, production technologies, optimization, automation, selection of components and materials. The whole design process is developed in a professional way, especially at the detailed design stage, where every part, which makes up the machine, is realized at the detail level of manufacturing design.

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

Capacidade de elaboração de projetos de sistemas mecânicos relativamente grandes, onde se procura simular situações de projeto próximas da realidade, integrando questões de conceção, de tecnologias de produção, de optimização (estrutural, aerodinâmica ou térmica), de automação, de seleção de componentes e de materiais, e ainda de outras áreas técnico-científicas que dependem da natureza dos projetos, e da pesquisa de informação técnica junto de empresas e de fornecedores. Os trabalhos apoiam-se sistematicamente no uso de sistemas de Projeto Assistido por Computador, tais como os sistemas SolidWorks, Autocad, Fluent, Ansys ou CosmosWorks.

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

Ability to develop the design process of relatively large mechanical systems, where one tries to simulate design situations close to reality, integrating conceptual issues, production technologies, optimization (structural, aerodynamic or thermal), automation, selection of components and materials, other technical and scientific matters that depend on the nature of the projects, and researching technical information from both manufacturing companies and vendors. The work systematically rely on the use of cad systems such as SolidWorks, Autocad, Fluent, Ansys or CosmosWorks.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas consistem na aplicação dos conceitos aprendidos nas aulas teóricas através da realização de projetos de complexidade compatível com a duração do semestre. Os estudantes dividem-se em equipas de 2 ou 3 elementos e cada equipa recebe um caderno de encargos simplificado. Ao fim de 2 semanas cada equipa tem de fazer uma apresentação de progresso com a duração de 20 minutos. No fim do semestre, as equipas entregam o relatório final dos trabalhos realizados, os quais serão objeto de apresentação oral e discussão (30-60 minutos) imediatamente a seguir ao fim das aulas.

Dada a natureza da disciplina, não há exame final. A classificação final individual de cada estudante é decidida pela equipa docente tendo em conta a qualidade do relatório final, a qualidade das apresentações intermédia e final e o desempenho de cada estudante durante as apresentações.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The problem-solving sessions address the learned concepts through the design of mechanical systems of complexity compatible with the course duration. Students are organized in teams of 2-3, each team receiving a list of specifications. After two weeks they deliver a presentation (20 min.s) to report the progress of their work. At the end of the semester, the teams deliver the final reports, which will be subject of oral presentation and discussion (30-60 min.s) following the end of classes.

There is no final exam. The final grades are determined by the teaching team, taking into account the quality of the final report, the quality of the mid term and the final presentations, as well as the performance of each student during the presentations.

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

Os temas específicos tratados na disciplina destinam-se a facilitar a experiência que consiste na elaboração de um projeto de engenharia de carácter multidisciplinar, em condições tão próximas da realidade quanto possível.

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

The specific topics addressed in the course are meant to facilitate the experience that is the development of an engineering multidisciplinary design process, in conditions as close to reality as possible.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Joseph Edward Shigley & Charles R. Mischke, Mechanical Engineering Design, McGraw-Hill International Editions.*
- *Stephen J. Derby, Design of Automatic Machinery (Dekker Mechanical Engineering), Marcel Dekker, N.Y., 2005*
- *Geoffrey Bothroyd, Assembly Automation and Product Design (2nd. Ed.), Taylor and Francis, N.Y., 2005.*
- *Desenho Técnico – Luís Veiga da Cunha – Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 15ª edição.*
- *Desenho Técnico Moderno – Arlindo Silva, Carlos Tavares Ribeiro, João Dias, Luís Sousa – Ed. Lidel, 2005.*
- *Desenho Técnico Básico (Vol. III) - Simões Morais - Porto Editora, 2006.*

- *Colectânea de catálogos de componentes mecânicos, de manuais técnicos e de normas.*
- *Bibliografia de todas as Unidades Curriculares que antecedem a Unidade Curricular de Projecto de Máquinas.*

Mapa IV - Teoria e Metodologias de Projeto

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Teoria e Metodologias de Projeto

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Design Theory and Methodologies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João Manuel Vicente Fradinho (Regente) – TP:56

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

Helena Victorovna Guitiss Navas – TP:28

António José Freire Mourão – TP:28

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam um conhecimento integrado sobre as principais teorias e metodologias de projeto contemporâneas, de reconhecido mérito formativo e prático.

Procura também conferir competências nas seguintes áreas específicas que são essenciais em engenharia de conceção:

- *Critérios de aceitação preliminar de soluções alternativas;*
- *Critérios de seleção de uma das soluções alternativas (critérios de decisão);*
- *Definição e representação da "arquitetura" do "objeto de projeto".*

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

At the end of this course, the student will have acquired knowledge, skills and competences that allow him an integrated knowledge about the main theories and methodologies of contemporary design, of recognized formative and practical merit.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Noção de projeto de engenharia;*
- *Fases de desenvolvimento do projeto de engenharia;*
- *Caracterização de diferentes abordagens no desenvolvimento do projeto:*
Teoria Axiomática do Projeto;
TRIZ (Teoria da Resolução Inventiva de Problemas);

*Engenharia Simultânea;
Projeto para X (produção, montagem, manutenção, custo, etc.);
Sustentabilidade;
Planeamento de experiências (DoE);
Outras metodologias.*

4.4.5. Syllabus:

*- Engineering design concept;
- Engineering design development phases;
- Characterization of different approaches in design development:
Axiomatic Design;
TRIZ (Inventive Problem Solving Theory);
Concurrent Engineering;
Design for X (manufacturing, assembly, maintenance, cost, etc.);
Sustainability;
Design of experiments (DoE);
Other Methodologies.*

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

Nas aulas teóricas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto no programa. Nas aulas práticas os estudantes aperfeiçoam a sua capacidade para aplicar os conceitos aprendidos em trabalhos de aplicação.

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

In lectures students acquire the set of knowledge proposed in the program. In practical classes students improve their ability to apply the concepts learned in application works.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino consiste na exposição oral das matérias a partir da apresentação de diapositivos seguida de comentário alargado com o envolvimento dos estudantes. Durante o semestre são realizados 2 trabalhos de aplicação relacionados com as matérias lecionadas.

Avaliação:

- Todos os estudantes estão admitidos a exame;*
- Avaliação contínua: apresentação de dois trabalhos (25 % cada) e realização de um teste (50 %);*
- Nota de dispensa de exame: média ponderada ≥ 10 .*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method consists of oral presentation of the subjects followed by extended commentary with the involvement of the students. During the semester there are 2 application works related to the subjects taught.

Assessment:

- All students are admitted to exam;*
- Continuous assessment: two application works (25% each) and one test (50%);*
- Examination waiver score: weighted average ≥ 10 .*

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

Nas aulas teóricas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto no programa. Nas aulas práticas os estudantes aperfeiçoam a sua capacidade para aplicar os conceitos aprendidos em trabalhos de aplicação.

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

In lectures students acquire the set of knowledge proposed in the program. In practical classes students improve their ability to apply the concepts learned in application works.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Elementos disponibilizados pelos docentes / Notes provided by professors*
- Park, G.-J. (2007). Analytic Methods for Design Practice. London: Springer-Verlag
<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-84628-473-1>*
- Introduction to Axiomatic Design (Elements from Daniel Frey classes)
https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-800-tribology-fall-2004/lecture-notes/ch10_axiomatic.pdf*
- Fradinho J, Mourão A, Gabriel-Santos A, Cavique M, Gonçalves-Coelho A. An axiomatic design interpretation on the use of response surface methodology to solve coupled designs. Proc. ASME 2015 International Mechanical Engineering Congress & Exposition. 2015 Nov 13-19, Paper No. IMECE2015-51341, V015T19A007; 8 pages, doi:10.1115/IMECE2015-51341.*

https://doi.org/10.1115/1.861080_ch30

Mapa IV - Métodos Numéricos para Engenharia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Numéricos para Engenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Methods for Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

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):

Luis Trabucho de Campos – T:28; PL:28

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 desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos que lhe permitem compreender e aplicar métodos numéricos para resolver problemas matemáticos, incluindo cálculo matricial e resolução de equações diferenciais. O estudante deverá desenvolver um espírito crítico sobre a adequação de cada método aos problemas típicos com relevância para a engenharia.

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

At the end of this course is expected that students be able to use advanced numerical methods to solve several mathematical problems, including in matrix theory and in differential equations. Students must develop a critical thinking with respect to the adequacy of these methods to typical engineering problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Análise Numérica Matricial:

- 1. Condicionamento de uma matriz. Número de Condicionamento.*
- 2. Métodos iterativos para a resolução de sistemas de equações: Jacobi, Gauss-Seidel e Relaxação.*
- 3. Métodos iterativos para o cálculo de valores e de vectores próprios: Potências iteradas.*
- 4. Quociente de Rayleigh.*

II. Resolução numérica de Equações Diferenciais:

- 1. Métodos de Euler, de Taylor e de Runge-Kutta.*
- 2. Métodos de passo múltiplo explícitos e implícitos.*
- 3. Métodos preditores – correctores. (Adams--Bashforth e Adams – Moulton).*
- 4. Método das Diferenças Finitas para um problema elíptico unidimensional (deformação axial de uma barra).*
- 5. Método das Diferenças Finitas para um problema elíptico bidimensional (deformação transversal de uma*

membrana).

6. Método das Diferenças Finitas para um problema parabólico bidimensional (difusão do calor). Algoritmos explícitos, implícitos e de Crank--Nicolson.

4.4.5. Syllabus:

I. Matrix numerical analysis:

1. Conditioning of matrices. Condition number.
2. Iterative methods for system of equations: Jacobi, Gauss-Seidel e Relaxação.
3. iterative methods for computing eigenvalues and eigenvectors: power iteration.
4. Rayleigh quotient.

II. Numerical solution of differential equations:

1. Euler, Taylor and Runge-Kutta methods.
2. Explicit and implicit multistep methods.
3. Predictor--corrector method (Adams--Bashforth e Adams -- Moulton).
4. Finite difference methods for elliptic 1D problems (axial deformation of rods).
5. Finite difference methods of elliptic 2D problems (transverse deformation of membranes).
6. finite difference methods of 2D parabolic problems (head diffusion). Explicit, implicit and Crank--Nicolson algorithms.

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

A parte I é voltada aos métodos numéricos em álgebra linear, enquanto a parte II é voltada para a obtenção de soluções numéricas de equações diferenciais.

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

In part I, numerical linear algebra is studied, while in part II students are introduced to the numerical methods for differential equations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na lecionação de aulas teóricas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos. São fornecidas fichas de exercícios aos alunos para serem trabalhadas fora das salas de aula, com o conhecimento adquirido previamente nas aulas teóricas.

Os alunos dispõem ainda do designado horário de dúvidas onde podem esclarecer as suas dúvidas com o professor.

Os alunos são avaliados por testes e trabalhos durante o semestre, obtendo a aprovação quem tiver média positiva.

Os alunos que não obtiverem aprovação podem realizar um exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus. Problem sheets are provided to students to be worked outside the classroom with prior knowledge acquired during the course.

Students still have the so-called "horário de dúvidas" where they can clarify their doubts with the teacher

The assessment consists in tests and homeworks. If the average is positive, then students are approved; otherwise, they have a second chance "exame de recurso".

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

Os métodos de ensino apresentados permitem aos alunos apreender todos os conteúdos programáticos. Visam uma profunda compreensão das noções teóricas e suas aplicações nomeadamente através da resolução de problemas. Assim, os estudantes ficam aptos para atingir todos os objetivos.

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

The teaching methods presented allow students to understand all the contents. The aim of these methods is to provide a deep understanding of theoretical concepts and their applications namely through clear expositions of the theoretical concepts and their application solving problem.

Thus, the students are able to achieve all objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BURDEN, R.L.; FAIRES, J.D. (2011) -- Numerical Analysis (9th edition), Brooks/Cole, Boston, USA.

PINA, H. (1995) -- Métodos Numéricos, McGrawHill.

BRAUN, M. (1993) -- Differential Equations and their applications (4th edition). Springer-Verlag.

CIARLET, P.G. (1995) -- Introduction to Numerical Linear Algebra and Optimisation, Cambridge University Press, England.

Mapa IV - Análise Económica e Financeira de Investimentos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Económica e Financeira de Investimentos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Economic and Financial Analysis of Investments

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

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):

Helena Maria Carvalho Remígio (Regente) - TP:28

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

Pedro Emanuel Botelho Espadinha da Cruz – TP:28

Tiago Pinheiro Duarte Filipe – TP:28

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

Espera-se que, no final desta Unidade Curricular, os alunos sejam capazes de:

OA1- Entender os conceitos básicos da matemática financeira e sua aplicação nas decisões de investimento;

OA2- Aplicar as metodologias de análise custo/benefício;

OA3- Utilizar métodos de avaliação financeira em decisões de engenharia relacionadas com a elaboração, planeamento e implementação de projetos;

OA4- Analisar dados relacionados com as receitas e os custos gerados no âmbito de um projeto com vista ao processo de tomada de decisão que justifique ou rejeite projetos alternativos numa base económica.

**OA-Objetivos de Aprendizagem.*

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

It is expected that, at the end of this UC, students are able to:

LO1- Understanding the basic concepts of mathematics of finance and its application in investment decisions;

LO2- Applying the methodologies of cost/benefit analysis;

LO3- Using methods of financial evaluation in engineering decisions related to designing, planning and implementation of projects;

LO4- Analyzing cost/revenue data and carry out decision making process to justify or reject alternative projects on an economic basis.

**LO-Learning Objectives.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I - Introdução e Matemática Financeira

1.1-Valor temporal do dinheiro

1.2-Capitalização e atualização

- 1.3-Equações de capitalização
- 1.4-Taxas de juro e equivalência de taxas
- 1.5-Equivalência de capitais
- 1.6-Taxa anual efetiva (TAE) e taxa anual efetiva global (TAEG)
- 1.7-Rendas e reembolso de empréstimos
- 1.8-Locação financeira
- II: A Engenharia Económica e o Processo de Tomada de Decisão.
- 2.1-O diagrama de Cash Flow
- 2.2-Gradientes aritméticos e geométricos: definição e dedução
- III: Avaliação de Investimentos
- 3.1-Considerações acerca de investimentos
- 3.2-Seleção de alternativas de investimento com base no valor presente (VLA), benefício-custo e taxa interna de rentabilidade
- 3.3-Payback period
- 3.4-Determinação do rácio B/C
- IV: Avaliação de Investimentos em Contextos Particulares
- 4.1-Influência da inflação
- 4.2-Depreciação e taxas de depreciação
- 4.3-Influência dos impostos e da depreciação na comparação entre alternativas de investimento

4.4.5. Syllabus:

- I-Introduction and Mathematics of Finance
 - 1.1.Time Value of Money
 - 1.2.Interest factors:compound and discount concepts
 - 1.3.Calculating simple and compound interest
 - 1.4.Interest rates and rates equivalence
 - 1.5.Equivalence of capital
 - 1.6.Annual interest effective rates (TAE and TAEG)
 - 1.7.Rents and loan repayments
 - 1.8.Leasing
- II-Engineering economics and the process of taking decision
 - 2.1.Cash flow diagram
 - 2.2.Interest formulas relating present and future values
 - 2.3.Compound and discount factors
 - 2.4.Arithmetic and geometric gradients: definition and formulation
- III-Investment Analysis: Selection of Alternatives
 - 3.1.Capital investment considerations
 - 3.2.Selection of investment alternatives based on NPV,cost/benefits analysis and IRR
 - 3.5.Pay-back period
 - 3.6.Cost/benefits analysis.
- IV-Evaluation of Investment Alternatives in Particular Contexts
 - 4.1.Inflation rate
 - 4.2.Depreciation and methods of depreciation
 - 4.3.The influence of taxes and depreciation when comparing investment alternatives

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

- A coerência entre os conteúdos programáticos e os objetivos de aprendizagem expressa-se do modo seguinte:*
- O OA1 está focado na compreensão dos conceitos e dinâmicas da Engenharia Económica, sua utilidade e abrangência, pelo que o CP1 ao fornecer os conceitos básicos da Matemática Financeira contribui para a consecução daquele objetivo;
 - O enfoque do OA2 está na compreensão da análise custo/benefício e sua aplicação nas decisões de investimento, pelo que CP2 ao introduzir as noções de cash flow, valor presente e valor futuro concorre para a concretização daquele objetivo;
 - O OA3 pretende preparar os alunos para a utilização de métodos de avaliação financeira em decisões de investimento, pelo que o CP3 ao abordar o VAL, a TIR e o Pay-back fornece a abordagem à realização do objetivo;
 - O OA4 pretende dotar os alunos dos conhecimentos necessários à rejeição ou aceitação de investimentos alternativos. O CP4 fornece as competências técnicas e analíticas ao objetivo visado.

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

- The consistency among syllabus and learning goals can be displayed as follows:*
- LO1 focuses on understanding basic concepts on Engineering Economics, its usefulness and scope. By the CP1, when examining the basic concepts on mathematics of financials contribute to the achievement of this goal;
 - LO2 aims to provide understanding of cost/benefit analysis and its application in investment decisions. CP2 introducing the financial notions such as cash-flow, net present value (NPV) and future value (FV) reaches this objective;
 - LO3 aims to prepare students for applying financial evaluation methods in investment decisions. CP3 approaching investment evaluation methods such as NPV, IRR and pay-back achieves this objective;
 - LO4 aims to provide students with necessary skills to justify or reject alternative investments. CP4 provides students with technical and analytical skills to the achievement of that goal.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Com vista a facilitar o desenvolvimento das competências, esta UC faz uso de abordagens pedagógicas diferenciadas.

- *Expositiva nas aulas teóricas;*
- *Realização de exercícios da sebenta;*
- *Exercícios de testes de anos anteriores;*
- *Estudos de caso.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In order to facilitate the development of competencies, this course use different pedagogical approaches.

- *Lectures;*
- *Exercises from Sebenta;*
- *Exercises/exams from previous years;*
- *Case studies.*

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

A metodologia de ensino estabelecida para esta unidade curricular permite que os objetivos de aprendizagem definidos sejam atingidos. Nas aulas teóricas são abordados os conceitos, fundamentos e princípios da matemática financeira e da análise de investimentos. Através da resolução de exercícios da sebenta, fichas e estudos de caso, os alunos têm a oportunidade, de forma contínua, de perceber os conceitos de cálculo financeiro e a sua aplicação em situações da vida real bem como de adquirirem as competências analíticas e técnicas para desenvolverem uma análise de investimentos.

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

Teaching methodology allows that defined learning objectives are achieved. Theoretical approach includes concepts, foundations and principles of mathematic financials and investment analysis. Exercises from sebenta or other material provided during classes and case studies help students to understand the concepts of mathematic financials and its application in real life situations and acquire analytical skills and techniques to develop an investment analysis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Azevedo, R. e Nicolau, I., "Elementos de Cálculo Financeiro", Rei dos Livros, Lisboa, 1983.
Blank, L. T. e Tarquin, A. J., "Engineering Economy", McGraw-Hill Editions-Industrial Engineering Series, Singapore, 1998.
Fernandes, L.S., "Noções Fundamentais de Cálculo Financeiro", Imprensa Nacional- Casa da Moeda, E.P., Lisboa, 1985.
Nabais, C. F., "Cálculo Financeiro", 1ª Edição, Editorial Presença, Lisboa, 1989.
Oliveira, J. N., "Engenharia Económica: uma abordagem às decisões de investimento", Editora McGraw-Hill do Brasil Lda., S. Paulo, 1982.
Sullivan, W. G., Elin M. W. and James T. L. (2006). Engineering Economy, 13ª Edição. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Inc.
White, J., Agee, M:H: e Case, K:E:, "Principles of Engineering Economics Analysis", Editions J. Wiley & Sons, New York, 1989
Matias, R. (2018) Cálculo Financeiro - Teoria e Prática. 6aEdição. Lisboa: Escolar Editora.

Mapa IV - Introdução à Dissertação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Introdução à Dissertação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Dissertation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:21

4.4.1.6. ECTS:

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):

António José Freire Mourão - OT:21

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

Todos os docentes da área científica do Ciclo de Estudos - OT:21

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

A UC destina-se à preparação da realização do trabalho de I&D original e elaboração da Dissertação, pelo que, o principal objetivo é a realização com sucesso da Dissertação.

Isto inclui o desenvolvimento de capacidade para a realização pesquisa bibliográfica, conducente à elaboração de um relatório contendo o estado da arte na área do trabalho a desenvolver, seguido de atividade de investigação, supervisionada pelo orientador e em autonomia, aplicando metodologias de investigação adequadas, e a capacidade de iniciar a preparação de um trabalho com significativo grau de originalidade.

Nesta UC cada aluno deve realizar o seu trabalho de I&D de acordo com os objetivos que constam da proposta de dissertação.

De forma geral, o trabalho desenvolvido pelos alunos pode ser estruturado de acordo com o seguinte conjunto de atividades:

Realização de pesquisa bibliográfica.

Elaboração de relatório com o estado da arte, no domínio do trabalho a desenvolver

Iniciar o desenvolvimento do trabalho.

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

The Introduction to the Dissertation unit is intended to carry out the preliminary work leading to the R&D work and preparation of an original Master's Thesis.

This includes the development of capacity to carry out bibliographical research leading to the development of a report containing the state of the art in the area of work to be developed, followed by research activity, supervised by the advisor and autonomy, applying appropriate research methodologies, and ability to initiate the preparation of a work with a significant degree of originality.

In this unit each student must perform its R & D work in accordance with the objectives set out in the dissertation proposal, approved by MIEM Scientific Committee.

In general, the work performed by the students may be structured according to the following set of activities:

- Realization of the Bibliographic search.*
- Elaborate a report on the state-of the art.*
- Start developing the R&D work.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Face à especificidade desta unidade curricular, os conteúdos programáticos devem ser entendidos como um guia genérico das atividades a desenvolver pelo estudante em interação com o orientador. As atividades propostas e sua sequência são as típicas duma fase de desenvolvimento de trabalho de I&D. Os conteúdos concretos são, contudo, os associados às respetivas propostas de trabalho.

4.4.5. Syllabus:

Given the specificity of this course, the syllabus should be understood as a generic guide to the activities to be undertaken by student interaction with the supervisor. The proposed activities and their sequence are typical of the development phase of R & D work. The actual subjects are, however, those associated with each work proposal.

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

As atividades previstas nesta unidade serão realizadas pelo aluno em interação direta com o seu supervisor.

Frequentemente o trabalho é enquadrado por projetos de investigação.

Ao longo deste semestre, a tempo parcial, os alunos devem iniciar a atividade de investigação e desenvolvimento. A avaliação é feita em seminário da unidade de crédito, com base no relatório de pesquisa bibliográfica e planeamento do

trabalho de investigação elaborado pelo aluno. Com a apresentação e discussão perante a Comissão Científica é feita a aprovação definitiva do tema e do trabalho desenvolvido.

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

The activities performed within this unit will be undertaken by the student in direct interaction with the supervisor. Often the work is framed by research projects.

During this semester, part-time, students must start the original research and development work.

The evaluation of this unit is made in a seminar of the Introduction to Dissertation Unit, based on the bibliographic search and planning of the research work report elaborated by the student. With the presentation and discussion before the Scientific Committee is made the final approval of the theme and the work developed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As atividades previstas nesta unidade serão realizadas pelo aluno em interação direta com o seu supervisor.

Frequentemente o trabalho é enquadrado por projetos de investigação.

Ao longo deste semestre, a tempo parcial, os alunos devem iniciar a atividade de investigação e desenvolvimento.

A avaliação é feita em seminário da unidade de crédito, com base no relatório de pesquisa bibliográfica e planeamento do trabalho de investigação elaborado pelo aluno.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The activities provided for in this unit will be carried out by the student in direct interaction with his supervisor. The work is often framed by research projects.

Throughout this semester, part-time, students must begin research and development activity

The evaluation is made in a seminar of the credit unit, based on the bibliographic research report and planning of research work prepared by the student.

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

Sendo a Dissertação a unidade curricular que finaliza o percurso académico dos estudantes no ciclo de estudos, pretende-se fortalecer ao longo do desenvolvimento da dissertação a sua qualificação profissional, enriquecendo os seus conhecimentos, capacidades e competências. Os estudantes ficarão aptos a resolver desafios e problemas de forma estruturada, rigorosa e a abordar de forma multidisciplinar problemas de engenharia mecânica, enquadrando-os nos respetivos contextos técnico-científicos, económico, social e ambiental, e comunicar de forma racional os resultados do seu trabalho à comunidade técnica e à sociedade em geral

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

Being the Dissertation the curricular unit that ends the academic record of the students in the course, it is designed to strengthen the students' professional qualifications, enriching their knowledge, skills and competence. The students will be able to rigorously solve challenges and multidisciplinary mechanical engineering problems in a structured way, taking into account the scientific-technical, economic, social and environmental contexts, and to communicate rationally the results of their work to the technical community and to society at large.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Textos científicos sugeridos pelo Orientador e intensa pesquisa bibliográfica.

Scientific texts proposed by the Supervisor and intense bibliographic research.

Mapa IV - Dissertação em Engenharia Mecânica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação em Engenharia Mecânica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dissertation in Mechanical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

840

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:42

4.4.1.6. ECTS:

30

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):*António José Freire Mourão - OT:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Todos os docentes da área científica do Ciclo de Estudos - OT:42***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A Dissertação possibilita ao aluno aplicar de forma integrada as competências adquiridas, complementando-as através da realização de um trabalho de índole científica ou tecnológica. Esta unidade destina-se à realização do trabalho de I&D original e elaboração da Dissertação, que é o seu principal objetivo. Ao completarem com sucesso a unidade curricular os alunos terão demonstrado capacidade para:

- Adquirir conhecimento específicos na área de Engenharia Mecânica, através de atividades de investigação e do aprofundamento de competências profissionais;*
- Integrar conhecimentos, lidar com questões complexas, desenvolver soluções e emitir juízos, incluindo reflexões sobre as implicações e responsabilidades éticas e sociais que resultem dessas soluções e desses juízos;*
- Comunicar as suas conclusões, os conhecimentos e os raciocínios a elas subjacentes, de uma forma clara e sem ambiguidades tanto oralmente como por escrito.*

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

The dissertation allows students to apply the acquired skills, combining them in the development of work of scientific or technological nature. This unit is intended to carry out R&D work and preparation of an original thesis; which is therefore its main objective. The students that have successfully completed this curricular unit have demonstrated ability to:

- Acquire specific knowledge in the area of Mechanical Engineering, based on research activity and consolidation of the already acquired professional skills;*
- Integrate knowledge, dealing with complex issues, develop solutions and transmit judgments, including reflections on the ethical and social implications and responsibilities that result of these solutions and these judgments;*
- Report its findings, knowledge and the underlying reasoning in a clear and unambiguous form, both orally as in writing.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Nesta unidade cada aluno deve realizar o seu trabalho de I&D de acordo com os objetivos estabelecidos e aprovados em Introdução à Dissertação.

O trabalho desenvolvido pelos alunos pode ser estruturado de acordo com o seguinte conjunto de atividades:

- Realização do trabalho de investigação*
- Validação de resultados*
- Elaboração e defesa pública da Dissertação*

A divulgação de resultados em conferências científicas e em revistas da especialidade é incentivada.

4.4.5. Syllabus:

In this unit each student must perform its R & D work in accordance with the objectives and respective approval in the Introduction of the Dissertation.

In general, the work performed by the students may be structured according to the following set of activities:

- Realization of the research work.*
- Validation of results.*
- Preparation and public defense of the dissertation.*

The dissemination of results at scientific conferences and in technical journals is encouraged.

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

Face à especificidade desta unidade curricular, os conteúdos programáticos devem ser entendidos como um guia genérico das atividades a desenvolver pelo estudante em interação com o orientador. As atividades propostas e sua sequência são as típicas duma fase de desenvolvimento de trabalho de I&D. Os conteúdos concretos são, contudo, os associados às respetivas propostas de trabalho.

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

Given the specificity of this course, the syllabus should be understood as a generic guide to the activities to be undertaken by student interaction with the supervisor. The proposed activities and their sequence are typical of the development phase of R & D work. The actual subjects are, however, those associated with each work proposal.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As atividades previstas nesta unidade serão realizadas pelo aluno em interação direta com o seu supervisor. Frequentemente o trabalho é enquadrado por projetos de investigação. Ao longo deste semestre, a tempo total, os alunos devem complementar a atividade de investigação e desenvolvimento original, iniciada e planeada na disciplina de Introdução à Dissertação.

A avaliação é baseada na elaboração e defesa pública da Dissertação.

As provas de defesa da Dissertação são realizadas perante um júri de especialistas doutorados, proposto pela Comissão Científica do MIEM, composto por um mínimo de três elementos. No caso de o trabalho ter sido desenvolvido em coorientação, o júri terá, pelo menos, quatro elementos.

A fim de aumentar a visibilidade do trabalho, um dos fatores que contribuem para a avaliação é a preparação e publicação de artigos científicos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The activities performed within this unit will be undertaken by the student in direct interaction with the supervisor. Often the work is framed by research projects.

During this semester, full-time, students must complement the original research and development work, initiated and planned during the Introduction to Dissertation Unit.

The evaluation is based on the preparation and public defense of the dissertation.

The dissertation defense is conducted before a jury of PhD experts, proposed by the Scientific Committee of the MIEM, composed of at least three elements. If the work has been developed in co-mentoring, the jury will have at least four elements.

In order to increase the visibility of the work the preparation and publication of scientific articles is one of the factors considered during the assessment.

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

Sendo a Dissertação a unidade curricular que finaliza o percurso académico dos estudantes no ciclo de estudos, pretende-se fortalecer ao longo do desenvolvimento da dissertação a sua qualificação profissional, enriquecendo os seus conhecimentos, capacidades e competências. Os estudantes ficarão aptos a resolver desafios e problemas de forma estruturada, rigorosa e a abordar de forma multidisciplinar problemas de engenharia mecânica, enquadrando-os nos respetivos contextos técnico-científicos, económico, social e ambiental, e comunicar de forma racional os resultados do seu trabalho à comunidade técnica e à sociedade em geral.

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

Being the Dissertation the curricular unit that ends the academic record of the students in the course, it is designed to strengthen the students' professional qualifications, enriching their knowledge, skills and competence. The students will be able to rigorously solve challenges and multidisciplinary mechanical engineering problems in a structured way, taking into account the scientific-technical, economic, social and environmental contexts, and to communicate rationally the results of their work to the technical community and to society at large.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Textos científicos sugeridos pelo Orientador e intensa pesquisa bibliográfica. Scientific texts proposed by the Supervisor and intense bibliographic research.

Mapa IV - Mecânica dos Fluidos Computacional**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Mecânica dos Fluidos Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational of fluid mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:*Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP:56***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:*Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José Manuel Paixão Conde (Regente) – TP:56***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 desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- *Compreender os fundamentos dos métodos numéricos para a solução das equações de Navier-Stokes/Reynolds.*
- *Conhecer como funcionam os códigos de mecânica dos fluidos computacional, perceber as suas potencialidades e limitações.*
- *Resolver problemas concretos de Mecânica dos Fluidos Computacional em qualquer área de engenharia, e em particular na Engenharia Mecânica e avaliar as soluções encontradas.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*After this curricular unit, a student will be able to:*

- *Understand the fundamentals of numerical methods for solving the Navier-Stokes / Reynolds equations.*
- *Know how the computational fluid dynamics codes work, understand their potentialities and limitations.*
- *To be able to solve concrete problems of Computational Fluid Mechanics in any area of engineering, and in particular in Mechanical Engineering and evaluate the solutions found.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*1.Introdução**2.Equações fundamentais que governam os escoamentos dos fluidos. Natureza matemática. Condições de fronteira e iniciais.**3.Turbulência. Equações de Reynolds e modelos de turbulência.**4.Métodos das diferenças finitas e dos volumes finitos. Técnicas de discretização e de interpolação. Implementação das condições de fronteira.**5.Aplicação a problemas de difusão pura, convecção pura e convecção-difusão.**6-Aplicação ao sistema de equações de Navier-Stokes/Reynolds. Algoritmos de resolução.**7.Malhas de discretização do domínio.**8.Incerteza associada às simulações CFD.**9.Pós-processamento dos resultados. Tratamento gráfico dos resultados.**10.Códigos CFD comerciais e opensource.***4.4.5. Syllabus:***1.Introduction**2.Fundamental fluid flow governing equations. Mathematical nature. Initial and boundary conditions.**3.Turbulence. Reynolds equations and turbulence models.**4.Finite differences and finite volume methods. Discretization techniques and interpolation. Implementation of boundary conditions.**5.Application to problems of pure diffusion, pure convection and convection-diffusion.**6.Application to the Navier-Stokes/Reynolds system of equations. Resolution algorithms.*

- 7. Mesh discretization of the domain.
- 8. Uncertainty associated with CFD simulations.
- 9. Post-processing of results. Graphic treatment of the results.
- 10. Commercial and open source CFD codes.

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

O conteúdo programático do capítulo 1 é introdutório e usado ao longo de todos os outros capítulos. Os capítulos 2 e 3 abordam os modelos matemáticos que permitem resolver os problemas da mecânica dos fluidos computacional. Os capítulos 4 e 5 tratam dos métodos das diferenças finitas/volumes finitos e suas aplicações às equações de difusão e convecção. O capítulo 6 aborda os algoritmos de resolução dos sistemas de equações de de Navier-Stokes/Reynolds. O capítulo 7 trata da geração da malha computacional. Os capítulos 8 e 9 abordam a Incerteza associada às simulações e o Pós-processamento dos resultados. O capítulo 10 é dedicado aos códigos CFD comerciais e opensource. Esta sequência programática permite aos alunos aprender a resolver problemas concretos de mecânica dos fluidos computacional em qualquer área de engenharia, em particular na área da engenharia mecânica.

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

The syllabus of Chapter 1 is introductory and is used throughout all chapters. The Chapters 2 and 3 discuss the mathematical models that allow to solve the problems of computational fluid mechanics. The Chapters 4 and 5 deal with the finite difference / finite volume methods and their applications to the equations of diffusion and convection. Chapter 6 discusses the algorithms for solving Navier-Stokes/Reynolds systems of equations. Chapter 7 deals with the generation of the computational mesh. Chapters 8 and 9 address the uncertainty associated with the simulation and post processing of the results. Chapter 10 is devoted to commercial CFD and opensource codes. This programmatic sequence allows the students to learn how to solve concrete problems of fluid mechanics in any field of engineering, particularly in the area of mechanical engineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas faz-se uma exposição oral e discussão dos sucessivos tópicos do programa, utilizando o quadro e meios audiovisuais, tais como slides e vídeos. Para além da matéria teórica incluem-se ainda exemplos práticos da aplicação dos temas abordados. Nas aulas faz-se uma abordagem centrada na prática simulada do domínio da aplicação dos conceitos de modo a que os alunos colaborem ativamente na resolução dos problemas e casos práticos propostos. A avaliação de conhecimentos é exclusivamente do tipo Projeto.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes will be oral presentation and discussion of the successive topics of the program, using the black board and audiovisual media, such as slides and videos. In addition to the theoretical subject, there are also practical examples of the application of the topics covered. In the classes, an approach based on the simulated practice of the application of concepts is made so that the students collaborate actively in solving the problems and practical cases proposed. The assessment is done by a project

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

A exposição da matéria nas aulas, recorrendo a conceitos da dinâmica dos fluidos, da transmissão de calor e do cálculo numérico, permite aos alunos compreender os conceitos avançados relativos à mecânica dos fluidos computacional. Nas aulas, a resolução dos problemas práticos inerentes ao projeto, onde é necessária a utilização daqueles conceitos, permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e de resolução de problemas complexos. A realização de um trabalho de projeto consolida o domínio da matéria e prepara-os para a sua futura atividade profissional.

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

The presentation of subjects in the classes, making use of fluid dynamics, heat transfer and numerical analysis concepts, allows students to understand the advanced concepts of computational fluid dynamics. In the classes, the resolution of the practical problems inherent to the project, where the application of those concepts is necessary, allows students the development of abilities to conceptualize and solve complex problems. The realization of a project consolidates the expertise on the studied subjects and abilities and prepares them to their future professional activity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. M. Paixão Conde. Mecânica de Fluidos Computacional: Texto de apoio à disciplina. FCT-UNL.
H. Versteeg e W. Malalasekra. An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method. Prentice Hall, 2nd Ed., 2007
J.H. Ferziger e M. Peric. Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer Verlag, 2nd Ed., 2002.
J. D. Anderson. Computational Fluid Dynamics. McGraw-Hill, Inc., 1995.

Mapa IV - Climatização e Refrigeração**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Climatização e Refrigeração

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Air Conditioning and Refrigeration

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

José Fernando de Almeida Dias (Regente) – TP:56

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 os alunos apliquem os conhecimentos adquiridos de termodinâmica, de mecânica dos fluidos e de transmissão de calor ao caso concreto das instalações de Ar Condicionado e de Frio.

Mais concretamente, pretende-se dos alunos adquiram o conhecimento dos equipamentos e dos regulamentos em vigor para o dimensionamento destas instalações.

Saibam fazer o cálculo das cargas térmicas dos edifícios ou de instalações frigoríficas. Saibam escolher e dimensionar os mais variados tipos de equipamentos utilizados nestas instalações.

Procura-se ainda desenvolver as capacidades de procura e processamento de informação, capacidade de trabalho autónomo; aplicação do conhecimento a novas situações, capacidade de escrever textos técnicos, e no que concerne ao trabalho realizado na disciplina, fazer da tecnologia uma atividade profissional.

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

It is intended that the students apply the acquired knowledge's of thermodynamics, fluid mechanics and heat transmission to the subject of the Air Conditioning and the Refrigerating Installations.

More concretely, one intends that the students acquire the knowledge of the equipment and of the regulations in

practice for the design of these installations.

Know to do the calculation of the thermal loads of the buildings. Be able to choose and design the equipment used in these installations.

It is also intended to develop in the students the skills of seek for information and process it, ability to work autonomously, apply their knowledge to new situations; technical writing dexterity, and in what concerns the work developed in this course, turning technology into business.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Climatização: A necessidade de ar condicionado. Condições de conforto. O clima e as condições exteriores. Condições de projeto. As cargas térmicas, solares e outras. Potência de arrefecimento e de aquecimento. As evoluções psicrométricas do ar condicionado. As instalações de ar condicionado. As baterias de arrefecimento, condensadores e torres de arrefecimento. As condutas de ar e o desempenho dos ventiladores. Os filtros.

Refrigeração: Fundamentos sobre as máquinas frigoríficas. Instalações de compressão simples e de compressão múltipla. Produtos perecíveis e sua conservação: temperatura de utilização e velocidade de congelação. Os principais métodos de congelação rápida, conservação de refrigerados e congelados. Aspetos gerais da construção das câmaras frigoríficas.

4.4.5. Syllabus:

Air conditioning: The need of air conditioning. Comfort conditions. Climate and outside conditions. Design conditions. Thermal charges; solar and others. Cooling and heating loads. The air conditioning processes. The air conditioning plants. Cooler coils, condensers and cooling towers. Air ducts and fan performance. Filters.

Refrigeration: Fundamentals of refrigeration plants. Simple and multiple compression refrigeration plants. Perishable products and its conservation: conservation temperature and speed of freezing. The main methods of fast freezing, conservation of cooled and frozen products. General aspects of the construction of refrigerating chambers.

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

A disciplina inicia com o estudo das cargas térmicas de edifícios. São apresentadas as normas RCCTE para o cálculo destas cargas.

Posteriormente são apresentados os diferentes tipos de sistemas de ar condicionados e analisados os seus modos de funcionamento. São apresentadas as normas RECESE as instalações de ar condicionado.

São apresentados os critérios para a escolha dos seus componentes; UTA; “Schiller”; condutas; ventiladores; etc.

Por fim a máquina frigorífica é analisada em pormenor, bem como a escolha dos seus componentes: compressores; válvulas de expansão; etc.

O domínio progressivo destes diferentes assuntos proporcionará ao aluno as capacidades para a realização do trabalho de projeto da disciplina e assim dos objetivos pretendidos.

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

The course begins with the study of the thermal charges of buildings. The RCCTE rules for the calculation of these charges are presented.

The different types of air conditioning systems are presented as well as their working modes. The RECESE rules for air conditioning systems are also presented. The selection criteria for their components is also presented: ATU; “Schiller”; conducts; ventilators, etc.

Finally the refrigerator machine is analyzed, as well as their components: compressors; expansion valves; etc.

The successive domain of these different matters will give to the student the skills for the realization of the project work and so the objectives of the course are fulfilled.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas faz-se a exposição da matéria, sendo incentivada a participação dos alunos. Nas aulas práticas faz-se uma abordagem centrada na prática simulada do domínio da aplicação dos conceitos de modo a que os alunos participem ativamente aplicando-os à resolução prática do projeto da instalação de AVAC ou Frio proposto a cada aluno.

Nas aulas e fora delas faz um acompanhamento tutorial para a realização do trabalho da disciplina.

Componentes de Avaliação:

A avaliação de conhecimentos envolve a realização de um projeto de AVAC ou de Frio, trabalho individual a ser desenvolvido durante as aulas, do qual será apresentado um relatório, antes da última semana de aulas, e feita uma apresentação oral, em seminário durante na última semana de aulas. O estado de progresso de cada projeto será avaliado duas vezes ao longo do semestre.

Nota Final = (0,6×projecto) + (0,2×estado de progresso do projeto) + (0,2×apresentação oral)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical classes the exposition of the discipline subjects is made, the participation of the students is stimulated. In the practical classes, problems and simulated practical cases in the domain of application of the concepts are presented in order that the students actively collaborate applying them to the practical resolution of the project proposed to each one.

In classes and outside them a tutorial accompaniment of the students work is made.

Evaluation Components:

The knowledge evaluation involves the accomplishment of an AVAC or a Refrigeration project, individual work to be developed during the classes, with a final report, to be presented before the last week of classes, and an oral presentation in a seminary of the discipline, in the last week of classes. Each project progress will be evaluated two times during de classes.

Final classification = (0,6×project) + (0,2×project progress) + (0,2×oral presentation).

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

A exposição da matéria nas aulas teóricas, recorrendo a conceitos da termodinâmica aplicada, dos fluidos e da transmissão de calor, permite aos alunos compreender os conceitos avançados relativos aos sistemas de ar condicionado e máquinas frigoríficas, bem como o dimensionamento e projeto dos seus componentes.

Nas aulas práticas, a resolução dos problemas práticos inerentes ao projeto, onde é necessária a utilização daqueles conceitos, permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e de resolução de problemas complexos. A realização de um trabalho de projeto consolida o domínio da matéria e prepara-os para a sua futura atividade profissional.

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

The presentation of subjects in theoretical classes, making use of applied thermodynamic, fluids and heat transfer concepts, allows students to understand the advanced concepts of air conditioning systems and refrigeration machines, as well as the design and conception of their components.

In practical classes, the resolution of the practical problems inherent to the project, where the application of those concepts is necessary, allows students the development of abilities to conceptualize and solve complex problems. The realization of a work project consolidates the expertise on the studied subjects and abilities and prepares them to their future professional activity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Acondicionamiento del Aire y Refrigeracion – Carlo Pizzetti – Interciencia*
- *Manual de Aire Acondicionado – Carrier - Marcombo, Barcelona*
- *Climatização em Edifícios – A.C. Piedade; A.M. Rodrigues; L.F. Roriz – Orion*
- *Industrial Refrigeration: principles, design and applications – P. Koelet – MacMillan*
- *Installations Frigorifiques – P.J. Rapin; P. Jacquard – PYC Edition*
- *Princípios de Refrigeração – R.J. Dossat – Hemus*
- *El Empleo del Frio en la Industria de la Alimentation – Rudolf Plank – Reverte*

PowerPoints das aulas – disponíveis na página da disciplina do CLIP.

Mapa IV - Máquinas Hidráulicas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Máquinas Hidráulicas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Hydraulic Machines

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*EMc***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:56***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Miguel Chagas da Costa Gil (Regente) - TP:56***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 desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- Conhecer os diferentes tipos de máquinas hidráulicas, os seus princípios de funcionamento e os seus domínios de aplicação.*
- Escolher o tipo e estimar a dimensão de uma máquina hidráulica para uma aplicação prática bem definida.*
- Resolver problemas envolvendo a otimização do funcionamento de máquinas hidráulicas.*
- Prever a ocorrência de cavitação em equipamentos hidráulicos e conhecer a sua importância no projeto e funcionamento de bombas e turbinas.*
- Escrever as equações fundamentais e triângulos de velocidades para a generalidade das turbomáquinas.*
- Aplicar a análise dimensional e os conceitos de semelhança na determinação de curvas características das máquinas hidráulicas.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*After this curricular unit, a student will be able to:*

- Know the different types, working principles and application field of fluid machines such as pumps and turbines.*
- Selection of the type and estimation of main dimensions of a hydraulic machine.*
- Analyse problems involving the optimization of performance of hydraulics machines.*
- Apply the equations of motion and velocity triangles to the generality of turbomachines.*
- Apply similarity concepts and dimensional analysis to hydraulics machines characteristics curves.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Introdução às máquinas hidráulicas. Tipos de máquinas hidráulicas: turbinas e bombas.*
- 2 - Fundamentos da teoria das turbomáquinas: princípio da quantidade de movimento aplicado ao escoamento num rotor; binário exercido no rotor; equação de Euler para as turbomáquinas. Triângulos de velocidades.*
- 3 - Aplicações da Equação de Euler: Turbinas axiais de reação (Kaplan). Turbinas radiais de reação (Francis). Turbinas Pelton. Turbinas Kaplan e de hélice. Bombas centrífugas: projeto da geometria do rotor e da voluta.*
- 4 - Aplicação dos parâmetros adimensionais e das leis da semelhança ao estudo, dimensionamento e seleção de turbomáquinas.*
- 5 - Bombas volumétricas: seleção, ferragem e características dinâmicas.*

4.4.5. Syllabus:

- 1 - Introduction to the hydraulic machines. Hydraulic machines types: Turbines and pumps.
- 2 - Fundamentals of turbomachine theory: momentum principle applied to flow through a rotor; torque exerted on the rotor; Euler equation for turbomachines; velocity triangles.
- 3 – Applications of Euler equation: Radial reaction turbines (Francis). Pelton turbines. Kaplan and propeller turbines. Centrifugal pumps: impeller vanes design; diffuser design.
- 4 - Dimensionless parameters and similarity laws applied to the design, characteristic curves and selection of turbomachines, Cordier diagram.
- 5 - Volumetric pumps: selection and dynamic characteristics.

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

O conteúdo programático do capítulo 1 é introdutório e usado ao longo de todos os outros capítulos. O capítulo 2 introduz a teoria elementar das turbomáquinas permitindo identificar os parâmetros importantes para o seu funcionamento. No capítulo 3 aplica-se a teoria elementar às turbomáquinas axiais, radiais e tangenciais. No capítulo 4 aplicam-se os conceitos de semelhança e análise dimensional às turbomáquinas. Apresentam-se as correlações experimentais mais utilizadas na prática. No capítulo 5 completa-se o estudo das bombas (não turbomáquinas) estudando-se as bombas volumétricas.

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

The syllabus of chapter 1 is introductory and used along all the other chapters. Chapter 2 allows the comprehension of basic concepts of turbomachine theory and operation. In Chapter 3 the elementary turbomachine theory is applied to axial, radial and tangential pumps and turbines.

In Chapter 4 is applied similitude and dimensional analysis in turbomachines context (practical and experimental correlations). In Chapter 5 is completed the study of pumps (not turbomachine) studying the positive displacement pumps.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As matérias teóricas são apresentadas e explicadas aos alunos. Essas matérias são aplicadas pelos alunos na resolução de problemas académicos. Ao longo do semestre, os alunos realizam 1 trabalho laboratorial.

A avaliação é efetuada através de 3 mini-testes ao longo do semestre ou por um exame final, e inclui ainda a classificação do trabalho laboratorial. A classificação final é obtida por: $CF = 0.2 \cdot T1 + 0.35 \cdot T2 + 0.3 \cdot T3 + 0.15 \cdot T4$, onde CF é a classificação final. O trabalho prático é obrigatório para a obtenção de frequência. CF é a classificação final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical issues are presented and explained to students. Those issues are applied by students to solve academic problems.

Evaluation is made by 3 mini tests along the semester or a final exam.

The final classification is obtained by: $FC = 0.4 \cdot T1 + 0.35 \cdot T2 + 0.25 \cdot T3$, where FC is the final classification.

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

A exposição da matéria nas aulas, recorrendo à mecânica dos fluidos e termodinâmica, permite aos alunos a compreensão de conceitos básicos e avançados em turbomáquinas. A resolução de exercícios académicos, onde é necessária a utilização daqueles conceitos, permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas típicos, culminando no domínio da matéria em estudo e preparando-os para a resolução de problemas práticos na sua futura atividade profissional. O trabalho laboratorial revela-se útil na transição da conceptualização para a aplicação de conceitos, facilitando o domínio das matérias estudadas.

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

The presentation of subjects in classes, making use of fluid dynamics and thermodynamics concepts, allows students to understand advanced concepts in turbomachines. The resolution of academic problems, where the application of those concepts is necessary, allows students the development of abilities to conceptualize and solve complex problems, resulting in expertise on the studied subjects and abilities to solve practical problems in future professional activity. The laboratorial works constitute a useful tool to help the transition from conceptualization to the application of the concepts, facilitating the gain of expertise in the studied subjects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- a) Gil, L. (2012), *Sebenta de Máquinas Hidráulicas*, F.C.T.-U.N.L.
- b) Falcão, A. F. O. (1998), *Mecânica dos Fluidos II (Turbomáquinas)*, AEIST, Lisboa.
- c) Henshaw, T. L. (1987), *Reciprocating Pumps*, Van Nostrand Reinhold Company New York.
- Macintyre, A. J. (1997), *Bombas e Instalações de Bombeamento*, L.T.C., S. Paulo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Máquinas Térmicas***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Thermal Machines***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EMc***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José Fernando de Almeida Dias (Regente) – TP:42***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 os estudantes saibam aplicar os conhecimentos adquiridos nos domínios da termodinâmica aplicada; da mecânica dos fluidos, e da transmissão de calor à compreensão análise do funcionamento das máquinas térmicas. Saibam identificar e quantificar os parâmetros de funcionamento e de projeto destas máquinas. Saibam escolher o tipo de máquina mais adequado a cada tipo de utilização, e encontrar as medidas necessárias para minimizar contribuição dos motores de combustão interna para a poluição atmosférica.

Pretende-se ainda desenvolver nos alunos as capacidades de: procurar e processar informação, capacidade de trabalho autónomo; auto aprendizagem, resolução de problemas, aplicação do conhecimento a novas situações, capacidade de escrever textos técnicos, técnicas de apresentação, capacidade de comunicação, fazer da tecnologia uma atividade.

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

One intends is that students apply the acquired knowledge of applied thermodynamics; fluid mechanics and heat transmission to the understanding and analysis of the thermal machines working behavior.. Identify and quantify the working and project parameters of these machines. Be able to chose the convenient machine to each type of utilization. Identify the necessary measures to minimize the internal combustion engines contribution for the atmospheric pollution.

It is also intended to develop in the students the skills of: seek for information and process it, ability to work autonomously, self learning, problem solving, apply knowledge to new situations; technical writing dexterity, presentation techniques, communicative aptitude, turning technology into business.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Motores Alternativos: Classificação dos motores. Componentes dos motores. Ciclo operativo dos motores a gasolina (SI). Ciclo operativo dos motores Diesel (CI). Exemplos de motores SI e Diesel. Parâmetros de projeto e de funcionamento dos motores. Potência indicada e efetiva. Fatores que afetam o desempenho e as emissões dos motores SI. Projeto da câmara de combustão de um motor SI. Fatores que afetam o desempenho e as emissões dos motores CI. Desempenho dos motores sobrealimentados e turbo alimentados.

Combustão: Modos de combustão e tipos de chamas. O "knock" e a ignição superficial. Números de octano e de cetano. Formação e controlo das emissões poluentes.

Turbinas de Gás: Turbinas a gás para propulsão aeronáutica. Rendimento da admissão e da tubeira. Turbo jacto simples. O turbo ventilador. O turbopropulsor. Pós combustão. Compressores radiais e axiais. Câmaras de combustão. Turbinas axiais e radiais. Previsão do desempenho de uma turbina de gás simples.

4.4.5. Syllabus:

Reciprocating engines: Engine classification. Engine components. Spark-ignition (SI) engine operation cycle. Compression-ignition (CI) engine operation cycle. Examples of SI and Diesel engines. Engine design and operation parameters. Indicated and brake power. Operating variables which affect SI engine performance, efficiency and emissions. SI engine combustion chamber design. Variables which affect CI engine performance, efficiency and emissions. Supercharged and turbocharged engine performance.

Combustion: Combustion modes and flame types. Knock and surface ignition. Octane index and Cetane index. Pollutant formation and control.

Gas Turbines: Gas turbine for aircraft propulsion. Intake and propelling nozzle efficiencies. Simple turbojet. The turbofan engine. The turboprop engine. Thrust augmentation. Centrifugal and axial flow compressors. Combustion systems. Axial and radial flow turbines. Prediction of performance of simple gas turbines.

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

A disciplina inicia-se por uma introdução aos motores de combustão interna alternativos. São analisadas de forma fundamentada as suas características de funcionamento e de desempenho, bem como os seus principais componentes e sistemas de alimentação de distribuição.

Numa fase intermédia é abordada a problemática da combustão, na perspetiva dos motores de combustão interna: ignição; velocidade de propagação da chama; dissociação.

Numa fase final são analisadas as turbinas a gás. Estes motores de combustão interna são abordados na perspetiva do dimensionamento dos seus componentes: compressor, câmara de combustão; turbina; e tubeira propulsora.

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

The course begins with an introduction to the alternative internal combustion engines. Their operation characteristics and performances are analyzed on a sound basis as well as their main components and systems of alimentention and distribution.

On an intermediate point the problem of combustion, from a point of view of the internal combustion engines is presented: Ignition; velocity of flame propagation, dissociation.

Finally the gas turbine engines are studied. These internal combustion engines are analyzed in order to the design of their main components: compressor; combustion chamber; turbine; and propulsion nozzle.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas faz-se a exposição da matéria, sendo incentivada a participação dos alunos. Nas aulas práticas faz-se uma abordagem centrada na prática simulada do domínio da aplicação dos conceitos de modo a que os alunos colaborem ativamente na resolução dos problemas e casos práticos propostos.

Nas aulas e fora delas faz um acompanhamento tutorial para a realização dos trabalhos da disciplina. Os trabalhos da disciplina têm como ponto de partida a pesquisa de informação, recorrendo a bibliotecas convencionais ou eletrónicas, ou simplesmente na Internet, e culminam com a submissão de um relatório final e a apresentação oral pública do mesmo.

Componentes de Avaliação:

1 mini testes + 1 trabalho prático (projeto de uma mini turbina a gás).

O trabalho prático é realizado em grupo.

Nota Final = (0,60×trab.grupo) + (0,40×miniteste).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical classes the exposition of the discipline subjects is made, the participation of the students is stimulated. In the practical classes problems and simulated practical cases in the domain of application of the concepts are presented in order that the students actively collaborate in their resolution.

In classes and outside them a tutorial accompaniment of the students is made for the accomplishment of the works of disciplines. The works of discipline have as starting point the information research, appealing to conventional or on line libraries, and culminate with the submission of a final report and a public presentation.

Evaluation Components:

2 mini tests + 1 practical work (mini gas turbine design).

The practical work carried out in group.

Final classification = (0,60×trab.grupo) + (0,40×miniteste).

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

A exposição da matéria nas aulas teóricas, recorrendo a conceitos da termodinâmica aplicada, dos fluidos e da transmissão de calor, permite aos alunos compreender os conceitos avançados relativos às máquinas térmicas, bem como o dimensionamento e projeto dos seus componentes.

Nas aulas práticas, a resolução de exercícios práticos, onde é necessária a utilização daqueles conceitos, permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e de resolução de problemas complexos. A realização de um trabalho de projeto consolida o domínio da matéria e prepara-os para a sua futura atividade profissional.

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

The presentation of subjects in theoretical classes, making use of applied thermodynamic, fluids and heat transfer concepts, allows students to understand the advanced concepts of the thermal machines, as well as the design and conception of their components.

In practical classes, the resolution of practical problems, where the application of those concepts is necessary, allows students the development of abilities to conceptualize and solve complex problems. The realization of a work project consolidates the expertise on the studied subjects and abilities and prepares them to their future professional activity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

PowerPoints das aulas – disponíveis na página da disciplina do CLIP.

Bibliografia Principal:

- Motores de Combustão Interna – Jorge Martins – Publindústria

- Gas Turbine Theory - H. Cohen, G.F.C. Rogers e H. Saravanamutto - Longman

Outra Bibliografia

- Internal Combustion Engine Fundamentals - John B. Heywood - McGraw-Hill

- Motores Endotérmicos – Dante Giacosa – Ediciones Omega

- Internal Combustion Engines - C.R. Ferguson - J Wiley

- Elements of Gas Turbine Propulsion – J. D. Mattingly - McGraw-Hill

- Jet Propulsion – Nicholas Cumpsty – Cambridge Univ. Press- An Introduction to - Combustion – Stephen R. Turns - McGraw-Hill

Mapa IV - Produção Assistida por Computador**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Produção Assistida por Computador

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Aided Production

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Carla Maria Moreira Machado (Regente) – TP:56

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):

Familiarizar e transmitir conhecimentos no domínio da produção assistida por computador, estabelecendo as ligações entre o projeto do produto, o planeamento de processos e a sua fabricação através da programação dos respetivos equipamentos produtivos.

Os focos são o Comando Numérico - manual e através de Sistemas CAD/CAM e a utilização de Manufatura Aditiva (processo de FDM) Os alunos desenvolverão um projeto de trabalho envolvendo o desenvolvimento de um produto, a preparação do plano de processo e a sua fabricação.

No final da UC o aluno deverá:

-dominar os princípios fundamentais de Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) sistemas e programação CNC, cálculos de engenharia e organização de equipas de projeto.

-ser capaz de avaliar e selecionar as soluções técnicas adequadas à fabricação, desenvolver um projeto de maquinaria de um produto e gerir uma equipa técnica.

-ter competências de trabalho em equipa, gestão do tempo, escrita técnica, apresentação oral e pensamento crítico.

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

Familiarize and transmit knowledge in the field of computer-assisted production, establishing the links between product design, process planning and manufacturing through the programming of the respective production equipment.

The focuses are the Numerical Command - manual and through CAD/CAM Systems and the use of Additive Manufacturing (FDM process). Students will develop a work project involving the development of a product, followed by the preparation of the process plans to manufacture it.

At the end of the course the student must:

- master the fundamental principles of Integrated Product Development (IPD), CNC systems and programming, engineering calculations and organization of project teams.

- be able to evaluate and select the appropriate technical solutions for manufacturing, project development involving CNC machining and manage a technical team.

- develop skills in teamwork, time management, technical writing, oral presentation and critical thinking.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Caracterização geral do conceito de Automação. Diferentes tipos de automação e o seu enquadramento industrial. Fatores motivadores da automatização. Fatores sociais contra a automatização. Caracterização de um sistema de produção. Os diferentes paradigmas de desenvolvimento: modelo tradicional e modelo concorrente. Planeamento de Processo Assistido por Computador (CAPP). Princípios fundamentais do comando numérico. Programação manual e programação automática. Sistemas de CAM. Caracterização da aplicabilidade dos sistemas de CAM. Manufatura Aditiva. Tecnologia de Deposição de Material Fundido. Desenvolvimento de um projeto utilizando o ambiente integrado existente no Laboratório de Tecnologia Industrial.

4.4.5. Syllabus:

The general concept of Automation. Different types of automation and industrial framework. Factors for and against automation. Social aspects of automation. Production systems. Discussion on the different paradigms of developing products: traditional vs concurrent models. Technological implications of the concurrent engineering paradigm.

Planning and computer assisted process planning (CAPP). Fundamental principles of numerical control: Manual and computer NC programming. Discussion on CAM systems. Additive Manufacturing. Fused Deposition Modelling Technology. Development of a project using the integrated environment available at the Industrial Technology Lab.

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

Após a aprendizagem de novas estratégias de desenvolvimento de produtos, os alunos serão expostos à necessidade de manufatura de componentes do produto que irão desenvolver. Para tanto, desenvolverão planos de processos completos, incluindo a programação de máquinas CNC.

O conhecimento descrito antes, fornece a base para a compreensão e implementação do seu projeto individual.

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

After learning the new strategies and models for product development the students will be faced with the need to manufacture parts of the product they will develop. For this, they will develop complete process plans including the CNC Machining.

The knowledge described earlier provides the basis to understand and to implement the final individual project.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas são expostos os diferentes temas realçando a importância do conhecimento no mundo do trabalho e é dado apoio ao desenvolvimento do projeto. A avaliação da disciplina é baseada no trabalho do aluno e no seu empenho na disciplina. A avaliação é contínua e consiste na realização de um projeto integrador de conhecimentos (PF) onde deverão conceber, projetar e produzir um produto. Este projeto é realizado em equipa e desenvolvido ao longo do semestre com a utilização dos softwares e equipamentos disponíveis. É avaliada a capacidade de integração, a capacidade de lidar com situações complexas e o trabalho de equipa.

A presença nas aulas e a intervenção ativa origina um fator majorante/minorante da nota final. No final do semestre é entregue uma memória descritiva relativa ao desenvolvimento do projeto e realizada uma apresentação do trabalho desenvolvido. A avaliação é individual e o aluno deve ter nota final igual ou superior a 10 valores para obter aprovação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The various subjects concerning the material contents are presented in connection to the real working world, stressing the importance of the knowledge.

The evaluation is based solely on the student's work and commitment. The evaluation is continuous and consists in the realization of a knowledge integrating project (PF). This project is carried out in team and developed throughout the semester using the available software and equipment, with the intention of evaluate the integration capacity, their ability to handle complex situations and teamwork.

Attendance at class and active intervention by students gives rise to a major/minor factor of the final grade.

At the end of the semester a report describing the development of the project should be submitted and an oral presentation of the developed work should be made. Students are evaluated individually.

The student must have a final grade of 10 or higher to pass.

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

A metodologia apresentada garante a criação de um ambiente de desenvolvimento simulado muito próximo de situações reais de operação em empresas de fabricação, obrigando o aluno a um trajeto de aprendizagem que a partir do conhecimento teórico o aplica a situações de facto. O desenvolvimento em equipa promoverá também outros skills pela necessidade que os alunos terão de interagir entre eles, promovendo hábitos de team-work.

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

The methodology presented before enables a simulated development environment very close to real situations of manufacturing companies, forcing the student to follow a learning path applying the theoretical knowledge to factual situations. The development of an integrated project in a team will promote additional skills as the students will have to interact with others developing team-work habits.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Ref.1 - M.P Groover e E.W. Zimmers, CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing, Prentice-Hall, Englewoods Clifs, 1984

Ref.2 - C. Relvas, Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais Publindústria, Edições Técnicas, 2000

Ref.3 - Techniques de L'Ingenieur - Biblioteca (Sala de Revistas - Piso 2- T2T50, vol. BD4)

Mapa IV - Processos Avançados de Fabrico e Ensaio não Destrutivos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Processos Avançados de Fabrico e Ensaio não Destrutivos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Manufacturing Processes and Non-Destructive Testing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Telmo Jorge Gomes dos Santos (Regente) - TP:28

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

Miguel Machado - TP:28

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

Pretende-se com esta disciplina, que os alunos adquiram conhecimentos sobre:

- Processos de fabrico avançados e/ou emergentes

- Os fundamentos das técnicas de controlo não destrutivo usados em engenharia mecânica

Saber

- Fundamentos teóricos e fenomenológicos envolvidos em processos de fabrico avançados nomeadamente para corte, soldadura, tratamentos de superfície, prototipagem rápida, etc.

- Fundamentos teóricos de processos de ensaios não destrutivos (END), potencial de aplicação. Estudo de casos.

Fazer

- Selecionar processos avançados de fabrico adequados a situações industriais pré-caracterizadas. Estudo de casos.

- Elaborar planos de inspeção e ensaios em sistemas mecânicos

- Aplicar as normas e regulamentos de ensaios não destrutivos

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

The course aims at providing students with knowledge on advanced manufacturing processes and non-destructive techniques

Know

-theoretical and phenomenological background of advanced processes and non destructive testing (NDT)

Do

- select processes adequate to predefined applications. Case studies.

- produce inspection plans and tests in mechanical systems

- apply standards and codes to NDT

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Corte por laser, jato de água, electro erosão e ultrassons

Soldadura laser e variantes, feixe de eletrões, fricção linear e variantes

Processamento por fricção linear

Tratamentos térmicos e revestimentos: PVD, CVD, LCVD, Sputtering

Microfabricação

Processos especiais

Tecnologias de processamento de polímeros e compósitos

Ensaio não destrutivos e seu enquadramento.

Defeitos e suas origens

Inspeção visual, líquidos penetrantes, magnestoscopia, raios X, US, correntes induzidas. Processos emergentes.

4.4.5. Syllabus:

Cutting: Laser, water jet, electro erosion and US

Welding: laser and its variants, electron beam, friction stir and its variants

Friction Stir Processing

Heat treating and coatings: PVD, CVD, LCVD, Sputtering

Microfabrication

Special Processes

Polymer and composites processing technologies

Non-destructive testing

Defects and its origins

Visual inspection, dye penetrant, eddy current, X rays, US. Emerging processes

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

Nas aulas faz-se a exposição teórica dos conceitos, sendo incentivada a participação dos alunos e realizam-se ensaios laboratoriais que fomentem a o contacto com os equipamentos e a aquisição de sensibilidade para a realização de

trabalhos de carácter experimental. Fazem-se ainda problemas de carácter didático de complexidade sucessivamente crescente e integradora dos conceitos.

Para além das aulas de contacto presenciais faz-se um acompanhamento tutorial dos alunos suportado em ferramentas de ensino-aprendizagem online.

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

Classes are used to introduce fundamental concepts and student participation is envisaged and laboratory tests are performed in order to increase the contact with laboratory equipment and experimental methods.

Exercises are conducted with increasing complexity throughout the semester aiming to integrate concepts.

Tutorial follow-up either in face to face or eLearning based is also implemented

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas faz-se a exposição da matéria, sendo incentivada a participação dos alunos e realizam-se ensaios laboratoriais que fomentem a o contacto com os equipamentos e a aquisição de sensibilidade para a realização de trabalhos de carácter experimental.

O Docente organiza visitas a empresas destinadas a consolidar conhecimentos teóricos e práticos como forma de os estudantes contactarem com equipamentos industriais.

Avaliação por projeto final.

Este projeto é realizado em grupos de 2 a 3 estudantes, entregue no final do semestre, seguido de apresentação e discussão individual. Não existe outro método nem momento de avaliação.

No decorrer do semestre (semana 5-6) deve ser entregue uma primeira versão draft do projeto e realizada uma primeira apresentação oral, a qual terá um peso de 15% da nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the classes the material is presented and interaction with the students is encouraged and in the laboratory experiments are performed to highlight the key characteristics of different technologies and to gain laboratorial experience.

The students are evaluated based on a project.

This project is done with groups of 2 to 3 students and is delivered at the end of the semester. The work will be reviewed and discussed.

In the middle of the term there will be a preliminary presentation of the students' project to see what their envisaged plan is.

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

A disciplina pretende assegurar aos alunos a compreensão e capacidade de usar um conjunto de ferramentas essenciais à atividade de um engenheiro mecânico nas componentes tecnológicas e de ensaios não destrutivos.

Estes objetivos são realizados através de três fases de aprendizagem

1.Os alunos são confrontados com os conceitos numa abordagem construtiva, utilizando recursivamente conceitos já adquiridos para a elaboração de novo conhecimento.

2.Os alunos são confrontados com a necessidade de usarem os novos conhecimentos e capacidades para a resolução de problemas, com o apoio do docente.

3.Os alunos realizam, autonomamente, atividades experimentais destinadas a consolidar a compreensão dos temas e a saber resolver problemas reais.

Cada um dos temas tratados na disciplina é apreendido através deste processo, conduzindo o aluno através de um percurso compreensão – aplicação, essencial em engenharia.

A realização de atividade experimental leva o aluno a perceber a importância prática do rigor e segurança

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

The course aims the students to be able to use a set of concepts that are essential to the activity of a mechanical engineer in its components of mechanical technology and non-destructive testing.

These goals are achieved through a three-phase apprenticeship:

1.Students are confronted with the main concepts in a constructive approach, where new knowledge is recursively built on top of already acquired concepts.

2.Students face the need to use the recently acquired knowledge and skills to solve new problems, with the support of the teachers.

3.The students (autonomously) perform experimental work aimed to consolidate the apprehension of the different subjects and to apply them to real life problems.

This three-phase process is used through all the subjects on the syllabus, leading the student through a path from compression towards application.

Experimental activity enhances the perception of this requirement of accuracy and safety aspects as a practical need.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Todo o programa da disciplina:

- Apontamentos das aulas teóricas e práticas

A bibliografia será indicada para cada tema de projeto, nomeadamente artigos científicos.

Bibliography will be given to each project subject, namely, scientific papers.

Mapa IV - Sistemas de Produção**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Sistemas de Produção***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Manufacturing Systems***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EMc***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Nuno Alberto Marques Mendes - TP:42***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):**

Familiarizar e transmitir conhecimentos no domínio dos novos sistemas de fabrico e de automação industrial. A unidade curricular desenvolve-se com foco nos temas mais relevantes dos Sistemas de Produção, nomeadamente em modelos quantitativos da produção e análise de custos, introdução à automação, processos de produção e estratégia de automação, processos de produção com controlo numérico, tecnologia de grupo, sistemas flexíveis de fabrico, implantação em células de produção, sistemas de controlo industrial e introdução à robótica industrial. No final da UC o aluno deverá:

- dominar as métricas para avaliação quantitativa da produção;*
- conhecer os vários aspetos dos sistemas de automação industrial: componentes, estratégias de controlo e sistemas computadorizados;*
- entender os vários aspetos da robótica industrial;*
- ser capaz de desenvolver um projeto para implementação de um sistema de fabrico;*
- ter competências de trabalho em equipa, escrita técnica e pensamento crítico.*

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

Familiarize and transmit knowledge in the field of new manufacturing systems and industrial automation. The curricular unit develops with a focus on the most relevant themes of Manufacturing Systems, namely quantitative models for production and cost analysis, introduction to automation, production processes and automation strategy, production processes with numerical control, group technology, flexible manufacturing systems, cellular manufacturing, industrial control systems and introduction to industrial robotics. At the end of the course the student must:

- master the metrics for quantitative assessment of production;*
- understand the various aspects of industrial automation systems: components, control strategies and computerized systems;*
- understand the various aspects of industrial robotics;*
- be able to develop a project to implement a manufacturing system;*
- develop skills in teamwork, technical writing and critical thinking.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Sistemas de Fabrico e sua caracterização no contexto do Sistema de Produção. Modelos Quantitativos da Produção. Custos de Produção. Organização e processamento de informação. Introdução à Automação. Sistemas de controlo industrial. Componentes de Automação: Sensores, Atuadores, ADC, DAC. Processos de produção com Controlo Numérico. Tecnologia de Grupo. Sistemas flexíveis de fabrico. Implantação em células de produção. Sistemas de movimentação e transporte. Linhas de produção automáticas. Introdução à Robótica Industrial. Estações de trabalho e células de fabrico (manuais e automáticas).

4.4.5. Syllabus:

Manufacturing Systems and their characterization in the context of the Production System. Quantitative Models for Production. Production costs. Organization and processing of information. Introduction to Automation. Industrial control systems. Automation components: Sensors, Actuators, ADC, DAC. Production processes with Numerical Control. Group Technology. Flexible manufacturing systems. Deployment in production cells. Handling and transportation systems. Automated production lines. Introduction to Industrial Robotics. Workstations and manufacturing cells (manual and automatic).

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

O conteúdo da disciplina fornece o conhecimento necessário para que os alunos fiquem habilitados a desenvolver projetos de implementação de sistemas de fabrico o que lhes confere também a capacidade de potencial integração no mundo do trabalho.

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

The content of the course provides the knowledge necessary for students to be able to develop projects to implement manufacturing systems, which will give them the ability and capacity of potential professional integration.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da UC baseia-se sobretudo em trabalho desenvolvido pelos alunos, no seguimento das aulas teóricas que possuem um caráter expositivo e demonstrativo. As aulas práticas têm o propósito de enquadrar os alunos nos temas abordados.

A avaliação da disciplina é baseada no trabalho do aluno e no seu empenho na disciplina. A avaliação é contínua e consiste em três momentos de avaliação:

- *Teste de avaliação (Tst);*
- *Trabalho individual (T1), que pretende desenvolver a capacidade de o aluno resolver situações e problemas utilizando os seus próprios recursos;*
- *Desenvolvimento de um projeto para a implementação de um sistema de fabrico (T2).*

Classificação final: $NF = 20\%Tst + 15\%T1 + 65\%T2$

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching of the UC is mainly based on work developed by the students, following the theoretical classes that have an expository and demonstrative character. Practical classes are designed to fit students into the topics covered.

The evaluation of the UC is based on the student's work and his/her commitment to the discipline. The evaluation is continuous and consists of three evaluation moments:

- *Evaluation test (Tst);*
- *Individual work (T1), which aims to develop the student's ability to solve situations and problems using their own resources;*
- *Development of a project for the implementation of a manufacturing system (T2).*

Final classification: $NF = 20\% Tst + 15\% T1 + 65\% T2$

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

A metodologia apresentada garante a criação de um ambiente de desenvolvimento simulado muito próximo de situações reais de operação em empresas de fabricação, obrigando o aluno a um trajeto de aprendizagem que a partir do conhecimento teórico o aplica a situações de facto. O desenvolvimento em equipa promoverá também outros skills pela necessidade que os alunos terão de interagir entre eles, promovendo hábitos de teamwork.

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

The methodology presented before enables a simulated development environment very close to real situations of manufacturing companies, forcing the student to follow a learning path applying the theoretical knowledge to factual situations. The development of an integrated project in a team will promote additional skills as the students will have to interact with others developing team-work habits.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Mikell P. Groover, Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing (5th Edition), Pearson, ISBN-13: 978-0134605463 (2018).*

- *Serope Kalpakjian and Steven Schmid, Manufacturing Engineering & Technology (7th Edition), ISBN-13: 978-0133128741 (2013).*

- *Mikell P. Groover, Mitchell Weiss, Roger N. Nagel, Nicholas G. Odrey, Industrial Robotics: Technology, Programming, and Applications, McGraw-Hill, ISBN-13: 978-0070249899 (1986)*

- *J. Norberto Pires, Industrial robots programming: building applications for the factories of the future, Springer,*

*Boston, MA, ISBN: 978-0-387-23325-3 (2007).
Apontamentos do Docente.*

Mapa IV - Métodos Experimentais em Engenharia Mecânica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Experimentais em Engenharia Mecânica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Experimental Methods in Mechanical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / SEmester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

António Paulo Vale Urgueira (Regente) - T:28; PL:56

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):

Ao realizar esta unidade curricular o estudante ficará apto a utilizar diferentes tipos de sensores que lhe permitem medir as respostas em sistemas mecânicos e estruturas presentes no laboratório. Os estudantes devem ser capazes de criar os respetivos modelos teóricos mais adequados, fazendo uso de conhecimentos aprendidos previamente em outras unidades curriculares, dando assim a oportunidade de poderem sedimentar as respetivas matérias. Num ambiente de grupo os vários elementos devem criar condições para criticar as soluções que forem apresentadas e propor medidas corretivas para os modelos que lhes permitam interpretar e explicar as diferenças entre as respostas obtidas por ambas as vias.

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

By doing this course the student will be able to use different types of sensors that allow him to measure responses in mechanical systems and structures present in the laboratory. Students should be able to create their theoretical models more appropriate, making use of knowledge learned previously in other courses, thus giving the opportunity to be able to settle their matter. In a group environment the various elements should create conditions to criticize the solutions presented and propose corrective measures for models that enable them to interpret and explain the differences between the responses obtained by both routes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Análise experimental de tensões: Princípios básicos da fotoelasticidade e da extensometria elétrica. Colocação de extensómetros. Ponte de Wheatstone. Roseta de extensões. Concentração de tensões. Dinâmica: Determinação dos momentos de inércia de corpos rígidos a partir da utilização do pêndulo composto e bifilar. Vibrações Mecânicas: Introdução à Análise modal experimental de sistemas vibratórios. Equilibragem experimental de rotores com e sem fase; utilização de lâmpada estroboscópica e sensor laser. Equilibragem num e em dois planos. Sistemas

de Aquisição de dados: Fundamentos da teoria dos sinais. Processamento e condicionamento de sinais. Transdutores: medição de força; de pressão; deslocamento; de velocidade; aceleração; caudal.

4.4.5. Syllabus:

Experimental stress analysis: Basic principles of electrical strain gages and photoelasticity. Placement of strain gauges. Wheatstone bridge. Stress concentration. Dynamic: Determination of moments of inertia of rigid bodies from the use of compound and bifilar pendulum. Mechanical Vibrations: Introduction to Experimental Modal Analysis of vibrating systems. Experimental balancing of rotors with and without phase, use of stroboscopic lamp and laser sensor. Balancing in one and two planes. Data Acquisition Systems: Fundamentals of the theory of signals. Processing and signal conditioning. Transducers: Measurement of force, pressure, displacement, velocity, acceleration, flow rate

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

Nesta unidade curricular o conteúdo tem uma forte ligação a matérias lecionadas previamente em disciplinas na área da resistência dos materiais, de dinâmica de corpos rígidos e de vibrações mecânicas. Há uma abordagem nova no que respeita ao princípio de funcionamento de vários sensores e às diferentes cadeias de medição necessárias para realizar os trabalhos práticos em laboratório. A integração de matérias necessária para a realização dos trabalhos e dos relatórios confere uma importância particular a esta unidade curricular, especialmente quando os estudantes pretendem explicar os resultados obtidos, quer por via teórica, quer por via experimental.

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

The content of this course has a strong connection to the material taught in prior courses in the field of strength of materials, dynamics of rigid bodies and mechanical vibration. There is a new approach as regards the principle of operation of various sensors and the different chain measuring required to carry out practical works in the laboratory. The integration of materials needed to carry out the work laboratory and the reports gives a particular importance to this course, especially when students try to explain the results, either by theoretical or by experimental route.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular consta de vários módulos que são lecionados nas aulas teóricas, uns tratando de matéria nova no curso e outros fazendo uma interligação de várias matérias entretanto aprendidas ao longo do curso. Essencialmente, no primeiro grupo abordam-se as técnicas de medição de resposta por via extensométrica, no segundo grupo pondera-se o efeito das incertezas do equipamento e da cadeia de medição no valor final que se pretende obter por via experimental e no terceiro utilizam-se modelos práticos associados a várias matérias da dinâmica do corpos rígidos e das vibrações mecânicas dando assim a oportunidade de se desenvolver um espírito crítico. A avaliação subentende a realização de todos os trabalhos laboratoriais e respetivos relatórios que são sujeitos a discussão com cada grupo de estudantes. Há ainda a realização de um teste final onde se avalia o nível de conhecimentos e capacidade de abordagem de situações novas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course consists of several modules that are taught in lectures, each dealing with new material in the course and others making an interconnection of various materials however learned throughout the course. Essentially, the first group discuss the techniques for measuring gage response by the second group considers the effect of the uncertainties of the equipment and the measurement chain in the final value to be obtained by using experimental and third-models are associated with various practical matters of the dynamics of rigid bodies and mechanical vibrations thus giving the opportunity to develop a critical spirit. The evaluation implies the realization of all laboratory work and their reports are subject to discussion with each group of students. There is also the realization of a final test which assesses the level of knowledge and ability to approach new situations

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

A metodologia de ensino e avaliação está em concordância com os objetivos propostos, no sentido em que permite aos alunos obterem não só novos conhecimentos a nível teórico como também lhes é dada a oportunidade de integrar matérias aprendidas em unidades curriculares anteriores, aliada à oportunidade de realizar trabalhos práticos no laboratório. Existe assim a oportunidade de os estudantes compararem resultados obtidos por ambas as vias, criando o ambiente para a discussão e crítica dos modelos e experimentação utilizada

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

The methodology of teaching and assessment is in line with the objectives, in the sense that allows students to not only gain new knowledge from a theoretical point of view, as well as they are given the opportunity to integrate material learned in previous courses, coupled with the opportunity to realize practical work in the laboratory. There is an opportunity for students to compare results obtained by both routes, creating the environment for discussion and criticism of the models used and experimentation

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Encyclopedie VISHAY d'Analyse des Contraintes" Ed da VISHAY Micromesures.
"Fundamentos de Extensometria Eléctrica" - A.P. Vale Urgueira FCT- 2015
"The Strain Gage Primer", CC Perry , HR Lissner, McGraw Hill
"Dinâmica - Mecânica Vectorial para Engenheiros", Beer and Johnston Mc Graw Hill 1998
RS Figliola, DE Beasley; "Theory and Design for Mechanical Measurements", John Wiley Sons
KG McConnell "Vibration Testing - Theory and Practice" ,John Wiley Sons
Maia et all, "Theoretical and Experimental Modal Analysis", RSP, 1997
JH Ginsberg "Mechanical and Structural Vibrations - Theory and Applications", JWS, 2001

Mapa IV - Tópicos Avançados em Mecânica Estrutural**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tópicos Avançados em Mecânica Estrutural

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Topics in Structural Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

João Mário Burquete Botelho Cardoso (Regente) – TP:28

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

Pedro Samuel Gonçalves Coelho – TP:28

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

O objetivo da disciplina é permitir aos alunos apreenderem algumas matérias que não constam das disciplinas do curso, mas que podem ser consideradas importantes na área da Mecânica Estrutural. É o caso do estudo do comportamento mecânico dos materiais compósitos constituídos por uma matriz reforçada por fibras, dispostos em várias lâminas de forma a constituírem um laminado, que são cada vez mais usados para construir estruturas em Engenharia Mecânica. Também é o caso da matéria de otimização estrutural, que é agora lecionada nesta disciplina em vez de o ser na disciplina de Métodos Computacionais em Engenharia Mecânica, que passa a estar, desde o ano letivo 2017/2018, exclusivamente associada ao ensino do método dos elementos finitos.

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

The aim of the course is to enable students to learn subjects that are not part of other courses, but which can be considered important in the area of Structural Mechanics. This is the case of the mechanical behavior of composite materials consisting of a fiber-reinforced matrix, arranged in several layers to form a laminate, which are increasingly used to build mechanical engineering structures. It is also the case of the subject of structural optimization, which is taught in this course rather than in the Computational Methods in Mechanical Engineering course, which is, since

2017/2018, exclusively associated with the teaching of the finite element method.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Módulo 1: Introdução aos materiais compósitos constituídos por resinas reforçadas com fibras. Comportamento macromecânico de uma lâmina. Relações tensão-deformação para materiais anisotrópicos. Comportamento micromecânico de uma lâmina. Comportamento de laminados. Modos de falha e critérios de falha. Modelos numéricos de compósitos: micro, meso e macro escala. Otimização de estruturas constituídas por materiais compósitos.

Módulo 2: Formulação de problemas de otimização estrutural. Otimização de dimensões, de forma e de topologia. Otimização restringida e não restringida. Conceito de multiplicador de Lagrange. Otimização linear e não linear. Condições de otimalidade (KKT). Otimização contínua e discreta. Funcionamento dos algoritmos baseados no gradiente. Funcionamento dos algoritmos evolutivos. Resolução de problemas de otimização dimensional de estruturas utilizando os programas OCTAVE e ANSYS.

4.4.5. Syllabus:

Module 1: Introduction to composite materials made of fiber reinforced resins. Macromechanical behavior of a blade. Stress-strain relationships for anisotropic materials. Micromechanical behavior of a blade. Laminate behavior. Failure modes and failure criteria. Numerical models of composites: micro, meso and macro scale. Optimization of structures made of composite materials.

Module 2: Formulation of structural optimization problems. Optimization of dimensions, shape and topology. Constrained and not constrained optimization. The Lagrange Multiplier Concept. Linear and nonlinear optimization. Optimality conditions (KKT). Continuous and discrete optimization. Gradient based algorithms and evolutionary algorithms. Solution of size structural optimization problems using OCTAVE and ANSYS.

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

A Uc permite aos alunos apreenderem algumas matérias que não constam do currículo do curso mas que podem ser consideradas importantes na área da Mecânica Estrutural. O programa da Uc está dividido em dois módulos. Nas aulas T são apresentados os conceitos fundamentais, sendo ilustrada a sua aplicação em exemplos. Nas aulas PL os estudantes consolidam esses conceitos através da resolução de exercícios de aplicação. Os alunos são avaliados quanto à teoria através de testes de avaliação realizados nas aulas T. A componente PL da Uc envolve aulas em laboratório dotado de vários computadores com software instalado para a análise e otimização de estruturas havendo uma avaliação de conhecimentos através de trabalhos práticos individuais e também de grupo. A aplicação prática dos conceitos lecionados envolve ainda a utilização de linguagens de programação e também o uso de programas de elementos finitos, oferecendo ao aluno a possibilidade de obter uma mais sólida experiência nestes domínios.

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

This discipline aims to introduce some topics that are not treated in the curriculum but can be considered important in the field of Structural Mechanics. The program is divided in two modules. The students acquire the theoretical knowledge of the syllabus attending the theoretical lectures and apply them in the lab classes. The students are evaluated as regards theory concepts by means of tests carried out at theoretical classes. The applications of the theory are addressed on Lab classes involving the use of personal computers for the analysis and optimization of structures and the evaluation here involves individual and also group work. The practical application of the concepts taught involves the use of programming languages as well as the use of finite element programs, offering the student the possibility to gain a more solid experience in these domains.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas e as aulas laboratoriais estão programadas. Nas aulas teóricas são dadas notas no quadro assim como também apresentações em powerpoint. No laboratório os estudantes interagem com computadores pessoais e o software instalado (OCTAVE e ANSYS).

Para ter aprovação na disciplina:
 $0,25 \times TR1 + 0,25 \times TR2 + 0,25 \times T1 + 0,25 \times T2 \geq 10$

*TR1—Trabalho de grupo sobre compósitos.
 TR2—Trabalho de grupo sobre otimização.
 T1—Teste individual sobre compósitos.
 T2—Teste individual sobre otimização.*

No caso de reprovação na avaliação contínua:
 $0,25 \times TR1 + 0,25 \times TR2 + 0,5 \times E \geq 10$

O exame E tem nota mínima de 9,5val

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical Lectures and laboratory sessions are included. At the lectures, notes at the blackboard are given as well as powerpoint slideshows. At the Lab sessions the students interact with PC machines using the installed software (OCTAVE and ANSYS).

To be approved in the course:

$$0,25xTR1+0,25xTR2+0,25xT1+0,25xT2 \geq 10$$

TR1—Group work on composites.

TR2—Group work on optimization.

T1—Individual test related to composites.

T2—Individual test related to optimization.

In the case of failure in the previous evaluation:

$$0,25xTR1+0,25xTR2+0,5xE \geq 10$$

The minimum grade for the Exam is 9,5val

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

Neste curso ensina-se mecânica dos materiais compósitos constituídos por resinas reforçadas com fibras e otimização estrutural, com uma forte base teórica em ambas as matérias. Para consolidar a aprendizagem da teoria, ela é complementada pela experiência prática. Para tal os alunos usam computadores pessoais em aulas de laboratório com programas instalados específicos para a análise de compósitos e para otimização de estruturas mecânicas e adquirem conhecimento sobre como os utilizar através da resolução de problemas didáticos. Em seguida os alunos são estimulados a resolver dois projetos finais mais longos e complexos trabalhando em equipa, um sobre compósitos e o outro sobre otimização. Para avaliar as bases teóricas do aluno são realizados testes manuscritos individuais.

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

This course teaches mechanics of composite materials made of fiber-reinforced resins and structural optimization, with a strong theoretical base in both subjects. To consolidate learning of this theory, it is complemented by practical experience. To this end, students use personal computers in laboratory classes with specific programs installed for composites analysis and optimization of mechanical structures and acquire knowledge on how to use them by solving didactic problems. Then students are encouraged to solve two longer and more complex final projects working as a team, one on composites and the other on optimization. To evaluate the theoretical basis of the student individual handwritten tests are performed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mechanics of Composite Materials, Robert M. Jones, Taylor & Francis, London, 1999.

Introduction to Optimum Design, Fourth Edition, Jasbir S. Arora, Science Direct, 2016

Mapa IV - Análise de Condição de Sistemas Mecânicos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise de Condição de Sistemas Mecânicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Condition Assessment of Mechanical Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:*Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Tiago Alexandre Narciso da Silva (Regente) – TP:42***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 desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam adquirir:**- Conhecimento específico: compreender conceitos de aquisição e processamento de sinal e sua influência no diagnóstico; compreender conceitos de manutenção condicionada; compreender conceitos de identificação de dano em estruturas.**- Competências específicas: ser capaz de adquirir, processar e analisar dados; ser capaz de diagnosticar e corrigir avarias em máquinas rotativas; ser capaz de detetar e localizar dano em estruturas; compreender a cadeia de medição e o funcionamento de base dos sensores mais comuns.**- Competências genéricas: ser capaz de trabalhar em equipa; ser capaz de comunicar os resultados dos diagnósticos desenvolvidos; ser capaz de criticar decisões/opções de operação.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this curricular unit (UC), students will gain knowledge, skills and competences that will allow them to acquire:**- Specific knowledge: to understand the fundamentals of signal acquisition and processing and its influence in diagnosis; to understand the fundamentals of condition based maintenance; to understand the fundamentals of structural damage identification.**- Specific competences: to be able to acquire, process and analyse data; to be able to diagnose and correct faults in rotating machinery; to be able to detect and localize structural damage; to understand the measurement chain and the basis function principle of the most common sensors.**- General competences: to be able to work in a team; to be able to communicate results and conclusions from developed diagnosis; to be able to criticise operational decisions/options.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução e motivação*
2. *Introdução às estratégias de manutenção*
3. *Conceitos fundamentais de Análise de Condição de Sistemas Mecânicos*
4. *Fundamentos de aquisição e processamento de sinal*
5. *Técnicas de Controlo de Condição*
6. *Vibrometria no Controlo de Condição*
7. *Diagnóstico e correção de avarias em máquinas rotativas*
8. *Identificação de dano em estruturas*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction and motivation*
2. *Introduction to maintenance strategies*
3. *Fundamental concepts of Condition Assessment of Mechanical Systems*
4. *Fundamentals of signal acquisition and processing*
5. *Condition monitoring techniques*
6. *Vibrometry for condition monitoring*
7. *Diagnosis and correction of faults in rotating machinery*
8. *Structural damage identification*

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

Nesta UC os alunos apreendem os conceitos fundamentais de manutenção industrial por vibrometria e da teoria de identificação de dano estrutural.

As aulas promovem que os estudantes adquiram o conjunto de conhecimentos proposto, que é suportado por prática laboratorial. Os estudantes são desafiados a ler textos científicos enquadrados com os temas tratados e são estimulados a procurar as técnicas mais difundidas na literatura.

Os projetos práticos propostos cobrem a matéria dada exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos e exercitando a sua utilização

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

In this UC, students acquire the fundamental knowledge on vibration based industrial maintenance and on structural damage identification.

All classes promote the acquisition of knowledge on the syllabus contents, supported by laboratory practice. Students are challenged to read scientific works framed with the concepts of the UC and they are encouraged to find in the literature the most disseminated techniques.

The proposed practical projects cover the syllabus and they demand students to understand theoretical concepts and apply them in a practical scenario.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta UC é lecionada em aulas teórico-práticas onde os conceitos fundamentais são apresentados em conjunto com a sua demonstração prática ou através da simulação computacional.

O método expositivo e os trabalhos laboratoriais têm como principal objetivo motivar os estudantes para a resolução de problemas práticos/industriais, contribuindo de forma decisiva para a formação de engenheiros mecânicos capazes de satisfazer os requisitos do tecido empresarial, mas também de os dotar de ferramentas de iniciação à investigação.

Esta UC é avaliada por projetos, sempre em avaliação contínua. São realizados 2-3 projetos práticos (laboratório) durante o semestre. No final do semestre é entregue um texto individual de reflexão acerca das temáticas abordadas na UC (componente individual de avaliação).

Nesta UC não há possibilidade de obter aprovação por exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This UC is delivered using theoretical/practical classes where the fundamental concepts are presented together with their practical demonstration/illustration or through computational simulation.

Both the expository method and the lab projects aim at motivating students to the resolution of practical/industrial problems, enhancing the training of mechanical engineers capable to fulfil the requirements of the industry, but also to develop competences on research.

This UC is assessed by team projects, always within continuous evaluation framework. Students must deliver 2-3 practical projects (lab) during the semester. At the end of the semester, students must write an individual text, where they are asked to present a reflection on the taught subjects (individual evaluation component).

Students cannot get this UC approved by exam.

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

Nesta UC, os estudantes aprendem os fundamentos de controlo da condição de equipamentos e estruturas. Os estudantes são expostos a conceitos de manutenção industrial, incluindo práticas habituais e normalização aplicável.

Os projetos práticos, desenvolvidos com recurso a equipamento didático, versam sobre diferentes tipos de funcionamento anómalo de equipamentos rotativos. Os estudantes têm de compreender e aplicar o conhecimento adquirido no âmbito de técnicas industriais de diagnóstico e correção de anomalias.

Os estudantes têm de saber comunicar os seus resultados e conclusões em diferentes perspetivas, a do formador e a do prestador de serviços.

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

On this UC students learn the fundamentals of condition and structural health monitoring. They are exposed to concepts of industrial maintenance including current industrial practice and applicable standards.

The practical projects, performed in didactical lab apparatus, cover different typical faults of rotating machinery.

Students must understand and apply the adquired knowledge on industrial techniques to diagnose and correct the referred faults.

Students must be able to communicate their results and conclusions on different perspectives, as trainers and as service providers.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- R. Keith Mobley (2014). *Maintenance Engineering Handbook, Eighth Edition, McGrawHill*
- R. B. Randall (2011). *Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications, John Wiley & Sons*
- C. Boller, F.-K. Chang, Y. Fujino (2009). *Encyclopedia of Structural Health Monitoring, John Wiley & Sons, Inc.*
- Maia, Silva, He, Lieven, Skingle, To, Urgueira (1997). *Theoretical and Experimental Modal Analysis, RSP.*
- V. Wowk (1991). *Machinery Vibration: Measurement and Analysis, McGraw-Hill.*

- Silva, T. A. N., Roque, A. A., 2013. *Optimização do Processo de Equilibragem Dinâmica: Metodologia Multiponto.*
- Roque, A. A., Silva, T.A.N, Calado, J.M.F., Dias, J.C.Q., 2008. *Rolling bearing fault detection and isolation - A didactic study.*
- Maia, N.M.M., Almeida, R.A.B., Urgueira, A.P.V., Sampaio, R.P.C. 2011. *Damage detection and quantification using transmissibility*

Mapa IV - Órgãos de Máquinas II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Órgãos de Máquinas II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Machine Elements II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Rui Fernando dos Santos Pereira Martins (Regente) – T:28; PL:28

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 desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Conhecer e compreender os conceitos de mecanismo, corpo rígido, corpo flexível, graus de liberdade, pares principais e pares secundários, centros instantâneos de rotação;
- Ser capaz de fazer a análise cinemática, dinâmica e a síntese de mecanismos;
- Comparar resultados cinemáticos e de dinâmica de mecanismos, obtidos por via teórica, com os resultados obtidos por via da simulação computacional de mecanismos;
- Ser capaz de dimensionar placas finas utilizando o Método de Navier e de Rayleigh-Ritz;
- Ser capaz de analisar placas finas ou espessas através do Método dos Elementos Finitos;
- Ser capaz de dimensionar reservatórios pressurizados, de casca fina, utilizando as equações teóricas de equilíbrio estático de cascas, normas e programas de análise estrutural (Método dos Elementos Finitos).

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

At the end of the semester, the student will have acquired knowledge, skills and competences that will allow him to:

- Understand the concepts of a mechanism, namely, rigid body, flexible body, degrees of freedom, primary and secondary pairs, instantaneous centres of rotation;
- Do the kinematic and dynamics analyses, as well as the synthesis, of mechanisms, both theoretically and numerically;
- Be able to dimension thin plates using the Navier and the Rayleigh-Ritz method;
- Be able to dimension pressure vessels using the theoretical equations of static equilibrium of thin shells or by using relevant Standards;
- Determine the stresses and displacements of plates and pressure vessels using the Finite Element Method.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Teoria de máquinas e de mecanismos: cinemática e dinâmica das máquinas. Utilização de formulação cartesiana, assim como de métodos gráficos e semi-gráficos para fazer a análise dos deslocamentos, velocidades e acelerações dos elementos de ligação constituintes de mecanismos. Métodos gráficos de síntese de mecanismos planos para duas e três posições coordenadas. Simulação numérica de máquinas utilizando programas de Engenharia Assistida por Computador, tais como o SolidWorks Motion e o SW Simulation.
- Reservatórios sob pressão: equações de equilíbrio estático de cascas finas, não sujeitas a chama, com geometria e carregamento axissimétricos. Introdução às normas de dimensionamento de reservatórios sob pressão, nomeadamente, ASME Boiler and Pressure Vessels Code, Secção VIII, Divisão 1 e EN13445- Unfired pressure vessels.
- Placas: dimensionamento de placas finas através do Método de Navier e de Rayleigh-Ritz.

4.4.5. Syllabus:

Mechanism and machine theory: cartesian formulation, graphical and semi-graphical methods for the analysis of displacement, velocity and acceleration of mechanisms. Kinematics and dynamics of machines. Graphical methods for the synthesis of mechanisms with 2 and 3 coordinate positions. Numerical simulation of mechanisms using computer aided engineering software, such as SolidWorks (SW) Motion and SW Simulation.

Pressure vessels: design and fabrication of axisymmetric pressure vessels. Introduction to its design through standards, such as ASME Boiler and Pressure Vessels Code, Section VIII, Division 1 and EN 13445 - Unfired pressure vessels.

Theory of thin plates: calculation of deflections, stresses and strains using the Navier and the Rayleigh-Ritz Methods.

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

A matéria lecionada cobre os temas teóricos que se pretende que os alunos aprendam, os quais são frequentemente aplicados durante a vida profissional de um engenheiro mecânico e estão coerentes com os objetivos da unidade curricular. As aulas teóricas e práticas permitem a exposição teórica da matéria pelo docente, a aquisição de conceitos de projeto mecânico pelos alunos, assim como o desenvolvimento das suas capacidades de análise, de síntese e de cálculo/dimensionamento.

Os temas lecionados na unidade curricular têm aplicabilidade direta na vida profissional de um Engenheiro Mecânico, pelo que nas aulas teóricas, nas aulas práticas e nas aulas de laboratório são apresentados exemplos concretos e são propostos exercícios práticos de casos reais de projeto em Engenharia Mecânica.

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

The subjects taught covers the theoretical issues the students are supposed to learn, which are often applied during the professional life of a mechanical engineer and are consistent with the objectives of the course.

The means used to teach the syllabus include theoretical, practical and laboratory classes, which allow the theoretical exposition by the teacher, the acquisition of mechanical design concepts by students, as well as the development of

their skills of analysis and synthesis.

As the subjects taught in the course are often directly applied by the mechanical engineers, examples and practical exercises of real cases of Mechanical Engineering design are often presented and analysed in classes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino utilizado nas aulas teóricas é o da exposição oral das matérias, acompanhada com desenhos e resumos feitos pelo docente no quadro. São utilizados meios audiovisuais para a projeção de slides. As aulas práticas destinam-se à resolução de exercícios, os quais incidem sobre a matéria dada nas aulas teóricas precedentes. O docente apresenta um problema e resolve-o, de modo a indicar a estratégia de resolução. Outros exercícios são então apresentados e o docente define um tempo para a sua resolução, acompanhando a evolução dos trabalhos e esclarecendo quaisquer dúvidas. Terminado o tempo previsto, o docente resolve o problema, explicando-o, e são debatidas outras abordagens de resolução.

A realização de um trabalho prático (TP), assim como a realização de dois testes (T1 e T2), permite fazer a avaliação de toda a matéria lecionada ao longo do semestre ($NF=0,35xT1+0,35xT2+0,3xTP$).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method mainly used is the oral exposition, together with sketches, schemes and resumes made by the teacher in the classroom's blackboard. The video projector is also used in the classroom. In the practical classes, the teacher solves representative problems to introduce the exercises' strategies of resolution to the students. Then, other exercises are presented and a period of time is defined to its resolution. The teacher will attend any doubts during this period. All exercises are solved in the blackboard and are commented.

The practical work to be carried out (TP), together with the two tests foreseen (T1, T2), will allow the students to review all the subjects taught during the semester and to evaluate their knowledge ($NF=0.35xT1+0.35xT2+0.3xTC$).

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

A teoria que se pretende transmitir é lecionada em aulas teóricas e aplicada e trabalhada pelos alunos em aulas práticas, onde os alunos são incentivados a participar de forma ativa. O docente apresenta um problema e define um tempo para a sua resolução, acompanhando a evolução dos trabalhos e esclarecendo quaisquer dúvidas. Terminado o tempo previsto, o docente convida um aluno a resolver o problema no quadro, explica o exercício e, caso existam, são debatidas outras abordagens de resolução possíveis para o problema.

A eficiência da transmissão e assimilação do conhecimento é aferida através de dois testes escritos.

As aulas em Laboratório têm como objetivo o contacto com os equipamentos existentes no Laboratório de Projeto de Máquinas. Com o enunciado dos trabalhos são fornecidas indicações acerca da forma de apresentação dos mesmos. Pretende-se fomentar a transmissão de informação de uma forma clara, concisa e objetiva. É também fomentada a utilização dos meios informáticos (SolidWorks, SolidWorks Motion and SolidWorks Simulation/Ansys) para a resolução dos trabalhos, confrontando os valores experimentais com os valores decorrentes da teoria exposta e com os valores obtidos pelos métodos computacionais.

A realização de um trabalho prático, de carácter obrigatório para a obtenção de frequência, permite realizar trabalho de equipa (máximo de 3 alunos/grupo), desenvolver a capacidade de escrita de relatórios técnicos, assim como fazer a revisão e a aplicação da matéria lecionada ao longo do semestre.

Durante o Teste 2 e o Exame(T2), é permitido utilizar três folhas de formulário exclusivamente relacionadas com a matéria de reservatórios pressurizados e placas. O formulário deve ser manuscrito por cada aluno.

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

The theory intended to be transmitted is taught in theoretical classes and is applied and worked on in practical classes, in which the students are encouraged to have an active posture.

The teacher solves representative problems to introduce the exercises' strategies of resolution to the students. Then, other exercises are presented to the students, and a period is defined to its resolution. The teacher will attend any doubts during this period, after which a student is kindly asked to solve the exercise at the blackboard. Then, the solution is commented and, if any, other strategies of resolution are presented.

The efficiency of the transmission of knowledge and its assimilation is measured with two written tests.

The practical work to be carried out during the semester will allow teamwork (max. of 3 students/group) and to develop their ability to write technical reports; in addition, the students will use Computer-Aided Engineering software, such as SolidWorks, Cosmos Motion and Simulation/Ansys. The work will also allow the students to review all some of the subjects taught during the semester.

During test no.2 and the exam(T2), the students will be allowed to consult a formulary of two manuscript pages related to thin plate's theory and thin shells' theory.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Schwamb, Merrill, James & Doughtie, "Nociones de Mecanismos", Ed. Aguilar S.A.
- Sclater, N., Chironis, N., MECHANISMS AND MECHANICAL DEVICES, SOURCEBOOK, Fourth Edition, McGraw-Hill, 2007
- Bednar, Henry H., "Pressure vessel design handbook", Ed. Van Nostrand Reinhold Company (1991)
- Ugral, Ansel C., "Stresses in plates and shells", 2a Edição, McGraw-Hill International Editions (1999)
- Elementos bibliográficos fornecidos pelo docente, nomeadamente: slides, enunciados de exercícios, etc.

Mapa IV - Toleranciamento de Sistemas Mecânicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Toleranciamento de Sistemas Mecânicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Tolerancing of Mechanical Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

António José Freire Mourão – TP:56

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):

Visão global e integradora das características dimensionais e geométricas de um produto, na função, na produção e na inspeção:

- i) Preparação do projeto de produtos mecânicos, simples e complexos, para fabrico e montagem em série, através de uma especificação correta das suas características-chave representadas por tolerâncias (dimensionais e geométricas).*
- ii) Preparação da industrialização de produtos com vista à redução de custos e de tempos.*
- iii) Preparação do controlo dimensional e geométrico.*

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

Global and integrated vision of dimensional and geometric characteristics of a product in terms of function, production and inspection:

- i) Preparation of mechanical design of the simple and complex products for manufacturing and assembly, through proper specification of their key-characteristics represented by tolerances (dimensional and geometrical).*

- ii) *Preparation of industrialization of products to reduce cost and time.*
- iii) *Preparation of dimensional and geometrical control.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Cotagem funcional e toleranciamento geométrico. Problemática da cotagem funcional. Levantamento das exigências funcionais. Cadeias de cotas. Análise e síntese de tolerâncias com intermutabilidade total e com modelos estatísticos. Toleranciamento geométrico. Sequência de referências. Condições de material. Cálculo de tolerâncias geométricas. Hierarquia dos subconjuntos na montagem.*
2. *Cotagem para fabricação e montagem - Determinação das especificações de fabricação. Repartição de tolerâncias. Modelação das zonas de dispersão. Transferência de cotas do projeto para a produção. Simulação de fabricação. Definição de estádios intermédios. Indicadores de aptidão dos processos.*
3. *Medição e controlo - Princípios e métodos de verificação. Equipamento de metrologia. Projeto de calibres funcionais. Princípios para o projeto de sistemas de sujeição de peças. Metrologia de coordenadas.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Functional dimensioning and geometrical tolerancing - Problem of functional dimensioning. Survey of functional requirements. Chains of functional dimensions. Analysis and synthesis of tolerances with worst-case and statistical models. Geometric tolerancing. Sequence of the datum. Material conditions. Calculation of geometric tolerances. The hierarchy of subassemblies in the assembly.*
2. *Dimensioning and tolerancing to the operations of manufacturing and assembly - Manufacturing specifications. Allocation of tolerances. Modelling the areas of dispersion. Dimensions transfer from design to manufacturing. Manufacturing simulation. Defining intermediate stages. Indicators of processes capabilities.*
3. *Measuring and control - Principles and methods of measuring. Metrology equipment. Design of functional gages. Design principles of fixturing and clamping systems. Coordinate metrology.*

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

Os conteúdos programáticos estão relacionados com os objetivos da Unidade Curricular da seguinte forma:

- *A primeira parte permite o conhecimento para expressar a análise do produto em termos das tolerâncias a especificar no produto.*
- *A segunda parte permite o conhecimento para pensar o fabrico e a montagem de forma a cumprir as especificações do produto, em termos das tecnologias e dos processos a utilizar.*
- *A terceira parte permite o conhecimento para fazer o planeamento da inspeção dimensional e geométrica.*

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

The contents are related to the objectives of the course as follows:

- *The first part allows the knowledge to express analysis of the product in terms of tolerances specified in the product design.*
- *The second part allows the knowledge to think manufacturing and assembly in order to meet the product specifications, in terms of technologies and processes to be used.*
- *The third part allows the knowledge to make the planning of dimensional and geometric inspection.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação dos conteúdos teóricos seguidos de análise de problemas concretos e resolução de casos de projeto, num ambiente de envolvimento de professor e alunos.

A realização de um trabalho prático (TP), assim como a realização de um teste (T), permite fazer a avaliação de toda a matéria lecionada ao longo do semestre ($NF=0,3xT+0,7xTP$).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation of the theoretical contents followed by analysis of real problems and case resolution in the design perspective, in an environment involving teachers and students.

The practical work to be carried out (TP), together with one test (T), will allow the students to review all the subjects taught during the semester and to evaluate their knowledge ($NF=0.3xT+0.7xTC$).

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

A matéria lecionada cobre os temas teóricos que se pretende que os alunos aprendam, os quais são frequentemente aplicados durante a vida profissional de um engenheiro mecânico e estão coerentes com os objetivos da unidade curricular. As aulas teóricas-práticas permitem a exposição teórica da matéria pelo docente, a aquisição de conceitos de projeto mecânico pelos alunos, assim como o desenvolvimento das suas capacidades de análise, de síntese e de cálculo.

Os temas lecionados na unidade curricular têm aplicabilidade direta na vida profissional de um Engenheiro Mecânico, pelo que nas aulas são apresentados exemplos concretos e são propostos exercícios práticos de casos reais de projeto em Engenharia Mecânica.

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

The subjects taught covers the theoretical issues the students are supposed to learn, which are often applied during the professional life of a mechanical engineer and are consistent with the objectives of the course.

The means used to teach the syllabus include theoretic-practical classes, which allow the theoretical exposition by the teacher, the acquisition of mechanical design concepts by students, as well as the development of their skills of analysis and synthesis.

As the subjects taught in the course are often directly applied by the mechanical engineers, examples and practical exercises of real cases of Mechanical Engineering design are often presented and analysed in classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Diversas brochuras preparadas pelo regente da disciplina.

ANSELMETTI Bernard, "Tolérancement Volume 2: Méthode de cotation fonctionnelle" Hermès – Lavoisier, 2003.

ANSELMETTI Bernard, "Tolérancement Volume 3: Cotation de fabrication et métrologie" Hermès – Lavoisier, 2003 .

Thomas J. Drozda (Editor), Tool and Manufacturing Engineers Handbook – Vol 1: Machining, Society of Manufacturing Engineers, 1983.

Edward Roth, Integrated product design and manufacturing using GD&T, Marcel Dekker, 2003.

Lowell W. Foster, Geo-Metrics III – The metric application of geometric tolerancing techniques, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1994

Mapa IV - Sistemas Mecânicos de Transmissão

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Mecânicos de Transmissão

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanical Transmission Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Víctorovna Guitiss Navas - TP:42***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 desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- *Compreender o funcionamento de sistemas mecânicos de transmissão mais importantes.*
- *Ser capaz de dimensionar sistemas mecânicos de transmissão básicos.*
- *Conhecer sistemas mecânicos de transmissão comercialmente disponíveis e ser capaz de efetuar a seleção dos mesmos.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course unit the student will have acquired knowledge, skills and competences that allow him to:*

- *Understand the operation of major mechanical transmission systems.*
- *Be able to size basic mechanical transmission systems.*
- *Know commercially available mechanical transmission systems and be able to select them.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Características gerais e seleção de transmissões mecânicas.*
2. *Engrenagens cilíndricas, engrenagens de parafuso sem fim e engrenagens cónicas. Análise de esforços. Dimensionamento das engrenagens.*
3. *Correias de sincronização: relações geométricas e análise cinemática. Seleção da correia. Dimensionamento das transmissões por correia de sincronização.*
4. *Correntes de rolos: relações geométricas e análise cinemática. Seleção da corrente. Dimensionamento das transmissões por corrente de rolos.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Characteristics and selection of mechanical transmissions.*
2. *Spur gears, worm gears and bevel gears. The forces acting on the gear teeth. Efficiency. Scaling gears and manufacturing processes.*
3. *Timing belt transmissions: geometric relationships, kinematic analysis, selection of the belt. Assembly and maintenance. The forces acting on the timing belt transmissions. Scaling timing belt transmissions.*
4. *Roller chain transmissions: geometric relationships, kinematic analysis, selection, installation and maintenance. The forces acting on the roller chain transmissions. Scaling transmissions by roller chain.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto no programa, o qual é aprofundado com a resolução de problemas práticos.**Os estudantes aperfeiçoam a sua capacidade para aplicar os conceitos aprendidos através da resolução de problemas típicos.**Procura-se proporcionar conhecimentos básicos sobre os sistemas mecânicos de transmissão, o seu dimensionamento e a escolha.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***In theoretical-practical classes students acquire the set of knowledge proposed in the program, which is deepened with the resolution of practical problems.**Students improve their ability to apply concepts learned by solving typical problems.**The aim is to provide basic knowledge of mechanical transmission systems, their sizing and choice.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Exposição oral das matérias. Os primeiros minutos das aulas são reservados à síntese dos assuntos tratados na aula anterior. O fim das aulas é reservado à recapitulação dos pontos mais relevantes da matéria exposta.**Praticamente todas as aulas incluem a resolução de problemas pelos alunos. Os problemas incidem sobre as aulas precedentes.**A avaliação dos alunos é feita por intermédio da realização de dois testes e exame.**A aprovação pressupõe a obtenção de pelo menos 10 valores no exame final.**A dispensa de exame pressupõe a obtenção de pelo menos 10 valores na média simples dos dois testes. Neste caso, o valor assim calculado, constitui a classificação final.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***Oral presentation of the subjects. The first minutes of the classes are reserved for the synthesis of the subjects discussed in the previous class. The end of the classes is reserved for a recap of the most relevant points of the exposed subject.**Virtually every class includes problem solving by students. Problems focus on previous classes.*

Students are assessed by taking two tests and exam.

Approval presupposes at least 10 points in the final exam.

Examination waiver presupposes obtaining at least 10 values in the simple average of the two tests. In this case, the value thus calculated constitutes the final classification.

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

Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto no programa, o qual é aprofundado com a resolução de problemas práticos.

Nas aulas os estudantes aperfeiçoam a sua capacidade para aplicar os conceitos aprendidos através da resolução de problemas típicos.

Sempre que apropriado, os estudantes analisam situações reais e assistem à projeção de pequenos vídeos.

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

In theoretical-practical classes students acquire the set of knowledge proposed in the program, which is deepened with the resolution of practical problems.

In class students improve their ability to apply the concepts learned by solving typical problems.

Where appropriate, students analyze real situations and watch short videos projected.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

SHIGLEY, J., Mechanical Engineering Design. McGraw-Hill

Techniques de l'Ingénieur

HENRIOT, G., Traité Théorique et Pratique des Engrenages. Vol I e II

Mapa IV - Energia e Ambiente

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Energia e Ambiente

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Energy and the Environment

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Daniel Cardoso Vaz (Regente) - TP:112

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):

- Saber discutir a tricotomia energia-sociedade-ambiente e a heterogeneidade na distribuição e exploração a nível mundial dos diversos recursos, fósseis e renováveis.

- Conhecer e saber utilizar em discussões as estatísticas das energias fóssil e renovável a nível nacional e de casos notáveis no Mundo. Saber discutir a finitude dos recursos fósseis. Saber explicar o efeito de estufa.

- Conhecer os fundamentos da combustão, dos mecanismos de formação de poluentes e das técnicas e equipamentos de conversão de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos, com vista a melhorar desempenhos ambiental e de eficiência energética.
- Compreender os princípios fundamentais e as técnicas inerentes às energias alternativas: biomassa, solar, eólica, hídrica, marés, ondas e nuclear. Saber discutir a aplicabilidade e limitações das técnicas.
- Desenvolver competências no processamento de informação e auto-aprendizagem.

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

- Ability to discuss the trichotomy energy-society-environment and the unevenness of the world distribution and exploitation of the various energy resources, both fossil and renewable.
- Knowledge and the ability to apply in discussions the statistics of fossil and renewable energies concerning Portugal and a number of notable cases in the World. The ability to discuss the finitude of fossil fuels. Be able to explain the greenhouse effect.
- Knowledge of: combustion fundamentals; pollutant formation mechanisms; techniques and equipment for the conversion of solid, liquid and gaseous fuels, aiming at improved environmental and energy efficiency performances.
- Understanding of the fundamental principles and techniques inherent alternative sources of energy: biomass, solar, wind, hydro, tidal, wave, and nuclear. The ability to discuss the applicability and limitations of these techniques.
- Develop skills of information processing and self-learning.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 – A importância da energia no desenvolvimento das sociedades. Combustíveis fósseis. Potencial dos recursos de energias alternativas.
- 2 – O efeito de estufa. Descarbonização das fontes. Poluentes: formação e impactos. Técnicas de combustão limpa.
- 3 – Renováveis. Biomassa: caracterização e os diversos processos de conversão (física, termoquímica e química). Solar térmico e fotovoltaico. Eólica: aspetos técnicos e económicos. Hídrica: tipos de instalações e turbinas. Marés: fundamentos e operação de equipamentos. Ondas: as diversas tecnologias.
- 4 – Nuclear. Fundamentos e tecnologia. Fissão e fusão. Desafios. Reatores regeneradores de neutrões rápidos.
- 5 – Outros temas cuja discussão se venha a revelar oportuna e relevante na atualidade (p. ex. hidrogénio).

4.4.5. Syllabus:

- 1 – The importance of energy for the development of societies. Fossil fuels. Potential of alternative energy resources.
- 2 – Greenhouse effect. Source decarbonization. Pollutants: formation mechanisms and impacts. Clean combustion techniques.
- 3 – Renewables. Biomass: characterization and the several processes of conversion (physical, thermochemical and chemical). Solar thermal and photovoltaic. Wind: technical and economic aspects. Hydropower: types of facilities and turbines. Tidal: fundamentals and tidal-dam operation. Waves: the various technologies.
- 4 – Nuclear. Fundamentals and technology. Fission and fusion. Challenges. Fast neutron breed reactors.
- 5 – Other topics considered timely and relevant (e.g. hydrogen).

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

O cap. 1 retrata como a sociedade tecnológica assenta no consumo de energia e como os recursos não estão uniformemente distribuídos, sendo os fósseis finitos. Apresentam-se estimativas dos diversos fluxos naturais de energia na Terra, a fim de discutir o potencial dos recursos alternativos, incluindo o nuclear. Neste seguimento, os capítulos 2 a 4 tratam, respetivamente, dos recursos fósseis, das energias renováveis e da nuclear. Discutem-se os aspetos ambientais da exploração dos recursos fósseis (poluentes gerados na combustão, técnicas limpas), nuclear (resíduos nucleares), renováveis (impactos ambientais, análise de ciclo de vida). Para cada recurso alternativo apresentam-se os fundamentos teóricos, retrata-se a evolução, descrevem-se as principais técnicas e operação dos equipamentos. O fornecimento de energia está sujeito a constrangimentos económicos e ambientais, estando implícito o uso racional de energia.

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

Chapter 1 portrays how the technological society is based on energy consumption and how the resources are not evenly distributed across the globe, with fossil resources being finite. Estimations of the various natural energy fluxes on Earth are presented in view of discussing the potential of alternative resources, nuclear included. Consequently, chapters 2 to 4 deal with fossil resources, renewables, and nuclear, respectively. There are environmental impacts associated with the various paths of power production and these are discussed: fossil resources (pollutants generated in the combustion process and clean technologies), nuclear (nuclear waste), renewables (environmental impacts, life cycle analysis). For each renewable resource, fundamentals are presented, the evolution is portrayed and the main techniques and equipment operation are described. Energy supply is subjected to economic and environmental constraints, being implicit the rational use of energy.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas suportadas por slides esquemáticos. Sempre que oportuno, são propostos exercícios. Trabalho de pesquisa – que determina a obtenção de frequência, e que também contribui para a nota final. A avaliação é completada com 4 mini-testes ao longo do semestre (ou por exame).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-problem-solving classes supported by schematic slides. Whenever found timely and relevant exercises are proposed.

An essay, supported by collected data, determines attainment of "frequency" and also contributes to the final grade. Assessment is completed with four tests along the semester (or by final exam).

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

Ao promover a participação ativa dos alunos nas aulas, promove-se uma atitude crítica e a capacidade de argumentação. Os exercícios propostos ajudam os alunos: a exercitarem o raciocínio, a aplicarem conceitos, a melhor compreenderem a problemática de certos temas, e a expressar ideias de forma clara e tecnicamente rigorosa.

Os slides sendo esquemáticos, desincentivam o estudo por mera memorização de textos condensados nos slides, e antes promovem a presença assídua e ativa nas aulas e a atitude crítica em relação a certos temas, bem como valoriza a tomada ativa de apontamentos como elemento de estudo (a fim de complementar a bibliografia, que também inclui alguns apontamentos do docente).

No trabalho de pesquisa o estudante é levado a exercitar e reforçar os seus métodos de trabalho individual na pesquisa de informação (em especial no site da Agência Internacional de Energia.)

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

While promoting an active participation of students in the classes, a critical-thinking attitude and argumentation capability are encouraged. The proposed exercises aid the students: to exercise their critical thinking, to apply concepts, to better understand the issues involved in the themes discussed, as well as to express ideas in a clear and technically rigorous way.

The slides being schematic, discourage learning by-heart texts that otherwise would be condensed in the slides, and instead promote a diligent and active attendance of classes and a critical attitude in relation to certain topics, as well as encourage active note-taking as a study element (complementing the bibliography, which also includes professor's notes.)

In the essay supported, the student is urged to practice and strengthen his/her personal work methods in the search for information (especially in IEA's internet page).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. "Energy Science - Principles, Technologies, and Impacts", J. Andrews e N. Jelly, Oxford University Press, 2007.
2. "Energia e Ambiente - apontamentos do docente, 2020" e "Energia e Ambiente - Lista de problemas propostos, 2020" - disponibilizados no CLIP.
3. "Energy and Problems of a Technical Society", J. Kraushaar e R. Ristinen, John Wiley & Sons, 2.ª ed., 1993.

Mapa IV - Aerodinâmica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aerodinâmica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Aerodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Diana Filipa da Conceição Vieira - T:28; PL:28

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 desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam compreender os fundamentos da Aerodinâmica com vista à análise de questões não só no âmbito da Engenharia Aeroespacial ou Aeronáutica, mas também ligadas à aerodinâmica aplicada a edifícios.

Constitui uma aplicação dos conhecimentos já adquiridos em disciplinas como Dinâmica de Fluidos I e II, sendo que a compreensão de alguns pontos abordados ao longo do decorrer da unidade curricular exigirão o aprofundamento de algumas matérias de Dinâmica dos Fluidos.

Introdução ao método experimental em túnel de vento aerodinâmico

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

At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competences that allow him to understand the fundamentals of Aerodynamics for the analysis of issues not only in Aerospace or Aeronautical Engineering, but also linked to aerodynamics applied to buildings.

It is an application of the knowledge already acquired in subjects such as Fluid Dynamics I and II, and the understanding of some points discussed throughout the course will require the deepening of some subjects of Fluid Dynamics.

Introduction to the experimental method in aerodynamic wind tunnel

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Escoamento Potencial

- Sobreposição de escoamentos potenciais básicos*
- Teorema de Kutta – Joukowski*
- Efeito de Magnus*
- Teoria do Aerofólio*

II. Escoamento compressível

- Escoamento compressível com atrito em tubos*
- Escoamento compressível com transferência de Calor em tubos (sem atrito)*

III. Escoamento de Jatos

- Tipos de jatos turbulentos*
- Jatos confinados e não confinados*
- Jatos com e sem presença de escoamento cruzado*

IV. Ensaios em túnel aerodinâmico

- Túneis de vento*
- Princípios de visualização de escoamentos*
- Medições escalares, de velocidade, forças e camadas de corte*

4.4.5. Syllabus:

I. Potential Flow

- Superposition of elementary plane potential flows*
- Kutta – Joukowski theorem*
- Magnus effect*
- Aerofoil Theory*

II. Compressible Flow

- Compressible Duct Flow with Friction*
- Frictionless Duct Flow with Heat Transfer*

III. Jets Flow

- Turbulent jets types
- confined and unconfined jets
- Jets with and without crossflow presence

IV. Aerodynamic tunnel testing

- Wind tunnels
- Flow Visualization principles
- Scalar, velocity, force and shear measurements

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

A disciplina inicia com o estudo do Escoamento Potencial com aplicação direta à teoria da asa e à teoria do voo. Posteriormente são apresentados Escoamento compressível com aplicação ao às tubeiras propulsoras das turbinas a gás e ao voo transónico e supersónico. A turbulência é também analisada em escoamento tipo camada limite e jato. Por fim é oferecida uma componente de índole experimental, com utilização de túnel de vento, onde são medidos escalares, velocidades e forças em camadas de corte.

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

The discipline begins with the study of Potential Flow with direct application to wing theory and flight theory. Subsequently, compressible flow with application to gas turbine nozzles and transonic and supersonic flight are presented. Turbulence is also analyzed in boundary layer and jet flow. Finally, an experimental wind tunnel component is offered, where scalars, velocities and forces in cutting layers are measured.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação da unidade curricular é realizada através da realização de 4 trabalhos (projetos). Para obter aprovação, os alunos devem assistir a pelo menos 2/3 das aulas (teóricas e práticas). E entregar, apresentar e discutir o trabalho respeitando as datas programadas para tal. Os pesos atribuídos a cada avaliação serão:

- Projeto capítulo I - 25%
- Projeto capítulo II - 25%
- Trabalho experimental - (camada limite atmosférica) 25%
- Trabalho teórico (jatos) - 25%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation of the curricular unit is made through the accomplishment of 4 works (projects). To obtain approval students must attend at least 2/3 of the classes (theoretical and practical). And deliver, present and discuss the work respecting the dates scheduled for such. The weights assigned to each assessment will be:

- Project chapter I – 25%
- Project chapter II– 25%
- Experimental work – (Atmospheric boundary layer) 25%
- Theoretical work (Jets) – 25%

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

A disciplina inicia-se pelo estudo dos escoamentos potenciais tendo como aplicação direta a teoria da asa e a aerodinâmica do voo. De seguida são estudados os escoamentos compressíveis com aplicação direta às tuberias propulsoras das turbinas a gás e ao voo transónico e supersónico. Por fim uma componente experimental em Túnel de vento, onde são abordados os princípios de visualização a medição de escalares, de velocidades, forças e camadas de corte.

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

First, potential flow is studied with a direct application to wing theory and flight aerodynamics. Then, compressible flows are presented with direct application to the gas turbines nozzles and to transonic and supersonic flight. Finally, an experimental component in Wind Tunnel is presented, where the principles of visualization, scalar, velocity, forces and cutting layers are discussed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Apontamentos das aulas disponibilizados pelo docente (slides)*
- *Oliveira, L. A. e Lopes, A. G., “Mecânica dos Fluidos”, 5ª Edição, Lidel. (Capítulo 8)*
- *White, F. M., “Fluid Mechanics”, McGraw-Hill.*
- *Brederode, V. de “Fundamentos de Aerodinâmica Incompressível, IDMEC, IST, Lisboa.*
- *Abramovich, G. N, “The theory of turbulent jets”, Cambridge University Press.*
- *Rajaratnam, N., “Turbulent jets”, Elsevier.*

Mapa IV - Eficiência Energética

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eficiência Energética

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Energetic Efficiency

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

João José Lopes de Carvalho (Regente) - TP:56

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

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

Adquirir conhecimentos, aptidões e competências que permitam ao estudante:

- discutir os desafios colocados à engenharia da temática da eficiência energética, com vista à diminuição do consumo global de energia mantendo o conforto atual nomeadamente na climatização e nos meios de transporte;
- implementar estratégias de aumento da eficiência energética nas várias áreas de consumo energético;
- discutir as fontes de energia disponíveis, os problemas ambientais, a utilização crescente de energias renováveis;
- trabalhar com os parâmetros dimensionais associados à eficiência energética, como o rendimento, COP e EER.

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

After this curricular unit, the student shall have acquired knowledge, skills and competences that enable him/her to:

- discuss the challenges posed to engineering in the theme of energy efficiency, towards decreasing the global energy consumption while maintaining the current level of comfort, namely in spaces' climatization and mobility;
- implement strategies to increase energy efficiency in the several areas of energy consumption;
- discuss the available energy sources, environmental problems, and the ever growing use of renewable sources;
- work with dimensionless parameters associated with energy efficiency, such as COP and EER.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Introdução e razões históricas
- 2 - Fontes de energia e tecnologias disponíveis
- 3 - Princípios de eficiência energética
- 4 - Eficiência energética em edifícios
- 5 - Eficiência energética nos transportes e na indústria
- 6 - Perspetivas de futuro

4.4.5. Syllabus:

- 1 – Introduction and historical perspective
- 2 – Energy sources and available technologies
- 3 – Energy efficiency principles
- 4 - Energy efficiency in buildings
- 5 – Energy efficiency in transportation and industry
- 6 – Future outlook

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

Expõem-se, resumidamente, as principais razões históricas que conduziram à crescente preocupação com as alterações climáticas e com o uso racional de energia. Segue-se uma breve descrição das atuais fontes de energia e respetivas tecnologias de conversão, já disponíveis ou em desenvolvimento. Apresentam-se as promissoras fontes de energia renovável, abordando depois os combustíveis fósseis, seus efeitos nocivos e sua finitude.

Introduzem-se os conceitos de coeficiente de desempenho, COP, e do rácio de eficiência energética, EER. Descrevem-se as soluções de eficiência energética, aplicáveis a edifícios, área esta ilustrada com um caso de estudo, e distinguindo os edifícios residenciais dos edifícios comerciais ou de serviços.

Aborda-se a eficiência energética nos transportes e na indústria, apoiada nas mais importantes recomendações de URE.

Termina-se com uma abordagem das perspetivas de futuro, quanto à racionalidade do consumo energético, e suas condicionantes sócio-económicas.

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

To begin with, the main historical reasons that lead to the growing concern with climate changes and rational use of energy are briefly stated. Next, a brief description is given of the current energy sources and respective conversion technologies, whether already available or under development. The promising renewable energy sources are presented, followed by fossil fuels, their negative effects and their finitude.

The concepts of coefficient of performance, COP, and energy efficiency ratio, EER, associated with heating and cooling systems are introduced. Then, energy efficiency solutions applicable to buildings are described. This is illustrated with a case study and residential buildings are distinguished from commercial ou services buildings.

Energy efficiency in transports and industry are discussed, supported by the major recommendations of URE.

Finally, future outlooks are discussed, in what regards rationality of energy consumption and their socio-economic constraints.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição oral, durante as aulas teórico-práticas, dos temas pormenorizados sobre a energia.

A avaliação contínua consiste numa monografia individual sobre subtema(s) que motivam cada aluno. O estudante faz uma proposta inicial, resumida para uma monografia que é apreciada pelo docente e que o estudante depois desenvolve ao longo do semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Oral presentation in the theoretical-problem-solving classes, of the themes around energy.

The continuous assessment consists of an individual essay about the sub-topic(s) that motivate each student. The

student proposes a summary of the theme he/she is willing to write an essay on, which is appraised by the professor and, once approved, the student develops throughout the semester.

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

Nas aulas os alunos tomam conhecimento dos conteúdos e problemáticas associadas. A evolução da vertente de aquisição de conhecimentos para a vertente de discussão crítica de um assunto é alcançada através do desenvolvimento do trabalho individual (monografia), supervisionado pelo docente.

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

In the classes the students become acquainted with the contents and associated issues. The evolution from a level of knowledge acquisition to a level of critical discussion on a topic is achieved through the development of the essay (individual work), supervised by the lecturer.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1 - Carvalho, J. L. (2017) “Transferência de Calor e Eficiência Energética” (1.ª Edição), NOVA Editorial - FCT/UNL.
- 2 - Ramage, Janet (2003). “Guia da Energia” Ed. Monitor
- 3 - ADENE (2012). Guia da Eficiência Energética, Versão 1310, disponível em: <http://www.adene.pt/parceiro/guia-de-eficiencia-energetica>.
- 4 - Andrews, J. e Jelley, N. (2007) “Energy Science” Oxford University Press, Nova Iorque.
- 5 - Rodrigues, A. M., Piedade, A. C. e Braga, A. M. (2009). *Térmica de Edifícios* (1.ª Edição). Editora Oríon.

Mapa IV - Dinâmica de Sistemas Mecânicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dinâmica de Sistemas Mecânicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dynamics of Mechanical Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Marta Isabel Pimenta Verdete da Silva Carvalho (Regente) - TP:56

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 desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- *Analisar o movimento de sistemas mecânicos do ponto de vista da sua geometria e causa, utilizando sistemas de corpos múltiplos, sabendo as potencialidades e limitações;*
- *Ser capaz de programar as equações do movimento dos modelos numéricos que discretizam o sistema mecânico;*
- *Ser capaz de resolver problemas de dinâmica de interesse prático, utilizando softwares comerciais de forma racional.*

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

Learning outcomes of the course unit At the end of this course unit the student will have acquired knowledge, skills and competences that allow him / her to:

- Analyze the movement of mechanical systems from the point of view of their geometry and cause, using multibody systems, knowing the potentialities and limitations;
- Be able to program the equations of motion of numerical models that discretize the mechanical system;
- Be able to solve dynamics problems of practical interest, using commercial software rationally.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução: Conceitos de mecanismo, junta cinemática, corpo rígido e corpo flexível. Análise bidimensional e tridimensional.

2. Análise cinemática: Coordenadas relativas. Equações dos constrangimentos, das velocidades e das acelerações. Método da partição de coordenadas. Constrangimentos motores.

3. Cinemática plana com coordenadas cartesianas: Coordenadas, constrangimentos e juntas. Equações de posição, velocidade e aceleração. Juntas cinemáticas. Aplicações.

4. Análise dinâmica no plano: Equações do movimento. Vetor de forças. Mola-amortecedor-atuador de translação e rotação. Reações devidas aos constrangimentos. Multiplicadores de Lagrange. Sistema de equações de movimento. Aplicações.

5. Métodos numéricos para a resolução de Equações Diferenciais Ordinárias.

6. Contacto e impacto de sistemas mecânicos. Aplicações a colisões de veículos automóveis.

7. Outras formulações utilizadas para análise dinâmica de corpos múltiplos.

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction: Concepts of mechanism, kinematic joint, rigid body and flexible body. Two-dimensional and three-dimensional analysis.

2. Kinematic analysis: Relative coordinates. Equations of constraints, velocities and accelerations. Coordinate Partition Method. Motor constraints.

3. Planar kinematics with Cartesian coordinates: Coordinates, constraints and joints. Equations of position, velocity and acceleration. Kinematic joints. Applications.

4. Dynamic analysis in the plane: Equations of motion. Forces vector. Spring-damper-translation and rotation actuator. Reactions due to constraints. Lagrange Multipliers. System of equations of motion. Applications.

5. Numerical methods for solving ordinary differential equations.

6. Contact and impact of mechanical systems. Applications to motor vehicle collisions.

7. Other formulations used for dynamic multibody analysis.

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

A transmissão dos conceitos fundamentais de dinâmica de sistemas de corpos múltiplos através da sistematização das suas equações do movimento com a formulação cartesiana e resolvendo-as com métodos numéricos, permite o desenvolvimento e análise de sistemas mecânicos utilizados em diferentes aplicações industriais, desde mecanismos em geral, a biomecânica, a robótica e veículos.

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

The transmission of the fundamental concepts of dynamics of multibody systems by systematizing their equations of motion with the Cartesian formulation and solving them with numerical methods, allows the development and analysis of mechanical systems used in different industrial applications, from mechanisms in general, biomechanics, robotics and vehicles.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são teórico-práticas, em sala de aula equipada com computadores e software adequado. Os conceitos são ensinados através da exposição teórica das formulação e resolução prática de alguns problemas tipo, pela implementação computacional em código desenvolvido pelo aluno ou pela utilização de software comercial existente para comparação ou para implementação de casos mais complexos da engenharia. Visto que em última instância pretende-se que os estudantes tenham autonomia na compreensão dos conceitos e métodos e suas aplicações na resolução de problemas reais em dinâmica, adota-se um modelo de avaliação contínua baseado em 4 trabalhos práticos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are theoretical and practical, in a classroom equipped with computers and appropriate software. The concepts are taught through the theoretical exposition of the formulation and practical resolution of some type problems, by the computational implementation in code developed by the student or by the use of existing commercial software to compare or to implement more complex engineering cases. Since ultimately the students are required to understand concepts and methods and applying them while solving real dynamic problems one pursues a model of evaluation based on 4 practical assignments.

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

As aulas são teórico-práticas, em sala de aula equipada com computadores e software adequado. Os conceitos são ensinados através da exposição teórica das formulação e resolução prática de alguns problemas tipo, pela implementação computacional em código desenvolvido pelo aluno ou pela utilização de software comercial existente para comparação ou para implementação de casos mais complexos da engenharia.

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

Classes are theoretical and practical, in a classroom equipped with computers and appropriate software. The concepts are taught through the theoretical exposition of the formulation and practical resolution of some type problems, by the computational implementation in code developed by the student or by the use of existing commercial software to compare or to implement more complex engineering cases

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Computer Aided Analysis of Mechanical Systems: Parviz Nikraves, 1988 Prentice – Hall Publishers. Englewood Cliffs, New Jersey.

2. Lecture Notes. Dynamics of Mechanical Systems: M. S. Pereira 1992 Lecture notes, COMMETT courses

Mapa IV - Métodos Computacionais em Engenharia Mecânica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Métodos Computacionais em Engenharia Mecânica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Methods in Mechanical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Pedro Samuel Gonçalves Coelho (Regente) - T:14; PL:14

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

João Mário Burquete Botelho Cardoso – T:14; PL:14

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

O estudante deve perceber a importância de implementações computacionais para resolver problemas práticos de engenharia mecânica os quais poderiam ser intratáveis manualmente. Ele deve compreender que hardware e software são hoje em dia ferramentas indispensáveis do engenheiro mecânico para análise de sistemas mecânicos. A análise automática e sistemática de estruturas é essencial para a competitividade no mundo da indústria. Os estudantes são treinados para serem mais do que simples utilizadores de software. Antes, o presente curso inculca nos estudantes a necessidade de perceber como o próprio software de cálculo está desenvolvido o que é alcançado por envolvê-los com geração de código através das linguagens de programação quer do OCTAVE quer do ANSYS.

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

The student must understand the importance of computer implementations in order to solve practical mechanical engineering problems which could be too hard and complex to solve by hand. He must realize that hardware and dedicated software are nowadays essential tools of the mechanical engineer while analyzing mechanical systems. The automatic and systematic analysis of structures is essential for competitiveness in industry. The students are trained to be more than simple software users. Rather, the present course imparts on them the need to understand the computer implementations which is achieved by involving them in code generation either using OCTAVE or ANSYS programming languages.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Programação em linguagem OCTAVE aplicada ao cálculo matricial. Introdução ao método dos elementos finitos. Método dos elementos finitos em vigas. Análise estática, dinâmica, instabilidade e harmónica. Aplicações em OCTAVE envolvendo estruturas com elementos do tipo barra e viga. Introdução ao programa comercial de elementos finitos ANSYS. Comparação de resultados obtidos entre OCTAVE e ANSYS. Introdução à linguagem de programação do ANSYS (APDL). Resolução de problemas de elasticidade plana pelo método dos elementos finitos. Aplicações bidimensionais e tridimensionais em ANSYS.

4.4.5. Syllabus:

OCTAVE programming language applied to the matrix structural analysis. Introduction to the finite element method. Finite element method in beams. Static analysis, dynamic, buckling and harmonic. OCTAVE applications involving structures composed with elements such as bars and beams. Introduction to finite element commercial software ANSYS. Comparison of results between OCTAVE and ANSYS. Introduction to the ANSYS programming language (APDL). Solution of plane elasticity problems by the finite element method. Applications in two-dimensions and three-dimensions with ANSYS.

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

Este é um curso sobre mecânica computacional dando uma forte base teórica. Para tal os alunos usam computadores pessoais em aulas de laboratório com programas instalados específicos para a análise estruturas mecânicas. À medida que os estudantes usam programas comerciais, tipicamente usados na indústria, é também requerido que eles próprios desenvolvam a habilidade de programação em computador para gerar o seu próprio código e compará-lo com o de uso comercial. A preocupação pedagógica aqui é que o estudante compreenda a base dos códigos comerciais e olhe para os resultados dos programas com espírito crítico. Por um lado, os alunos são avaliados em separado quanto à sua capacidade enquanto programadores através de projetos individuais. Por outro lado, os alunos são estimulados a resolver um projeto final mais longo e complexo em resultado do seu sucesso trabalhando em equipa. Para avaliar as bases teóricas de cada aluno são realizados testes manuscritos individuais.

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

This course aims to teach computational mechanics giving solid theoretical background. This is accomplished by giving the opportunity to the students to use PC machines on Lab classes and their dedicated software for analysis of mechanical structures. As the students use commercial software typically used in industry they are required to develop programming skills by generating self-made code and comparing it to the commercial one. The pedagogical concern here is that the student must be aware of the basis of commercial codes and look to the output data with critical appraisal. On one hand, individuals are evaluated separately as regard their ability to generate code by means of individual work. On the other hand, the students are stimulated to solve a final complex and more extensive project as a result of a team work. Finally, the student is subjected to individual manuscript tests to evaluate his theoretical background acquired during the lectures.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação contínua consta de dois trabalhos e um teste.

1º Trabalho (TR1) – Trabalho individual.

2º Trabalho (TR2) – Trabalho de grupo.

Teste (T) – Teste escrito de avaliação individual.

Frequência - obtida através da submissão dos dois trabalhos: TR1 e TR2.

Os trabalhos requerem a elaboração de relatórios. Para obter aprovação na disciplina o aluno deverá obter frequência e também a seguinte média ponderada deve ser positiva:

$$0,4 \times TR1 + 0,3 \times TR2 + 0,3 \times T \geq 9,5val$$

No caso do aluno reprovar na avaliação contínua precisa de ter a frequência para ir a Exame (E) e também a seguinte média ponderada deve ser positiva:

$$0,4 \times TR1 + 0,3 \times TR2 + 0,3 \times E \geq 9,5val$$

O aluno não poderá repetir os trabalhos na época de exame, contam as notas que obteve na fórmula anterior. O exame E tem nota mínima de 9,5val. Os trabalhos TR1 e TR2 terão sido obrigatoriamente realizados durante a avaliação contínua da disciplina.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The continuous evaluation comprises two projects and one test.

1st Project (TR1) – Individual work.

2nd Project (TR2) – Team work.

Test (T) – Individual written test.

Frequency - requires the submission of the two previous projects: TR1 and TR2.

The projects require the elaboration of reports. To be approved in the discipline, the student must get frequency and the following weighted average must be positive:

$$0,4 \times TR1 + 0,3 \times TR2 + 0,3 \times T \geq 9,5val$$

In the case of unsuccess in the previous evaluation it is mandatory that student gets frequency to have access to the Exam (E) and the following weighted average must be positive:

$$0,4 \times TR1 + 0,3 \times TR2 + 0,3 \times E \geq 9,5val$$

The student is not allowed to repeat the projects during the Exam period. The minimum for the Exam is 9,5val. The projects here correspond to the previous mandatory projects developed during the semester.

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

Visto que o curso é sobre mecânica computacional os alunos usam computadores pessoais com programas instalados específicos para realizarem os dois trabalhos da disciplina. À medida que os estudantes usam programas comerciais, tipicamente usados na indústria, é também requerido que eles próprios desenvolvam a habilidade de programação em computador para gerar o seu próprio código e compará-lo com o de uso comercial. A preocupação pedagógica aqui é que o estudante compreenda a base dos códigos comerciais e olhe para os resultados dos programas com espírito crítico. Por um lado, os alunos são avaliados em separado quanto à sua capacidade enquanto programadores através de projetos individuais. Por outro lado, os alunos são estimulados a resolver um projeto final mais longo e complexo em resultado do seu sucesso trabalhando em equipa. Para avaliar as bases teóricas de cada aluno são realizados testes manuscritos individuais.

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

Since this course is about computational mechanics, the students use PC machines on Lab classes and their dedicated software to carry out the two projects for evaluation. As the students use commercial software typically used in industry they are required to develop programming skills by generating self-made code and comparing it to the commercial one. The pedagogical concern here is that the student must be aware of the basis of commercial codes and look to the output data with critical appraisal. On one hand, individuals are evaluated separately as regard their ability to generate code by means of individual work. On the other hand, the students are stimulated to solve a final complex and more extensive project as a result of a team work. Finally, the student is subjected to individual manuscript tests to evaluate his theoretical background acquired during the lecture

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. An Introduction to the Finite Element Method

J.N. Reddy

McGraw-Hill

2. Problemas de Elementos Finitos em MATLAB

A.J.M. Ferreira

Fundação Calouste Gulbenkian

3. Método dos Elementos Finitos - Técnica de Simulação Numérica em Engenharia

Teixeira-Dias, Pinho-da-Cruz, Fontes Valente e Alves de Sousa

ETEP

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:**

As metodologias de ensino e aprendizagem são alicerçadas em conhecimento com o qual é possível fazer a análise de situações e, também, na reflexão e de criatividade conducente à síntese de soluções. É um processo formativo com equilíbrio, essencialmente com aulas teórico-práticas, construído ao longo do semestre, exigindo, da parte dos estudantes, responsabilidade e gestão de tempo.

Os métodos de avaliação contínua e a crescente utilização de trabalhos e de apresentações leva a que um número crescente de estudantes tenha aceiteado o desafio, com clara melhoria nos resultados obtidos, reconhecendo que o método lhes proporciona competências que conduzem à capacidade de pensar autonomamente, com domínio de estratégias de resolução de problemas e de projetar soluções, competências muito úteis numa formação em engenharia.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The teaching and learning methodologies are based on knowledge with which it is possible to analyze situations and also on reflection and creativity leading to the synthesis of solutions It is a balanced training process, essentially with theoretical-practical classes, built throughout the semester, demanding, on the part of the students, responsibility and

time management.

Continuous assessment methods and the increasing use of assignments and presentations have led an increasing number of students to take up the challenge, with clear improvement in the results achieved, recognizing that the method provides them with skills that lead to the ability to think autonomously, mastering problem solving strategies and designing solutions, very useful skills in engineering training.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

A carga horária inicialmente definida baseou-se em inquéritos feitos aos estudantes e na experiência dos docentes. Atualmente, a FCT NOVA efetua, em todos os semestres, inquéritos junto do corpo docente e dos estudantes para verificar a adequabilidade da carga horária de trabalho correspondente aos ECTS previstos para cada unidade curricular. No cálculo do esforço associado a cada unidade curricular em termos de unidades de crédito (ECTS) foi considerado que 1 unidade de crédito corresponde a 28 horas de trabalho do estudante, onde se incluem as horas de contacto com os docentes e horas de trabalho autónomo. A análise dos resultados dos inquéritos permite aferir a correção dos ECTS atribuídos, servindo de linha de orientação para as correções necessárias.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

The workload was initially based on students' surveys and on the experience of academic staff. Currently, FCT NOVA carries out surveys in all semesters, involving both teachers and students, to check the suitability of the ECTS workload estimated for each curricular unit. For the calculation of the effort associated with each module in terms of credits (ECTS), one unit of credit was considered to correspond to 28 hours of student work. This work should entail, the contact hours with professors and the hours of autonomous work. The results from the surveys must be analyzed to check the adequacy of current ECTS, and constitute a guideline for some required adjustments.

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:

A FCT NOVA dispõe de uma plataforma eletrónica (CLIP) que contém a descrição de todas as unidades curriculares, a informação relativa aos objetivos, bem como o funcionamento de cada unidade. As metodologias para avaliação da unidade curricular são igualmente disponibilizadas, bem como os sumários das aulas lecionadas. A calendarização das avaliações bem como a garantia da adequação da avaliação aos objetivos é também verificada ao nível da coordenação do curso, nomeadamente através de reuniões que antecedem cada semestre. Nos casos em que sejam comunicados desajustes, os representantes dos estudantes falam com o Coordenador que analisa a questão com a comissão científica e qualquer outra entidade que se julgue relevante para a matéria em causa. A adequação da avaliação da aprendizagem aos objetivos das unidades curriculares é igualmente avaliada posteriormente, através das respostas aos inquéritos curriculares.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The FCT NOVA provides an electronic platform (CLIP) that contains a description of all courses as well as information on the objectives, and the operation of each course. The elements for evaluation of the course are also available as well as summaries of the lessons taught. The scheduling for the evaluations as well as the assessment of the adequacy between the evaluations and the objectives is also checked at the study cycle coordination, notably in meetings that take place before each semester. Where discrepancies are reported, the student representatives speak to the Coordinator who analyses the situation with the scientific commission and any other entity relevant for that particular situation. The adequacy between the learning assessment and the unit objectives is also assessed posteriorly, through students' survey responses.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Existe uma UC, Introdução à Dissertação, na qual o estudante já sabe quem é o seu orientador de Dissertação (no semestre seguinte) e qual o tema a desenvolver. Portanto, há um período antes da Dissertação em que o aluno já está em contacto com o orientador, que o introduz no trabalho a realizar e o conduz no estudo a fazer, nomeadamente, no estado da arte. Permite a integração com a realidade da atividade a ter durante a Dissertação.

No final da Introdução à Dissertação, o estudante elabora um relatório em que, no essencial, caracteriza o trabalho a realizar na Dissertação e apresenta com discussão pública o assunto ao orientador, à Comissão Científica do Mestrado e aos outros professores eventualmente presentes. Esta apresentação, e respetiva discussão pública junto da comunidade do departamento, tem um efeito de validação da proposta de trabalho a realizar.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

There is a UC, Introduction to Dissertation, in which the student already knows who his Dissertation advisor is (in the following semester) and which theme to develop. Therefore, there is a period before the Dissertation in which the student is already in contact with the supervisor, who introduces him to the work to be carried out and leads him to the study to be done, namely, in the state of the art. It allows integration with the reality of the activity to be carried out during the Dissertation.

At the end of the Introduction to the Dissertation, the student prepares a report in which, in essence, it characterizes the work to be carried out in the Dissertation and presents the matter to the supervisor, the Scientific Committee of the Master and other professors who may be present with public discussion. This presentation and the respective public discussion with the department's community has the effect of validating the work proposal to be carried out.

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:

De acordo com o Artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, e tratando-se de um ciclo de estudos do 2.º ciclo, com 2 anos (4 semestres), foi atribuído ao mesmo um total de 120 ECTS para a obtenção do grau de Mestre.

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:

According to Article 18º of Decreto-Lei nº 74/2006, 24th of March, being the case of a 2nd cycle with 2-year full duration (4 semesters), we assign to it a total of 120 ECTS for obtaining the master's degree.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O esforço do estudante nas várias componentes de atividade de cada unidade curricular do curso de Mestrado em Engenharia Mecânica - em muitos casos são UC já existentes ou que foram adaptadas - será continuamente aferido e reajustado pelos docentes sob a coordenação da Comissão Científica, de forma informada por inquéritos realizados na FCT NOVA, desde o início do Processo de Bolonha. Estes inquéritos periódicos auscultam os estudantes e docentes sobre o número de horas despendidas nas várias atividades e informam o processo de ajuste de créditos ECTS. Durante o processo de elaboração das fichas das UC incluídas nesta proposta, os docentes estiveram ativamente envolvidos e auscultados sobre o método de cálculo das unidades ECTS, tendo também sido promovidas reuniões com estudantes.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

The student load in the various components of activity of each curricular unit of the 2st cycle in Mechanical Engineering - in many cases already existing curricular units or that have been adapted - it will be continuously monitored and adjusted by the academic staff under the supervision of the program's scientific committee. This process has also been informed by the periodic student surveys carried out at FCT NOVA. These surveys consult students about their workload in several academic activities and courses and they are taken into account in the ECTS unit calculation process. During the elaboration of this proposal and the curricular units' forms, the academic staff were again actively involved and consulted about the calculation method. Meetings with students were also organized.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Este mestrado apresenta uma estrutura para uma formação de banda larga em Engenharia Mecânica. Embora de banda larga, existem opções, mas não em quantidade que permitam a definição de especializações. No 1.º ano, metade das UC são de engenharia mecânica (de diferentes áreas) e a outra metade são de outras áreas científicas, nomeadamente, de automação e sistemas, de matemática (investigação operacional e métodos numéricos) e de engenharia industrial (empreendedorismo e análise de investimentos). Uma característica a referir é o equilíbrio entre a formação em matérias computacionais e experimentais. As opções ocorrem apenas no 2.º ano no 1.º semestre; o 2.º semestre é inteiramente dedicado à dissertação. Há três tipos de opções: de grupo, de entre UC de todos os grupos de engenharia mecânica e de entre UC de todos os cursos da FCT NOVA. Assim, o estudante poderá aprofundar um pouco uma área ou poderá diversificar por diferentes áreas.

A abrangência e a profundidade dos conteúdos permitem que o aluno possa prosseguir os estudos para doutoramento na FCT NOVA ou em qualquer universidade portuguesa ou estrangeira. É de referir que este mestrado é baseado no 4.º e 5.º anos no mestrado integrado atual, o qual tem sido muito bem acolhido pelos empregadores e tem produzido um conjunto de dissertações muito diversificadas e de qualidade apreciável.

Pertencente ao Perfil Curricular FCT, está incluída nos planos curriculares, uma opção designada Unidade Curricular do Bloco Livre, a qual inclui unidades de todas as áreas científicas da FCT NOVA, aprovadas anualmente pelo Conselho Científico da FCT NOVA.

4.7. Observations:

This master presents a structure for a broadband formation in Mechanical Engineering.

Although broadband, there are options but not in quantity that allow the definition of specializations.

In the 1st year, half of the UC are in mechanical engineering (from different areas) and the other half are from other scientific areas, namely, automation and systems, mathematics (operational research and numerical methods) and industrial engineering (entrepreneurship and analysis of investment).

A characteristic to mention is the balance between training in computational and experimental subjects.

The options occur only in the 2nd year in the 1st semester; the 2nd semester is entirely dedicated to the dissertation. There are three types of options: group, from UC of all mechanical engineering groups and from UC of all FCT NOVA areas. Thus, the student can go a little deeper in one area or can diversify into different areas.

The breadth and depth of the contents allow the student to continue his PhD studies at FCT NOVA or at any Portuguese or foreign university. It should be noted that this master's degree is based on the 4th and 5th years of the current integrated master's degree, which has been very well received by employers and has produced a set of dissertations that are very diverse and of appreciable quality.

As part of the FCT Curricular Profile, an option called Unrestricted Elective is included in the curricular plans, which includes curricular units from all scientific areas of FCT NOVA, approved annually by the Scientific Council of FCT NOVA.

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.

Comissão Científica do atual Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica e Coordenadores dos Núcleos da Secção de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial:

Professores António Mourão, Rui Martins, Daniel Vaz, Luís Gil, Raquel Almeida e Telmo Santos.

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
Alberto José Antunes Marques Martinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
António Gabriel Marques Duarte dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
António Carlos Bárbosa Grilo	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Gestão Industrial - Comércio Electrónico	100	Ficha submetida
António José Freire Mourão	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
António Paulo Vale Urgueira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Bruno João Nogueira Guerreiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e Computadores	100	Ficha submetida
Carla Maria Moreira Machado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Daniel Cardoso Vaz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica, especialidade de Termodinâmica	100	Ficha submetida
Diana Filipa da Conceição Vieira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia Aeronáutica	100	Ficha submetida
Fernando José Almeida Vieira do Coito	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e Computadores	100	Ficha submetida
Helena Maria Carvalho Remígio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
Helena Victorovna Guitiss	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
João José Lopes de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Aerodinâmica / Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
João Manuel Vicente Fradinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Eng ^a . de Produção Industrial (Ramo de Construções Mecânicas)	100	Ficha submetida
João Mário Burguete Botelho Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Fernando de Almeida Dias	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Aerodinâmica / Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Manuel Paixão Conde	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Luis Filipe Figueira Brito Palma	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica / Especialidade de Controlo	100	Ficha submetida
Luís Miguel Chagas da Costa Gil	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica - Hidrodinâmica	100	Ficha submetida
Marta Isabel Pimenta Verdete da Silva Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Miguel Araújo Machado	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Pedro Emanuel Botelho Espadinha da Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
Pedro Samuel	Professor Auxiliar ou	Doutor		Engenharia/Mecânica	100	Ficha

Gonçalves Coelho	equivalente					submetida
Rui Fernando dos Santos Pereira Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100		Ficha submetida
Ruy Araújo da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas	100		Ficha submetida
Telmo Jorge Gomes dos Santos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100		Ficha submetida
Tiago Alexandre Narciso da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100		Ficha submetida
Tiago Pinheiro Duarte Filipe	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Engenharia Gestão	30		Ficha submetida
Nuno Alberto Marques Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100		Ficha submetida
Luís Manuel Trabucho de Campos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engineering Mechanics	100		Ficha submetida
				2930		

<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.

30

5.4.1.2. Número total de ETI.

29.3

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:	29	98.976109215017

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):	29	98.976109215017

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	22	75.085324232082
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
		29.3

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	25	85.324232081911 29.3
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 29.3

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.

O Regulamento da FCT NOVA relativo à Avaliação do Desempenho têm por objeto o desempenho dos docentes, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes das escolas envolvidas, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação; c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade. Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos. Para a permanente atualização dos docentes contribui, desde logo, a implementação de uma política de estímulo à investigação de qualidade com o objetivo de incentivar projetos com potencial de investigação e reconhecer o mérito dos investigadores mais destacados.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The Evaluation of the Performance's Statutes of FCT NOVA evaluate the merit of all academic staff, in order to improve their quality. The evaluation considers the specificities of each scientific area and aims at all the aspects of academic activity: a) Teaching; b) Research, development and innovation; c) Administrative work and academic management; d) Dissemination and community support activities. The evaluations' results impact the remuneration of the academic staff, tenure, contract renewal of professors, authorisation of sabbatical leaves, teaching load, and grants. The implementation of incentives for quality research based on the evaluation, contributes to continuous updates of staff, to improve the research potential, and to acknowledge the merit of the most recognised professors.

5.6. Observações:

De referir que o corpo docente é integralmente formado por doutores, de diferentes proveniências de formação, de universidades nacionais e estrangeiras.

5.6. Observations:

It should be noted that the faculty is entirely formed by PhD, from different backgrounds, from national and foreign universities.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Enquadrado no DEMI da FCT NOVA, a Licenciatura em Engenharia Mecânica conta com o apoio de técnicos em exclusividade e especializados que prestam todo o apoio necessário a este ciclo de estudos: três Assistentes Técnicos (Fernanda Pacheco, Sandra Spínola e António Campos), um Técnico Superior (João Elias) e um Assistente Operacional (Paulo Magalhães).

- Fernanda Pacheco: apoio administrativo de secretariado do DEMI;

- Sandra Spínola: apoio administrativo maioritariamente na fase de conclusão dos cursos (projetos de licenciatura, dissertações de MSc e teses de PhD);

-João Elias: coordena os serviços de apoio contabilístico e inventariado de suporte ao DEMI; interface com a divisão de contabilidade da FCT NOVA.

- António Campos e o Paulo Magalhães: gestão do material, ferramenta e manutenção; atividade de suporte para o apoio aos trabalhos dos estudantes do Laboratório de Tecnologia Industrial; prestam apoio técnico e oficial aos trabalhos dos restantes Laboratórios do DEMI.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

Housed in the DEMI of FCT NOVA, the bachelor in Mechanical Engineering counts on the support of exclusive and specialized technicians who provide all the necessary support, namely: three Technical Assistants (Fernanda Pacheco, Sandra Spínola and António Campos), a Superior Technician (João Elias) and an Operational Assistant (Paulo Magalhães).

- *Fernanda Pacheco: administrative support for DEMI secretariat;*
- *Sandra Spínola: administrative support in the course completion phase (undergraduate projects, MSc dissertations and PhD theses);*
- *João Elias coordinates the accounting support services, DEMI support inventory, interfacing with the FCT NOVA accounting division.*
- *António Campos and Paulo Magalhães: management of the material, tool and maintenance, as well as the support activity to support the work of the students of the Industrial Technology Laboratory; also provide technical and workshop support to the work of the remaining DEMI Laboratories.*

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

João Elias: Mestrado.

Fernanda Pacheco, Sandra Spínola e António Campos: 12.º Ano de escolaridade

Paulo Magalhães: 9.º Ano de escolaridade

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

João Elias: Master degree

Fernanda Pacheco, Sandra Spínola e António Campos: high school (12 years)

Paulo Magalhães: secondary school (9 years).

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Função Pública – o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário, administrativo ou técnico, são definidos no início de cada ciclo avaliativo e estão alinhados com os objetivos estratégicos da instituição. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação bienal que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The performance of non-academic staff is based on SIADAP – Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the non-academic staff are aligned with the institution strategic objectives and are defined at the beginning of each evaluation cycle. The career progression of staff depends on their biennial evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the pre-defined goals.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

Tipo de Espaço Área (m2)

Salas de aula (gerais) 3806

Anfiteatros (gerais) 1912

Salas de estudo (gerais) 2019

Salas de estudo com computadores (gerais) 666

Gabinetes de estudo individual 120

Gabinetes de estudo em grupo 80

Biblioteca(1 sala de leitura informal,1 sala de exposições,1 auditório,550 lugares de leitura) 6500

Reprografia 186

Laboratórios de ensino (gerais) 702

Laboratório de Engenharia da Qualidade 100

Laboratório de Metrologia 30

Laboratório de Ergonomia 90

Laboratório Polivalente 120

Laboratório de Produção Integrada por Computador 60

Laboratório de Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica Aplicada 410

Laboratório de Máquinas 230

Laboratório de Máquinas Térmicas 60

Laboratório de Mecânica Estrutural 300

Laboratório de Maquinagem 180

Laboratório de Metalografia 30

Laboratório de Construção Mecânica 180

Laboratório de CAD 50

Laboratório de Impressão 3D e Engenharia Reversa 15

Salas de estudo específicas para o curso 60

Sala de estudo com computadores específica para o curso 50

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

Space Type Área (m2)
 Classrooms (general) 3806
 Amphitheatres (general) 1912
 Study Rooms (General) 2019
 Computer study rooms (general) 666
 Individual Study Offices 120
 Group Study Offices 80
 Library (1 informal reading room, 1 showroom, 1 auditorium, 550 reading places) 6500
 Reprography 186
 Quality Engineering Laboratory 100
 Metrology Laboratory 30
 Ergonomics Laboratory 90
 Multipurpose Laboratory 120
 Computer Integrated Production Laboratory 60
 Laboratory of Fluid Mechanics and Applied Thermodynamics 410
 Machine Laboratory 230
 Thermal Machine Laboratory 60
 Structural Mechanics Laboratory 300
 Machining Laboratory 180
 Metallography Laboratory 30
 Mechanical Construction Laboratory 180
 CAD laboratory 50
 3D Printing and Reverse Engineering Laboratory 15
 Study Rooms for students 60
 Computer study room for students 50

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Equip. nos laboratórios do Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, sem referência aos meios informáticos:

Sist. de aquisição e proc. de dados 6
 Máq. servo-hidr. de ensaios mec. 1
 Anal. espectrais 2
 Vibrómetros laser 1
 Pontes extensométricas 4
 Banco de ensaio p/ caixas de engr. 1
 Projector óptico de perfis 1
 Banco de ensaios de motor de combustão 1
 Túnel aerodinâmico (9 m) 1
 Sist. de anemometria por fio-quente 1
 Inst. exp. de medição de perdas de carga 3
 Bateria de ar-cond. 1
 Máq. frigorífica didáctica 1
 Montagens exp. para ensaio de bombas centr. e sist. de bombagem 2
 Máq. de medir tridimensional (manual) 1
 Blocos padrão 1
 Centro Maquinação CNC 1
 Fresadora Universal 1
 Máq. Electroerosão de 20 Amp 1
 Máq. Did. de fresagem 2
 Micr. óptico com máq. fotográfica digital 1
 Máq. soldar MIG/MAG 1
 Impr. 3D 8
 Scanner com mesa rotativa 1
 Equip. de metrologia Vários
 Oficina para manutenção e para a construção de protótipos 2

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Equip. nos laboratórios do Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, sem referência aos meios informáticos:

System of acquisition and proc. of data 6
 Mach. servohydr. of mechanical tests 1
 Anal. spectral 2
 Laser Vibrometers 1
 Extensometric Bridges 4
 Test Bench for Gearboxes. 1
 Optical Profile Projector 1
 Combustion engine test bench 1
 Aerodynamic Tunnel (9 m) 1
 System hot wire anemometry 1
 Inst. exp. loss measurement 3
 Air-condition battery 1
 Mach. refrigerator didactic 1
 Mounts exp. for centr pump testing. and sist. pumping 2
 Coordinate measuring machine 1

Standard Blocks 1
CNC Machining Center 1
Universal Milling Machine 1
Mach. 20 Amp 1 Electroerosion 1
Milling Machine didactic 2
Micr. optical with machine digital photographic 1
Mach. Welding machine MIG / MAG 1
Impression machines 3D 12
Rotary Table Scanne 1
Metrology equipment Several
Rooms for maintenance and for prototype building 2

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
UNIDEMI – Unidade de Investigação em Engenharia Mecânica e Industrial / Research Unit in Mechanical & Industrial Engineering	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	23	http://www.unidemi.com/
CTS – Centro de Tecnologia e Sistemas / Centre of Technology and Systems	Muito Bom / Very Good	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	2	https://cts.uninova.pt/
CMA – Centro de Matemática e Aplicações / Center for Mathematics and Applications	Muito Bom / Very Good	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	1	https://www.cma.fct.unl.pt/

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://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/2bfa1602-5b74-71e5-3f6f-5e73975a71b4>

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://a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/2bfa1602-5b74-71e5-3f6f-5e73975a71b4>

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.

- NDTRope - Non contact NDT inspection of CFRP ropes for elevators.
- Hi2TRUST - Development of customized NDT eddy current probes for high temperature surfaces inspection.
- LaserNDT - Non-destructive analysis of laser welding.
- Inspect - Integrated Nano Sensor Probes and Electronics for Eddy Currents Testing.
- Magnetide - Non-Destructive Evaluation of Magnetic.
- MicroBac - Defects Detection in Microfabrication With Bacterial.
- FS WELL - Dedicated NDT system to detect LOP root defects in FSW of AlMgSc.
- AeroInspect - Development and application of eddy current probes for inspection of aircraft components - Development of an NDT system for the inspection the propellers of aircraft, including eddy current probes, automated scanning devices, instrumentation and software.
- ULTRAFORMING - Development of constitutive models for Advance High Strength Steels.
- SPIM - Magnetic pulse.
- MultOpCom - Development of Non-conventional Polymer Composites based on Multi-scale Analysis and Optimization.
- ADAPREL - Adaptive methods for reliability analysis of complex structures.
- NDTRope_2 - Non contact NDT inspection of CFRP ropes for elevators – second phase.
- INFANTE - Development and in-orbit demonstration of a small satellite.
- CleanCoin - Decreasing bacterial colonization in coins.
- FIBR3D - Additive manufacturing based hybrid processes for long or continuous fiber reinforced polymeric matrix composites.

- *Development of Non-Destructive Testing by Eddy Currents for Highly Demanding Engineering Applications.*
- *Developments of wire and arc additive manufacturing.*
- *SLM-XL - Additive manufacturing systems for large metal parts.*
- *CERASAFE - Safe production and Use of Nanomaterials in the Ceramic Industry.*
- *CARAVELA - Development and Demonstration of building blocks for microlaunchers.*
- *Multiscale optimization of non-conventional composite structures for improved mechanical response.*
- *Characterization of metallic materials with mapping of electrical conductivity.*
- *Testing service for HYBRIDS P3 - Inspection of composite materials.*

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.

- *NDTRope - Non contact NDT inspection of CFRP ropes for elevators.*
- *Hi2TRUST - Development of customized NDT eddy current probes for high temperature surfaces inspection.*
- *LaserNDT - Non-destructive analysis of laser welding.*
- *Inspect - Integrated Nano Sensor Probes and Electronics for Eddy Currents Testing.*
- *Magnetide - Non-Destructive Evaluation of Magnetic.*
- *MicroBac - Defects Detection in Microfabrication With Bacterial.*
- *FSWELL - Dedicated NDT system to detect LOP root defects in FSW of AlMgSc.*
- *AeroInspect - Development and application of eddy current probes for inspection of aircraft components - Development of an NDT system for the inspection the propellers of aircraft, including eddy current probes, automated scanning devices, instrumentation and software.*
- *ULTRAFORMING - Development of constitutive models for Advance High Strength Steels.*
- *SPIM - Magnetic pulse.*
- *MultOpCom - Development of Non-conventional Polymer Composites based on Multi-scale Analysis and Optimization.*
- *ADAPREL - Adaptive methods for reliability analysis of complex structures.*
- *NDTRope_2 - Non contact NDT inspection of CFRP ropes for elevators – second phase.*
- *INFANTE - Development and in-orbit demonstration of a small satellite.*
- *CleanCoin - Decreasing bacterial colonization in coins.*
- *FIBR3D - Additive manufacturing based hybrid processes for long or continuous fiber reinforced polymeric matrix composites.*
- *Development of Non-Destructive Testing by Eddy Currents for Highly Demanding Engineering Applications.*
- *Developments of wire and arc additive manufacturing.*
- *SLM-XL - Additive manufacturing systems for large metal parts.*
- *CERASAFE - Safe production and Use of Nanomaterials in the Ceramic Industry.*
- *CARAVELA - Development and Demonstration of building blocks for microlaunchers.*
- *Multiscale optimization of non-conventional composite structures for improved mechanical response.*
- *Characterization of metallic materials with mapping of electrical conductivity.*
- *Testing service for HYBRIDS P3 - Inspection of composite materials.*

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:

Com base em dados oficiais (<http://infocursos.mec.pt/dges.asp?code=0903&codc=9369>), a situação dos recém-formados entre 2013 e 2016 registados no IEFP como desempregados em 2017, é a seguinte:

- 3,1% do curso;
- 4% dos diplomados na área;
- 5,5% dos diplomados a nível nacional

Estes dados mostram uma situação no contexto da área de formação assim como em termos gerais nos diplomados.

Com base em dados relativamente ao Mestrado Integrado retirados do relatório do OBIPNOVA (Inquéritos efetuados em 2016 aos Diplomados de 2014 (1 ano após) e 2009/2010 (5 anos após)), o grau de satisfação é expresso da seguinte forma:

- *Adequação das funções à área de formação académica (categoria): 100%;*
- *Adequação das funções à área de formação académica (1 a 10): 86,7% entre (7 e 10);*
- *Satisfação global com a atividade profissional (1 a 10): 80% entre (7 e 10).*

Estes dados mostram uma situação boa em termos da satisfação.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

Based on official data (<http://infocursos.mec.pt/dges.asp?code=0903&codc=9369>), the situation of recent graduates between 2013 and 2016 registered in the IEFP as unemployed in 2017 is as follows:

- 3.1% of the course;
- 4% of graduates in the area;
- 5.5% of national graduates

These data show a situation in the context of the training area as well as in general terms in graduates.

Based on data from the Integrated Master Degree from the OBIPNOVA report (2014 Graduate Surveys (1 year after) and

2009/2010 (5 years after)), the degree of satisfaction is expressed as follows:

- Adequacy of duties to the area of academic education (category): 100%;
- Adequacy of duties to the area of academic education (1 to 10): 86.7% between (7 and 10);
- Overall satisfaction with professional activity (1 to 10): 80% between (7 and 10).

These data show a good situation in terms of satisfaction.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Com base em dados oficiais relativos às candidaturas dos últimos 3 anos letivos para o Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (<http://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9369&code=0903>):

- As vagas foram preenchidas na totalidade na 1.ª fase (aconteceu o mesmo nos 3 anos anteriores), sempre com valor da nota de candidatura do último superior a 15,5 valores.
- O número de candidatos (2227) foi 8,7 vezes superior às vagas (255), dos quais 24% como 1.ª opção.
- Dos colocados (271), 35% foram de 1.ª opção (94); este valor passa para cerca de 70% se se incluir a 2.ª opção. Estes valores mostram uma capacidade muito interessante no que toca à atração de estudantes.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

Based on official data on applications from the last 3 years for the Integrated Master in Mechanical Engineering, (<http://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9369&code=0903>):

- The vacancies were fully filled in the 1st phase (the same happened in the previous 3 years), always with the value of the last placed exceeding 15.5 (0, 20).
- The number of candidates (2227) was 8.7 times higher than the vacancies (255), of which 24% as 1st option.
- Of those placed (271), 35% were 1st option (94); This value increases to about 70% if the 2nd option is included. These values show a very interesting ability in attracting students.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Existem parcerias com outras instituições da região (grande Lisboa), nomeadamente: em equipas de investigação, em candidaturas a projetos de investigação nacionais e internacionais e em participação em júris de doutoramento, de mestrado e de concursos de carreira docente, com o Instituto Superior Técnico (IST), com o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) e com o Instituto Politécnico de Setúbal.

Porém, este tipo de parceria existe também com instituições congéneres do país, nomeadamente, Universidades de Coimbra, do Porto, de Aveiro, do Minho, da Beira Interior do Algarve o ISCTE.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

There are partnerships with other institutions in the region (Greater Lisbon), namely: in research teams, applications for national and international research projects and participation in doctoral, master's and teaching career juries, with Instituto Superior Técnico (IST), with the Higher Institute of Engineering of Lisbon (ISEL) and with the Polytechnic Institute of Setúbal.

However, this type of partnership also exists with similar institutions in the country, namely Universities of Coimbra, Porto, Aveiro, Minho, Beira Interior Algarve or ISCTE.

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:

Exemplos de ciclos de estudo considerados semelhantes pela duração, pelos conteúdos e pelos objetivos:

Em Itália: Politécnico de Milão - Corso di Laurea Magistrale - Equivalent to Master of Science – Mechanical Engineering

Na Austria: Graz University of Technology - Master's Degree Programme Mechanical Engineering

Na Alemanha:

- Technische Universität Darmstadt - Mechanical and Process Engineering, M.Sc.
- Mechanics Master of Science
- Technical University of Munich - Department of Mechanical Engineering - Bachelor Mechanical Engineering

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Examples of study cycles considered similar by duration, content and objectives:

In Italy: Politécnico de Milão - Corso di Laurea Magistrale - Equivalent to Master of Science – Mechanical Engineering

In Austria: Graz University of Technology - Master's Degree Programme Mechanical Engineering

In Germany:

- Technische Universität Darmstadt - Mechanical and Process Engineering, M.Sc.
- Mechanics Master of Science
- Technical University of Munich - Department of Mechanical Engineering - Bachelor Mechanical Engineering

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

No geral, a estrutura do curso é comparável a outros de referência, embora talvez com maior abrangência, sem especialização acentuada.

No entanto, em termos de objetivos de aprendizagem, há analogia que se manifesta no aprofundamento do conhecimento nas áreas fundamentais da engenharia mecânica, acompanhada pelas competências computacionais e de conhecimento transversal que permita a integração com outras áreas científicas.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

In general, the structure of the course is comparable to others of reference, although perhaps with greater scope, without marked specialization.

However, in terms of learning objectives, there is an analogy that manifests itself in the deepening of knowledge in the fundamental areas of mechanical engineering, accompanied by computational skills, and transversal knowledge that allows integration with other scientific areas.

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 - Benteler - Indústria de Componentes para Automóveis, Lda.

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Benteler - Indústria de Componentes para Automóveis, Lda.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Acordo Benteler-FCT_João Campos MIEM.pdf](#)

Mapa VII - RARI - Construções Metálicas, Engenharia, Projectos e Soluções Industriais, S.A.

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

RARI - Construções Metálicas, Engenharia, Projectos e Soluções Industriais, S.A.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Acordo RARI_FCT-Ângela Amaral_MIEM.pdf](#)

Mapa VII - Entidades

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Entidades

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Entidades & Dissertações.pdf](#)

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:

Todas as dissertações e projectos são orientados ou co-orientados por um docente doutorado do Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

All thesis and projects are supervised or co-supervised by a faculty member, PhD Department of Mechanical and Industrial Engineering.

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / N° of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- *Experiência consolidada: cerca de 35 anos de lecionação em Engenharia Mecânica.*
- *Escola de referência a nível nacional.*
- *437, o número de diplomados em Engenharia Mecânica de 2009/2010 a 2017/2018.*
- *Curso com muita procura (número de candidatos tipicamente duas vezes superior ao numero clausus)*
- *Muito boa empregabilidade.*
- *Existência de laboratórios, de meios computacionais, de biblioteca, e de recursos bibliográficos on-line adequados à componente académica e científica.*
- *A existência de uma UC de integração de conhecimentos, Projeto de Máquinas, de desenvolvimento de um equipamento mecânico, desde a apresentação e discussão de propostas funcionais de soluções conceptuais até ao projeto da solução adotada.*
- *6 anos de acreditação EUR-ACE.*
- *Classificação de Excelente do centro de investigação acolhido no departamento (UNIDEMI) no período de 2020-2023.*
- *Corpo docente estável que assegura todas as áreas científicas do plano curricular.*
- *O plano curricular estruturado para facilmente integrar alunos provenientes de licenciaturas em áreas afins obtidas noutras escolas de engenharia.*
- *O plano curricular é composto por unidades curriculares obrigatórias e opcionais, que embora não configurem ramos, permitem algum nível de aprofundamento de conhecimento, o que se tem revelado adequado ao mercado de emprego.*
- *Importante historial de dissertações realizadas em colaboração com a indústria.*

12.1. Strengths:

- *Consolidated experience: about 35 years of teaching in Mechanical Engineering.*
- *National reference school.*
- *437, the number of graduates in Mechanical Engineering from 2009/2010 to 2017/2018.*
- *High demand course (number of candidates typically twice the number of clausus)*
- *Very good employability.*
- *Existence of laboratories, computational means, library, and online bibliographic resources suitable for the academic and scientific component.*
- *The existence of a UC of knowledge integration, Machine Design, for the development of mechanical equipment, from the presentation and discussion of functional proposals for conceptual solutions to the design of the adopted solution.*
- *6 years of EUR-ACE accreditation.*
- *Excellent rating from the research center hosted in the department (UNIDEMI) in the period 2020-2023.*
- *Stable teaching staff that ensures all scientific areas of the curriculum.*
- *The curricular plan structured to easily integrate students from undergraduate degrees in related areas obtained in other engineering schools.*

- *The curricular plan is made up of mandatory and optional curricular units, which, although they do not constitute branches, allow some level of deepening of knowledge, which has proven to be suitable for the job market.*
- *Important history of dissertations carried out in collaboration with the industry.*

12.2. Pontos fracos:

- *A ausência de ramos ou especialidades potencialmente não atrairá candidatos que procurem um nível elevado de especialização.*
- *No momento presente não se atribuem graus conferidos em parceria com outras universidades (estrangeiras); no entanto a estrutura curricular permite continuar a enquadrar semestres Erasmus friendly.*
- *Inexistência de estágio(s) em empresa no plano do curso.*

12.2. Weaknesses:

- *The absence of branches or specialties will not potentially attract candidates looking for a high level of specialization.*
- *Currently, degrees awarded in partnership with other (foreign) universities are not awarded; however, the curricular structure allows to continue to frame Erasmus friendly semesters.*
- *Absence of internship (s) in company in the plan.*

12.3. Oportunidades:

- *Novos docentes, com a possibilidade de criar a área de Sistemas na Engenharia Mecânica.*
- *Receber alunos de outras escolas permitindo interligar 1.º e segundos ciclos e ensino politécnico e universitário.*
- *A existência de programa de estágios na licenciatura constitui uma oportunidade de contacto com o tecido industrial, que tem promovido a realização de dissertações de mestrado em empresas, a empregabilidade e a possibilidade de criação de projetos de investigação*

12.3. Opportunities:

- *New professors, with the possibility of creating the systems area in Mechanical Engineering.*
- *Receive students from other schools, allowing the connection of 1st and 2nd cycles and polytechnic and university education*
- *The existence of internships in the bachelor program is an opportunity to get in touch with the industrial fabric, which has promoted the realization of master's theses in companies, employability and the possibility of creating research projects.*

12.4. Constrangimentos:

- *Financiamento para investimento em meios informáticos e laboratoriais com finalidade apenas pedagógica e que permitam grande número de utilizadores.*
- *Envelhecimento do corpo docente.*
- *Reduzida possibilidade de aumentar o número de docentes por forma a permitir abertura de especialidades (e a outros mestrados mais especializados).*
- *Indefinição quanto à política de financiamento do 2º ciclo.*

12.4. Threats:

- *Financing for investment in computer and laboratory means with a pedagogical purpose only and allowing a large number of users.*
- *Aging faculty.*
- *Reduced possibility of increasing the number of teachers in order to allow the opening of specialties (and other more specialized master's degrees).*
- *Undefined regarding the financing policy for the 2nd cycle.*

12.5. Conclusões:

O mestrado em engenharia mecânica constitui uma proposta equilibrada, baseada na experiência dos últimos anos, particularmente após a reformulação do mestrado integrado, e que tem tido uma receptividade muito boa. É uma proposta “conservadora” que dá espaço para o aparecimento de novas propostas de mestrados mais especializados e/ou de interface com outras áreas científicas. As situações mais preocupantes são o envelhecimento do corpo docente e a indefinição política quanto ao investimento em meios pedagógicos.

12.5. Conclusions:

The master's degree in mechanical engineering is a balanced proposal, based on the experience of recent years, particularly after the reformulation of the integrated master's degree, and which has been very well received. It is a “conservative” proposal that gives rise to new proposals for more specialized masters and / or interfaces with other scientific areas. The most worrying situations are the aging of the teaching staff and the political uncertainty regarding the investment in pedagogical means.