

NCE/21/2100047 — 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. Outras Instituições de Ensino Superior (em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.1.b. Outras Instituições de Ensino Superior (estrangeiras, em associação) (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

<sem resposta>

1.1.c. Outras Instituições (em cooperação) (Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):

<sem resposta>

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

1.2.a. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

1.2.b. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação com IES estrangeiras). (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 27/2021 de 16 de abril):

<sem resposta>

1.2.c. Identificação da(s) unidade(s) orgânica(s) da(s) entidade(s) parceira(s) (faculdade, escola, instituto, empresas, etc.) (proposta em cooperação). (Lei n.º 62/2007, de 10 de setembro ou Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, na redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto):

<sem resposta>

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia de Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura

1.3. Study programme:

Engineering in Robotics and Systems of Intelligent Manufacturing

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia Eletrotécnica e Computadores

1.5. Main scientific area of the study programme:

Electrical and Computer Engineering

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

523

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

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:

-

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, com a redação do DL n.º 65/2018):

2 anos (4 semestres)

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018):

2 years (4 semesters)

1.9. Número máximo de admissões proposto:

30

1.10. Condições específicas de ingresso (art.º 3 DL-74/2006, na redação dada pelo DL-65/2018).

Nos termos do art.º 17 do Decreto-Lei n.º 74/2006, na redação dada pelo DL n.º 65/2018 de 16 de agosto, podem candidatar-se titulares de uma formação de 1º ciclo nas áreas de Engenharia Informática, Engenharia Eletrotécnica, Engenharia Mecânica, Engenharia Industrial ou áreas afins, ou sejam detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, adequado para realização deste ciclo de estudos.

A análise da admissibilidade dos candidatos é realizada pelo júri do concurso do MeRSIM, considerando:

1. Afinidade entre o(s) curso(s) que possuem e o MeRSIM;
2. Natureza do(s) grau(s) que possuem;
3. Desempenho académico nas formações prévias.

1.10. Specific entry requirements (article 3, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018).

To enroll on the Master degree Engineering in Robotics and Systems of Intelligent Manufacturing, students must have a first cycle degree in Electrical and Computer Engineering, Computer engineering, Mechanical Engineering, Industrial Engineering, similar engineering areas or with adequate academic, scientific, or professional curriculum to be enrolled in this master.

All candidates have to be approved by the scientific committee, and may be subject to an interview to assess their preparation as well as their motivation for the Master degree, considering:

1. Similarity between MERSIM and their degrees.
2. Nature of their degrees
3. Academic performance in the previous degrees.

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

n/a

1.11.1. If other, specify:

n/a

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

O Mestrado em Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura (MeRSIM) será ministrado na NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA, sita no Campus da FCT NOVA, Monte da Caparica. As atividades do MeRSIM serão maioritariamente desenvolvidas no Departamento de Engenharia Eletrotécnica e Computadores que é o departamento responsável pelo ciclo de estudos.

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

The Master's degree in Robotics and Intelligent Manufacturing Systems will be taught at NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA, located at FCT NOVA campus, Monte da Caparica. MeRSIM's activities will be mostly developed in the Department of Electrical and Computer Engineering, which is the department responsible for the study cycle.

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:

n/a

1.14. Observations:*n/a*

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._D 180_2021_M Eng de Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura.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._Decl_CC FCT MeRSIM.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_MERSiM.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:

Os objetivos gerais do ciclo de estudos são os de formar mestres com o nível de conhecimentos, capacidade de compreensão e competências de análise, especificação, projeto e utilização de produtos e serviços relacionados com a Área Científica de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores a um nível compatível com o requerido pelos artigos 15.º e 18.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 107/2008, de 25 de junho e republicado em anexo do mesmo. Em termos mais específicos, os objetivos do MeRSIM estão alinhados com as estratégias europeias, nacionais e locais de desenvolvimento da área de Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura.

3.1. The study programme's generic objectives:

The general objectives of the study programme are to train masters with the level of knowledge, comprehension and skills of analysis, specification, design and use of products and services related to Scientific Area of Electrical and Computer Engineering at the level required by the articles 15. and 18. Decree-Law n. 74/2006, of March 24, as amended by Decree-Law n. 107/2008 of June 25 and reprinted in the corresponding Annex. In more specific terms, MeRSIM's objectives are aligned with European, national and local development strategies in the Area of Robotics and Intelligent Manufacturing Systems.

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

O MeRSIM tem como objetivo proporcionar formação técnica e científica avançada em Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura, e promover o desenvolvimento de aptidões pessoais e interpessoais adequadas ao trabalho em contexto profissional ou académico:

- *Conceber, desenvolver e manter sistemas inteligentes de manufatura e robóticos autónomos;*
- *Resolver problemas industriais complexos usando sistemas inteligentes, promovendo a digitalização, a utilização de ciência de dados e a inteligência artificial;*
- *Realizar trabalho experimental usando bases teóricas sólidas;*
- *Explorar novas metodologias, ferramentas ou tecnologias para desenvolvimento de soluções robóticas ou sistemas inteligentes de manufatura;*
- *Promover o progresso tecnológico em contexto académico e empresarial;*
- *Estudar, avaliar e concretizar ideias inovadoras e realizar investigação significativa respeitando as exigências impostas pelos padrões de qualidade, integridade e responsabilidade empresariais e académicos.*

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

MeRSIM aims to provide advanced technical and scientific training in Robotics and Intelligent Manufacturing Systems, and promote the development of personal and interpersonal skills appropriate to work in a professional or academic context:

- *Design, develop and maintain intelligent manufacturing and autonomous robotic systems;*
- *Solve complex industrial problems using intelligent systems, promoting digitization, the use of data science and artificial intelligence;*
- *Perform experimental work using solid theoretical bases;*
- *Explore new methodologies, tools or technologies for the development of robotic solutions or intelligent manufacturing systems;*
- *Promote technological progress in an academic and business context;*
- *Study, evaluate and implement innovative ideas and carry out meaningful research respecting the requirements imposed by the standards of quality, integrity and responsibility of business and academics.*

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:

Através do seu projeto educativo, científico e cultural, a NOVA pretende reforçar a sua afirmação como centro de excelência internacionalmente reconhecido e potenciar o seu contributo para o desenvolvimento regional, nacional e europeu. Este objetivo é perseguido através de:

- *Implementação dos princípios do processo de Bolonha;*
- *Reforço do seu projeto educativo, inclusivo e de formação global do indivíduo;*
- *Aumento da proporção de estudantes de pós-graduação;*
- *Consolidação da sua oferta de formação de ativos, requalificação de licenciados e captação de novos públicos;*
- *Fomento do aumento do sucesso escolar;*
- *Implementação de mecanismos de garantia de qualidade e reforço do carácter internacional do ensino e da investigação.*

O MeRSIM oferece uma formação pós-graduada em áreas que não estão atualmente cobertas a nível nacional e em que o DEEC e a NOVA School of Science and Technology têm competências demonstradas e uma imagem de marca positiva e conhecida tanto em Portugal como na Europa, Médio Oriente e América Latina. Com efeito, uma formação que ofereça simultaneamente conhecimentos de manufatura inteligente e sistemas robóticos autónomos é inovadora a nível nacional e europeu, contribuindo para colmatar uma falha existente na formação de recursos humanos das fábricas do futuro em que haverá uma cada vez maior aplicação de robôs autónomos, soluções colaborativas entre equipamentos e subsistemas cada vez mais inteligentes e autónomos, bem assim como sistemas distribuídos de manufatura e redes colaborativas empresariais.

Sendo um curso inovador a nível Europeu, o MeRSIM permite a captação de novos públicos e a (re)qualificação de licenciados, consolidando a oferta da NOVA a nível de mestrado. O MeRSIM deverá permitir fixar alguns dos melhores licenciados da NOVA School of Science and Technology bem como atrair alguns dos melhores de outras instituições. O MeRSIM está projetado para ter alunos com formação diversificada a nível de licenciatura, qualificando esses alunos com uma formação avançada, coerente e flexível em Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura.

O MeRSIM surge também como uma consequência natural da investigação e atividades de divulgação realizadas por docentes e investigadores da NOVA nas áreas da Robótica, Sistemas Inteligentes e Distribuídos de Manufatura e Redes Colaborativas, que é reconhecida a nível nacional e internacional. O número de projetos nacionais e internacionais do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e Computadores ao nível dos sistemas inteligentes e distribuídos de manufatura bem como de robótica autónoma garante o conhecimento e experiência necessárias para garantir a capacitação avançada nesta área. Assim, este mestrado irá intensificar as relações de investigação, desenvolvimento e transferência de conhecimento e tecnologia com as empresas e outras entidades e contribuir para a promoção de iniciativas de divulgação da ciência, que também são objetivos do projeto da NOVA.

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:

Through its educational, scientific and cultural project, NOVA School of Science and Technology aims to strengthen its affirmation as an internationally recognized centre of excellence and to enhance its contribution to regional, national and European development. This goal is pursued through:

- *Implementation of the principles of the Bologna process;*
- *Strengthening your educational, inclusive and global training project of the individual;*
- *Increased proportion of graduate students;*
- *Consolidation of its offer of asset formation, requalification of graduates and attracting new audiences;*
- *Fostering increased school success;*
- *Implementation of quality assurance mechanisms and strengthening the international character of teaching and research.*

MeRSIM offers postgraduate training in areas that are not currently covered at national level and where DEEC and NOVA School of Science and Technology have demonstrated skills and a positive brand image known in both Portugal and Europe, the Middle East and Latin America. Indeed, training that offers both knowledge of intelligent manufacturing and autonomous robotic systems is innovative at national and European level, helping to address an existing failure in the training of human resources in factories of the future in which there will be an ever-increasing application of autonomous robots, collaborative solutions between increasingly intelligent and autonomous equipment and subsystems, as well as distributed manufacturing systems and entrepreneurs collaborative networks.

As an innovative course at European level, MeRSIM allows the capture of new audiences and the (re)qualification of

graduates, consolidating nova's offer at master's level. MeRSIM should allow it to fix some of the best graduates from the NOVA School of Science and Technology as well as attract some of the best from other institutions. MeRSIM is designed to have students with diverse training at the bachelor level, qualifying these students with advanced, coherent and flexible training in Robotics and Intelligent Manufacturing Systems.

MeRSIM also emerges as a natural consequence of research and dissemination activities carried out by NOVA professors and researchers in the areas of Robotics, Intelligent and Distributed Systems of Manufacturing and Collaborative Networks, which is recognized nationally and internationally. The number of national and international projects of the Department of Electrotechnical Engineering and Computers at the level of intelligent and distributed manufacturing systems as well as autonomous robotics ensures the knowledge and experience necessary to ensure advanced training in this area. Thus, this master's degree will intensify the relations of research, development and transfer of knowledge and technology with companies and other entities and contribute to the promotion of initiatives to disseminate science, which are also objectives of the NOVA project.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) * / Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura * Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization

<sem resposta>

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

Mapa II - n/a

4.2.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

n/a

4.2.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

n/a

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
Engenharia Eletrotécnica e Computadores / Electrical and Computing Engineering	EEC	102	0	
Ciências Humanas e Sociais / Social and Human Sciences	CHS	3	0	
Engenharia Eletrotécnica e Computadores ou Engenharia Industrial / Electrical Engineering or Industrial Engineering	EEC/EI	0	6	
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area	QAC	0	6	
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0	
(5 Items)		108	12	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - n/a - 1º ano / 1º semestre - 1st year / 1st semester

4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:

n/a

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

n/a

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano / 1º semestre - 1st year / 1st semester

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 Opcional /	Observações / Observations
Descoberta de Conhecimento / Knowledge Discovery	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory
Telerobótica e Sistemas Autónomos / Telerobotics and Autonomous Systems	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory
Robótica / Robotics	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory
Supervisão Inteligente / Intelligent Supervision	EEC	Semestral / Semester	168	T-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory
Redes Integradas de Telecomunicações / Integrated Telecommunication Networks	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory

(5 Items)

Mapa III - n/a - 1º ano / 2º semestre - 1st year / 2nd semester**4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:**

n/a

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

n/a

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano / 2º semestre - 1st year / 2nd semester

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 Opcional /	Observações / Observations
Sistemas de Aquisição de Dados / Data Acquisition Systems	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory
Sistemas Robóticos e CIM / Robotics Systems and CIM	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory
Integração de Sistemas Ciber-Físicos / Cyber-Physical Systems Integration	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory
Sistemas Distribuídos de Manufatura / Distributed Manufacturing Systems	EEC	Semestral / Semester	168	T-28; PL-28;	6	Obrigatória / Mandatory
Sociologia das Organizações / Sociology of Organisations	CHS	Semestral / Semester	84	TP-28; OT-8; O-2;	3	Obrigatória / Mandatory
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CC	Trimestre / Quarter	80	TP-45;	3	Obrigatória / Mandatory

(6 Items)

Mapa III - n/a - 2º ano / 1º semestre - 2nd year / 1st semester**4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:**

n/a

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

n/a

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*2º ano / 1º semestre - 2nd year / 1st semester***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	Opcional /	Observações / Observations
Cognição em Sistemas Autónomos / Cognition for Telerobotics and Autonomous Systems	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6		Obrigatória / Mandatory
Empresas Virtuais / Virtual Enterprises	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6		Obrigatória / Mandatory
Unidade Curricular do Bloco Livre B / Unrestricted Elective B	QAC	Semestral / Semester	168	-	6	1	
Sistemas Inteligentes Industriais / Intelligent Industrial Systems	EEC	Semestral / Semester	84	TP-42;	3		Obrigatória / Mandatory
Opção 1 / Option 1	EEC / EI	Semestral / Semester	168	-	6	1	
Preparação da Dissertação / Preparation for the Dissertation	EEC	Semestral / Semester	84	T-4; OT-30;	3		Obrigatória / Mandatory

(6 Items)

Mapa III - n/a - 2º ano / 2º semestre - 2nd year / 2nd semester**4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:**

n/a

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

n/a

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*2º ano / 2º semestre - 2nd year / 2nd semester***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	Opcional /	Observações / Observations
Dissertação em Engenharia Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura / Dissert. Engineering in Robotics and Systems of Intelligent Manufacturing	EEC	Semestral / Semester	840	OT: 30	30		Obrigatória / Mandatory

(1 Item)

Mapa III - n/a - Opção 1 – 2º ano / 1º semestre - Option 1 – 2nd year / 1st semester**4.3.1. Ramos, variantes, áreas de especialização, especialidades ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)*:**

n/a

4.3.1. Branches, variants, specialization areas, specialties or other forms of organization (if applicable)*

n/a

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*Opção 1 – 2º ano / 1º semestre - Option 1 – 2nd year / 1st semester***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	Opcional /	Observações / Observations
Controlo em Sistemas Ciber-Físicos / Cyber-Physical Control Systems	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	1	
Conceção de Sistemas Digitais / Digital Systems Design	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	1	
Sistemas Sensoriais / Sensorial Systems	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	1	
Eletrónica de Potência em Acionamentos / Power Electronics for Drives	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	1	
Configuração e Gestão de Redes / Network Management and Configuration	EEC	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	1	
Gestão de Projetos / Project Management	EI	Semestral / Semester	168	TP-28; PL-28;	6	1	

(6 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Descoberta de Conhecimento

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Descoberta de Conhecimento

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Knowledge Discovery

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; PL-28

4.4.1.6. Créditos 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):

Pedro Alexandre da Costa Sousa - TP:14h;PL:14h

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

João Paulo Branquinho Pimentão - TP:14h;PL:14h

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:

Saber:

Identificar problemas de Knowledge Discovery

Datamining

ETL

Datawarehouse**Fazer:****Especificação de algoritmos.****Especificação, Desenvolvimento de técnicas de datamining****Não Técnicas:****Capacidade de comunicação oral e escrita****Realização de uma demonstração****Relatório da análise, desenho e implementação de uma solução****Organização de trabalho, gestão do tempo e cumprimento de prazos****Trabalho e colaboração em equipa****Capacidade de investigação e autonomia****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 is expected to have acquired knowledge, skills and competences that will allow him / her to:***Knowledge:**• *Identification of Knowledge Discovery problems*• *Datamining*• *ETL*• *Datawarehouse***Do:**• *Algorithm specification.*• *Specification, Development and implementation of datamining***Non-Technical:**• *Written and oral communication skills*• *Demonstration skills*• *Produce reports of analysis, design and implementation of a solution*• *Work management, time management and delivery deadlines*• *Teamwork and tem participation*• *Delivery*• *Honesty***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução**Sistemas inteligentes**Data «warehouse»**Descoberta de conhecimento**Projetos de gestão de Knowledge discovery**CRISP-DM, SEMMA**Data Warehouse and OLAP**Data Warehouse e DBMS**Modelos de dados multidimensionais**OLAP**Preprocessamento de Dados**Limpeza dos dados**Transformação de dados**Redução de dados**Conceitos hierarquicos**Qualidade dos dados**Representação em Data mining knowledge**características relevantes**dados de entrada**modelos**Técnicas de visualização**Learning**Classificação/Regressão**Segmentação**Métodos baseados em instâncias (vizinho mais próximo)**Associação**Clustering**Avaliação de modelos**Conjunto de treino e de teste**Estimativa da qualidade de um modelo (holdout, cross-validation, leave-one-out)**Combinação de modelos**Descoberta conhecimento em dados Reais*

Dealing with Big Data
Que torna dados em Big Data
Scalable Data Analytics Framework
Large-scale Data Analysis Models
Distributed Storage Architecture
Base de dados NoSQL
Data Flow Management

Privacidade e ética

4.4.5. Syllabus:

Introduction
Intelligent systems
Data «warehouse»
Knowledge discovery

Managing Knowledge discovery projects
CRISP-DM, SEMMA

Data Warehouse and OLAP
Data Warehouse and DBMS
Multidimensional data model
OLAP

Data preprocessing
Data cleaning
Data transformation
Data reduction
Concept hierarchies
Data Quality

Data mining knowledge representation
Interestingness measures
Input data
Models
Visualization techniques

Learning
Classification/regression
Segmentation
Instance-based methods (nearest neighbor)
Association
Clustering

Evaluating what's been learned
Training and testing
Estimating classifier accuracy (holdout, cross-validation, leave-one-out)
Combining multiple models

Mining real data

Dealing with Big Data
What is makes Data, Big Data
Scalable Data Analytics Framework
Large-scale Data Analysis Models
Distributed Storage Architecture
NoSQL Databases
Data Flow Management

Ethics and privacy

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

A sequência de aulas Teórico Práticas – Práticas que ocorrem todas as semanas foi preparada por forma a apresentar os conceitos nas aulas teóricas práticas, sendo a operacionalização e compreensão em detalhe dos assuntos, discutidos e verificados nas aulas práticas.

Nas práticas, realizadas em grupos de até três alunos, são realizados exercícios todas as semanas.

Os exercícios propostos são de complexidade incremental e complementar.

Existem momentos de avaliação com trabalhos práticos que verificam a apreensão dos conceitos por parte dos discentes.

Os trabalhos são entregues em prazos fixados e apresentados juntamente com um relatório de análise, desenho e implementação e discutidos com os docentes.

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

The sequence of classes that take place every week were prepared in order to present the concepts in the practical theoretical classes, being the operationalization and understanding in detail of the subjects, discussed and verified in the practical classes.

In practice, performed in groups of up to three students, exercises are performed every week.

The proposed exercises are of incremental and complementary complexity.

There are moments of evaluation with practical work that verify the understanding of the concepts by the students.

Reports are delivered on time and presented, including an analysis, design and implementation and discussions with the documents.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC encontra-se dividida em aulas teórico-práticas e práticas.

Nas TP a matéria é apresentada recorrendo a exemplos demonstrativos das matérias lecionadas.

Nas aulas PL a execução dos problemas (implementação) é efetuada em grupos de até 3 alunos.

Todos os trabalhos que os alunos desenvolvem na prática fazem parte de trabalhos de maior dimensão (integração) que os alunos têm de entregar a funcionar em prazos definidos, juntamente com um relatório de análise, desenho e implementação.

Componente teórica (peso de 66%) - NT:

=====

Pode ser realizada através de 2 testes ou exame;

É necessário ter nota (de exame ou média dos testes) não inferior a 9.5 valores.

Componente prática (peso de 34%) - NP:

=====

1 Trabalho.

Entrega através do Moodle. Avaliação com base nas funcionalidades implementadas.

É necessário ter nota média não inferior a 9.5 valores.

Cálculo da Nota Final - NF:

=====

$NF = 66\% * NT + 34\% * NP$

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical-practical the subject is presented using demonstrative examples of the subjects taught.

In practical classes the implementation of problems (implementation) is done in groups of up to three students.

All of the work that students do in practice is part of the larger (integration) work that students have to deliver to work on time, along with an analysis, design, and implementation report.

Theoretical component (66% weight in the grade) - NT:

=====

Can be accomplished by two test or exam;

Note You must have not less than 9.5 (average of tests or exam).

Practical component (34% weight in the grade) - NP:

=====

One project:

Submitted in Moodle. Evaluation based on functionalities.

Evaluation based on a report and discussion of the work;

You must have a grade of not less than 9.5.

Calculation of Final Grade - NF:

=====

$NF = 66\% * NT + 34\% * NP$

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

A UC encontra-se dividida em aulas teórico-práticas e práticas.

Nas teórico-práticas a matéria é apresentada recorrendo a exemplos demonstrativos das matérias lecionadas.

As práticas apresentam questões relacionadas com os aspetos lecionados nas teóricas correspondentes e introduzem problemas que os alunos têm de resolver. A implementação é efetuada em grupos de até dois alunos.

Todos os trabalhos que os alunos desenvolvem na prática fazem parte de um trabalho de maior dimensão (integração) que os alunos têm de entregar a funcionar em prazos definidos.

O trabalho é acompanhado de um relatório da análise, desenho e implementação.

Os trabalhos e os relatórios são discutidos com os docentes como forma final de avaliação da componente prática.

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

The course is divided into theoretical-practical and practical classes.

In theoretical-practical the subject is presented using demonstrative examples of the subjects taught.

The practices present questions related to the aspects taught in the corresponding theoreticians and introduce problems that the students have to solve. Implementation is carried out in groups of up to two students.

All the work that students do in practice is part of a larger work (integration) that students have to deliver on time fully operational.

The work is accompanied by a report of the analysis, design and implementation.

The works and reports are discussed with the teachers as a final form of evaluation of the practical component.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Recomendados/Suggested:

Data Mining de Eibe Frank, Christopher Pal, Mark Hall e Ian H. Witten, ISBN: 9780128042915, Edição ou reimpressão: 11-2016 Editor: ELSEVIER SCIENCE & TECHNOLOGY

Advances In Knowledge Discovery And Data Mining de Padhraic Smyth, Ramasamy Uthurusamy, Gregory Piatetsky-Shapiro e Usama M. Fayyad ISBN: 9780262560979 Edição ou reimpressão: 03-1996 Editor: MIT PRESS LTD

Handbook of Data Mining and Knowledge Discovery 1st Edition, by Jan Zytkow (Author), Willi Kloss (Editor), the late Jan M. Zytkow (Editor), ISBN-13: 978-0195118315

Statistical Data Analytics: Foundations for Data Mining, Informatics, and Knowledge Discovery 1st Edition, by Walter W. Piegorsch (Author), ISBN-13: 978-1118619650

Big Data Analytics: Systems, Algorithms, Applications 1st ed. 2019 Edition, by C.S.R. Prabhu (Author), Aneesh Sreevallabh Chivukula (Author), Aditya Mogadala (Author), Rohit Ghosh (Author), L.M. Jenila Livingston (Author), ISBN-13: 978-9811500930

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

Telerobótica e Sistemas Autónomos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Telerobotics and Autonomous Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28; PL:28

4.4.1.6. Créditos 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):

José António Barata de Oliveira (Regente) – TP: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):

Conhecer

1. *Conceitos fundamentais de Sistemas Autónomos*
2. *Conceitos fundamentais de Sensores de Robôs móveis e suas características*
3. *Visão Robótica 2D e 3D*
4. *Conceitos fundamentais de perceção utilizando várias modalidades*
5. *Perceção Ativa e Passiva*
6. *Métodos de Localização Probabilística*

Capaz de Fazer

1. *Equacionar problemas novos e estratégias de implementação de sistemas robotizados autónomos heterogéneos*
2. *Incrementar a capacidade de concretização de implementação de sistemas robotizados*
3. *Desenvolver a criatividade e inovação.*

Competências não-técnicas

1. *Desenvolver a capacidade de síntese e análise crítica*
2. *Trabalhar em equipa e incrementar a comunicação escrita e oral*
3. *Capacidade de gestão de tempo e cumprimento de prazos*

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

Understanding

1. *Perception for Autonomous Systems basic concepts*
2. *Main Robot Sensors and their characteristics*
3. *Robot 2D and 3D Vision*
4. *Perception using and fusing diverse modalities*
5. *Active vs Passive Perception*
6. *Probabilistic Robot Localisation methods*

Able to Do

1. *Addressing new problems and implementing perception and localisation strategies in the domain of robotized heterogeneous autonomous systems*
2. *Increase the capacity to practically implement these systems in robotized autonomous platforms*
3. *Apply creativity and innovation*
3. *Non-Technical Competences*

Develop synthesis critical thinking

2. *Team working and increasing oral and writing communication skills*
3. *Improve time keeping and compliance with meeting deadlines*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. INTRODUÇÃO

- *Perceção em Robótica: Medição vs. Perceção (2D, 3D, Sound, etc)*

2. SENSORES BASEADOS EM VISÃO

- *Cameras monoculares e binoculares*
- *Imagens omnidireccionais e multiespectrais*

3. DADOS A 3 DIMENSÕES:

- *Par estereoscópico, Luz Estruturada*
- *LiDAR, SONAR, Time of Flight*

4. REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DE OCUPAÇÃO:

- *Nuvens de pontos, Voxel Grids, Octrees*

5. REGISTO TRIDIMENSIONAL

- *Ponto mais próximo iterativo*
- *Scan Matching*

6. SEGMENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL FILTRAGEM TRIDIMENSIONAL

- *Sample Consensus*
- *Euclidean & Conditional Clustering*
- *KdTrees"*

7. PERCEÇÃO MULTIMODAL E FUSÃO DE DADOS

8. RASTREIO DE OBJETOS MULTIMODAL

9. PERCEÇÃO ATIVA

10. LOCALIZAÇÃO E MAPEAMENTO DE ROBÔS MÓVEIS

- *O desafio da Localização*
- *Dead Reckoning*
- *Sensores básicos de localização*
- *Localização Global*

- *Localização baseada em mapeamento*
- *Técnicas SLAM*

4.4.5. Syllabus:

1. **INTRODUCTION**
 - *Perception for Robotics: Measurement vs. Perception (2D, 3D, Sound, etc)*
2. **VISION BASED SENSORS:**
 - *Monocular Camera, Binocular Camera*
 - *Omnidirectional, Multispectral Imagery*
3. **THREE-DIMENSIONAL DATA:**
 - *Stereoscopic Pair, Structured Light*
 - *LiDAR, SONAR, Time of Flight*
4. **THREE-DIMENSIONAL OCCUPANCY REPRESENTATION:**
 - *Point clouds, Voxel Grids, Octrees*
5. **THREE-DIMENSIONAL REGISTRATION**
 - *Iterative Closest Point*
 - *Scan Matching*
6. **THREE-DIMENSIONAL FILTERING THREE-DIMENSIONAL SEGMENTATION**
 - *Sample Consensus*
 - *Euclidean & Conditional Clustering*
 - *KdTrees"*
7. **MULTIMODAL PERCEPTION AND DATA FUSION**
8. **MULTIMODAL BASED OBJECT TRACKING**
9. **ACTIVE PERCEPTION**
10. **MOBILE ROBOTS LOCALISATION AND MAPPING**
 - *The challenge of Localisation*
 - *Dead Reckoning*
 - *Basic Localisation Sensors"*
 - *Global Localisation*
 - *Map based Localisation*
 - *SLAM techniques*

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

Os conteúdos programáticos cobrem os conceitos fundamentais que o aluno deve conhecer e saber fazer sobre sistemas robotizados autónomos. A discussão dos aspetos e conceitos relacionados com a perceção e a localização servem de base para os alunos entenderem melhor os diferentes desafios subjacentes ao desenvolvimento deste tipo de sistemas.

A visão global é então dar a conhecer aos alunos os diversos conceitos associados a perceção e localização aplicada a robótica que são utilizados para implementar sistemas autónomos robotizados.

Os trabalhos a realizar nas PLs suportam a aquisição de conhecimentos e o saber fazer enunciados.

O trabalho realizado na TP e na PL está em consonância com a aquisição e competências não técnicas.

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

The syllabus covers the basic concepts that the student should know to design and implement autonomous systems. The discussion of aspects related to the perception and localisation are used to introduce the students to the challenges related to the development of this type of systems.

The global vision is for the student to learn the perception and localization concepts presented and their application to robotic autonomous systems.

The work to be carried out in the PLs supports the acquisition of knowledge and the know-how to make statements.

The work carried out in TP and PL is in line with the acquisition of non-technical skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas (TP) são dirigidas de forma a que os estudantes, através da sua participação ativa, compreendam cada um dos tópicos listados nos objetivos de aprendizagem.

Nas aulas laboratoriais (PL) os estudantes focam-se na experimentação dos conceitos expostos nas aulas teórico-práticas de forma a saberem fazer.

Para cada trabalho prático:

- *Apresentação do enunciado,*
- *tutorial sobre as tecnologias / ferramentas a usar,*
- *discussão do método de trabalho,*
- *realização do trabalho pelos estudantes acompanhados por docente*
- *elaboração de relatório.*

Componentes de Avaliação

1. *2 Mini-Testes*
2. *3 Trabalhos Práticos*

Regras de Avaliação

1. *Nota Teórica = (Mini-Teste 1 + Mini-Teste 2) / 2*
2. *Nota Teórica >= 9.5*

3. Cada Trabalho Prático ≥ 9.5

4. Nota Prática = $TP1 * Peso1 + TP2 * Peso2 + TP3 * Peso3$; Pesos são anunciados no início da UC

5. Nota Final = Nota Prática * 0.6 + Nota Teórica * 0.4

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes (TP) are directed so that students, through their active participation, understand each of the topics listed in the learning objectives.

In laboratory classes (PL) students focus on the experimentation of the concepts exposed in theoretical-practical classes in order to know how to do.

For each practical work:

- *Presentation of the work,*
- *tutorial on the technology / tools to use,*
- *discussion of the work method,*
- *realization of the work by the students accompanied by teachers,*
- *preparation of report.*

Evaluation Components

1. 2 Mini-Tests

2. 3 Practical Works

Evaluation Rules

1. Theoretical Mark = (Mini-Test 1 + Mini-Test 2) / 2

2. Theoretical Mark ≥ 9.5

3. Each Practical Work ≥ 9.5

*4. Practical Mark = $TP1 * Weight1 + TP2 * Weight2 + TP3 * Peso3$; Weights to be announced at the beginning of UC*

*5. Final Mark = Practical Mark * 0.6 + Theoretical Mark * 0.4*

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

Para que os estudantes apreendam os conceitos e metodologias é importante que o ensino nas aulas teórico-práticas seja imediatamente seguido de exemplos de aplicação e exercitação, garantindo assim um papel ativo na sala de aula. Um aspeto fundamental na aprendizagem sobre sistemas autónomos robotizados são os conceitos teóricos adquiridos pelos estudantes nas aulas teórico-práticas sobre: 1) o que é perceção aplicada a robótica ; 2) quais os algoritmos e técnicas mais utilizadas para construir este tipo de sistemas; e 3) Conceito de localização em robótica e quais as técnicas mais utilizadas para efetuar a mesma.

Por outro lado, a experimentação realizada nas práticas laboratoriais (PL) é fundamental para garantir que os alunos sejam capazes de "vivenciarem" os problemas específicos dos sistemas de perceção e localização para robotizados autónomos e heterogéneos.

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

For students to grasp the concepts and methodologies it is important that teaching in theoretical-practical classes is immediately followed by examples of application and exercises, thus ensuring an active role in the classroom.

A fundamental aspect in learning about robotic autonomous systems are the theoretical concepts acquired by students in theoretical-practical classes on: 1) perception in robotics; 2) what are the most used techniques and algorithms; and 3) Concept of localisation in robotics and what are the most used techniques to perform robot localisation.

On the other hand, the experimentation carried out in laboratory practices (PL) is essential to ensure that students are able to "experience" the specific problems of perception and localisation in autonomous and heterogeneous robotic systems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Thrun, S, M., Burgard, Fox D (2006). *Probabilistic Robotics*. MIT Press,668

2. Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., & Scaramuzza, D. (2011). *Introduction to autonomous mobile robots*. MIT press.

3. Chatterjee, A., Rakshit, A., & Singh, N. N. (2012). *Vision based autonomous robot navigation: algorithms and implementations (Vol. 455)*. Springer.

4. Ferreira, J. F., & Dias, J. M. (2014). *Probabilistic approaches to robotic perception*. Springer International Publishing.

5. Kaehler, A., & Bradski, G. (2016). *Learning OpenCV 3: computer vision in C++ with the OpenCV library*. " O'Reilly Media, Inc."

Mapa IV - Robótica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Robótica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Robotics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):*Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):**

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP-28; PL-28;***4.4.1.6. Créditos 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):***José António Barata de Oliveira – TP:28h; PL:28h***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):***- Conhecer**1. Componentes principais dos robôs industriais e móveis**2. Referenciais e Transformações Homogéneas**3. Cinemática de Manipuladores: direta e inversa**4. Cinemática de robôs terrestres**5. Cinemática e Dinâmica de Robôs Aéreos e Marítimos**6. Planeamento de Movimentos**7. Representações**8. Criação de Trajetórias**9. Otimização de Trajetória**10. Planeamento baseado em pesquisa**11. Planeamento com informação incompleta**- Capaz de Fazer**1. Equacionar problemas novos e estratégias de implementação de robôs industriais e móveis**2. Aumentar a capacidade de modelar e implementar robôs industriais e programas simples de planeamento de movimentos de robôs móveis, incluindo o acesso e processamento dos algoritmos mais relevantes**3. Desenvolver a criatividade e inovação.**- Competências não-técnicas**1. Desenvolver a capacidade de síntese e análise crítica**2. Trabalhar em equipa e incrementar a comunicação escrita e oral**3. Capacidade de gestão de tempo e cumprimento de prazos***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***- Understanding**1. Industrial and Mobile Robots Main Components, types of geometry, and main parameters**2. Referentials and Homogeneous Transformations**3. Robot Manipulators Kinematics: forward and Inverse**4. Land Robot Kinematics**5. Aerial Robot Kinematics and Dynamics**6. Maritime Robot Kinematics and Dynamics**7. Motion Planning**8. Representations**9. Trajectory Creation**10. Trajectory Optimization**11. Search-Based Planning**12. Planning with incomplete information**- Able to Do**1. Addressing new problems and implementing strategies in the domain of Industrial and Mobile Robots**2. Increase the capacity to model and implement Industrial Robots and simple mobile robots motion planning programs, including accessing and processing the most relevant algorithms.*

3. *Apply creativity and innovation*
- *Non-Technical Competences*
1. *Develop synthesis critical thinking*
2. *Team working and increasing oral and writing communication skills*
3. *Improve time keeping and compliance with meeting deadlines*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **INTRODUÇÃO**
 - a. *Desenvolvimentos Históricos*
 - b. *Componentes dos Robôs*
 - c. *Classificação de Robôs e Parâmetros*
2. **POSICIONAMENTO E ORIENTAÇÃO**
 - a. *Referentials & Orientation*
 - b. *Transformation Matrices*
3. **MOVIMENTO DE ROBÔS**
 - a. *Manipuladores*
 - i. *Cinemática Direta*
 - ii. *Cinemática Inversa*
4. **ROBÓTICA MÓVEL – Mobilidade em terra, ar e mar**
 - a. *Locomoção (Terra, Ar, Mar)*
 - b. *Cinemática de Veículos Terrestres (Diferencial, Ackerman, Double Ackerman, Omnidireccional)*
 - c. *Cinemática de Veículos Aéreos e Dinâmica (Asa Fixa, Multi-rotor)*
 - d. *Cinemática de Veículos Marítimos (Superfície, Submarinos)*
5. **PLANEAMENTO DE MOVIMENTO**
 - a. *Introdução*
 - b. *Representação de Planos*
 - c. *Criação de Trajetórias*
 - d. *Optimização de Trajetórias para Planeamento de Movimento*
 - e. *Search-Based Planning*
 - f. *Planeamento com Incerteza ou informação incompleta*

4.4.5. Syllabus:

1. **INTRODUCTION**
 - a. *Historical Development*
 - b. *Robot Components (All Including Mobile)*
 - c. *Robot Classifications & Parameters*
2. **POSITION AND ORIENTATION**
 - a. *Referentials & Orientation*
 - b. *Transformation Matrices*
3. **ROBOT MOTION**
 - a. **MANIPULATORS**
 - i. *Forward Kinematics*
 - ii. *Inverse Kinematics*
4. **MOBILE ROBOTS Mobility on Air, Land, Sea**
 - a. *Locomotion (Land, Aerial, Maritime)*
 - b. *Land Vehicle Kinematics (Differential, Ackerman, Double Ackerman, Omnidirectional)*
 - c. *Aerial Vehicle Kinematics and Dynamics (Fixed-Wing, Multi-rotor)*
 - d. *Maritime Vehicle Kinematics (Surface, Underwater)*
5. **MOTION PLANNING**
 - a. *Introduction*
 - b. *Planning Representations*
 - c. *Trajectory Creation*
 - d. *Trajectory Optimization for Motion Planning*
 - e. *Search-Based Planning*
 - f. *Planning under uncertainty*

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

A lista de tópicos e sua sequência visam facilitar a aquisição das competências definidas para esta área. Os exemplos apresentados nas aulas teóricas contribuem para uma ilustração da aplicação dos conceitos de fundamentais sobre robôs industriais e móveis. Os mini-testes ao longo do semestre permitem aferir que os alunos atingiram os objetivos propostos para a disciplina.

Durante as aulas práticas, que decorrem em laboratório, os alunos são confrontados com problemas práticos cuja resolução implica a utilização dos conceitos propostos na UC.

De acordo com o referido programa, durante estes trabalhos, os alunos aprendem os conceitos fundamentais de modelação e planeamento de trajetórias para robôs industriais e móveis e a utilizando diferentes algoritmos.

Os trabalhos a realizar nas PLs suportam a aquisição de conhecimentos e o saber fazer enunciados.

O trabalho realizado na TP e na PL está em consonância com a aquisição e competências não técnicas.

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

The list of topics and their sequence aim at facilitating the acquisition of skills defined as objectives for this area. The examples presented in theoretical lectures help illustrating the concepts application of industrial and mobile, as

specified in the syllabus. During the semester, students are given mini-tests, to perceive if they have acquired the proposed objectives.

Practical lessons are made in laboratory, in which the students are presented with problems and situations requiring real-time modelling approaches.

Students learn the fundamental concepts for modelling and planning for industrial and mobile robots and to use the different algorithms adapted to different environments.

This is also one of the units where teamwork and its management is encouraged.

The work to be carried out in the PLs supports the acquisition of knowledge and the know-how to make statements.

The work carried out in TP and PL is in line with the acquisition of non-technical skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas (TP) são dirigidas de forma a que os estudantes, através da sua participação ativa, compreendam cada um dos tópicos listados nos objetivos de aprendizagem.

Nas aulas laboratoriais (PL) os estudantes focam-se na experimentação dos conceitos expostos nas aulas teórico-práticas de forma a saberem fazer.

Para cada trabalho prático:

- *Apresentação do enunciado,*
- *tutorial sobre as tecnológias / ferramentas a usar,*
- *discussão do método de trabalho,*
- *realização do trabalho pelos alunos acompanhados por docente e*
- *elaboração de relatório.*

Componentes de Avaliação

1. 2 Mini-Testes

2. 3 Trabalhos Práticos

Regras de Avaliação

1. Nota Teórica = (Mini-Teste 1 + Mini-Teste 2) / 2

2. Nota Teórica >= 9.5

3. Cada Trabalho Prático >= 9.5

*4. Nota Prática = TP1 * Peso1 + TP2 * Peso2 + TP3*Peso3 ; Pesos são anunciados no início da UC*

*5. Nota Final = Nota Prática * 0.6 + Nota Teórica * 0.4*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes (TP) are directed so that students, through their active participation, understand each of the topics listed in the learning objectives.

In laboratory classes (PL) students focus on the experimentation of the concepts exposed in theoretical-practical classes in order to know how to do.

For each practical work:

- *Presentation of the work,*
- *tutorial on the technology / tools to use,*
- *discussion of the work method,*
- *realization of the work by the students accompanied by teachers, and*
- *preparation of report.*

Evaluation Components

1. 2 Mini-Tests

2. 3 Practical Works

Evaluation Rules

1. Theoretical Mark = (Mini-Test 1 + Mini-Test 2) / 2

2. Theoretical Mark >= 9.5

3. Each Practical Work >= 9.5

*4. Practical Mark = TP1 * Weight1 + TP2 * Weight2 + TP3*Peso3 ; Weights to be announced at the beginning of UC*

*5. Final Mark = Practical Mark * 0.6 + Theoretical Mark * 0.4*

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

A unidade inclui uma componente teórica e uma componente laboratorial.

Mediante a realização dos testes teóricos e dos trabalhos de laboratórios, podemos certificar que os estudantes estão a atingir os resultados propostos para a UC.

Ao nível teórico, a realização dos testes permite aferir até que ponto os estudantes assimilaram os conceitos de modelação e programação de robôs industriais e móveis, bem como os aspetos fundamentais da utilização dos diferentes algoritmos lecionados.

Em relação aos trabalhos de laboratório os alunos utilizam ferramentas, linguagens de programação e gráficas para modelar e desenvolver as soluções para os problemas propostos. Desta forma, a realização destes trabalhos, obriga a utilizar os conceitos e métodos de modelação do âmbito desta disciplina.

Para além disso, os alunos trabalham em grupo de forma a desenvolverem um espírito colaborativo na resolução de problemas em equipa.

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

This course includes a theoretical component and a lab component.

We can certify that teaching methodologies are coherent with the learning outcomes, through the realization of tests and lab works during the semester, in which we evaluate how well students are learning the proposed concepts modelling and programming of industrial and mobile robots, and the fundamental concepts to access the lectured algorithms.

At a practical level, during the lab lessons, students use tools and both programming and graphical languages to model systems and solve system integration problems. The realization of these works implies the use of concepts and modelling approaches proposed in this discipline.

Furthermore, during the lab lessons, the students are organized in small groups, allowing them to work in collaboration and developing a team-based spirit, which allows to leverage the effort developed in the resolution of the proposed problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Corke, P. (2017) *Robotics, Vision and Control*. Cham: Springer International Publishing (Springer Tracts in Advanced Robotics). doi: <http://doi.org/10.1007/978-3-319-54413-7>

2. Jazar, R. N. (2010) *Theory of Applied Robotics*. Boston, MA: Springer US. <http://doi.org/10.1007/978-1-4419-1750-8>

3. Kelly, A. (2013) *Mobile Robotics, Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods*. New York: Cambridge University Press. <http://doi.org/10.1017/CBO9781139381284>

4. Mihelj, M. et al. (2019) *Robotics*. Cham: Springer International Publishing. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-72911-4>

5. Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R. and Scaramuzza, D. (2011) *Introduction to Autonomous Mobile Robots, Second Edition*, MIT Press. MIT Press. Available at: <https://mitpress.mit.edu/books/introduction-autonomous-mobile-robots-second-edition>

6. LaValle, S. (2006). *Planning Algorithms*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi:10.1017/CBO9780511546877>

Mapa IV - Supervisão Inteligente**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Supervisão Inteligente

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Intelligent Supervision

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28; PL-28

4.4.1.6. Créditos 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 Manuel Camarinha Matos - T: 4

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

João Almeida das Rosas - T:12

Ana Inês da Silva Oliveira - T:12; PL:28

André Dionísio Bettencourt da Silva Parreira Rocha - PL:56

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

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

- *Compreender:*

(a) *Conceitos fundamentais de supervisão inteligente*

(b) *Principais técnicas e mecanismos de implementação de planeamento, monitoração, diagnóstico, recuperação de erros e aprendizagem automática.*

- *Ser capaz:*

(a) *Conceber e analisar sistemas de supervisão;*

(b) *Modelar problemas de supervisão e selecionar ferramentas de suporte;*

(c) *Desenhar e programar os principais módulos dum sistema de supervisão inteligente;*

(d) *Integrar conhecimentos multidisciplinares em aplicações de supervisão;*

(e) *Aplicar diversas ferramentas de aprendizagem automática;*

(f) *Exercitar capacidade de trabalho em equipa e gestão de tempos.*

- *Conhecer:*

(a) *Os principais desafios de sistemas de supervisão inteligente e tecnologias de suporte;*

(b) *As principais abordagens e mecanismos;*

(c) *A estrutura de sistemas de supervisão inteligente.*

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

At the end of this course students will have acquired knowledge, skills and competences that will allow them to:

- *Understand:*

(a) *Fundamental concepts of intelligent supervision;*

(b) *Key techniques and mechanisms for implementing planning, monitoring, diagnosis, error recovery and machine learning.*

- *Be able to:*

(a) *Design and analyze supervisory systems;*

(b) *Model supervision problems and select support tools;*

(c) *Design and program the main modules of an intelligent supervision system;*

(d) *Integrate multidisciplinary knowledge into supervision applications;*

(e) *Apply various machine learning tools;*

(f) *Exercising teamwork skills and time management.*

- *To know:*

(a) *The key challenges of intelligent supervision systems and supporting technologies;*

(b) *The main approaches and mechanisms;*

(c) *The structure of intelligent supervision systems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **INTRODUÇÃO:** Conceito de plano, objetivo, supervisão.

2. **SISTEMAS PERICIAIS DE TEMPO REAL:** Principais características dum SP de tempo real. Arquiteturas típicas.

3. **PLANEAMENTO E SUPERVISÃO:** Conceitos básicos de Planeamento. Execução. Interação planeador / executor.

4. **ARQUITETURAS DE SUPERVISÃO:** Arquitetura geral dum supervisor. Funcionalidades fundamentais:

Despacho, monitoração, diagnóstico, recuperação. Funcionalidades adicionais: Prognóstico, apoio à manutenção preventiva. Representação de Erros e Exceções: Taxonomias, diagramas causais. Arquiteturas multinível. Sistemas baseados em conhecimento: Regras condição – ação; Assincronismo, Arquiteturas de quadro preto e multiagente.

5. **RACIOCÍNIO QUALITATIVO:** Motivação. Conceitos fundamentais de modelação qualitativa. Aproximações ao raciocínio qualitativo. Formalismos de Representação. Simulação. RQ e supervisão.

6. **APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA EM SUPERVISÃO:** Necessidade da aprendizagem em supervisão.

Panorâmica de técnicas.

4.4.5. Syllabus:

1. **INTRODUCTION:** Concepts of plan and goal. Concept of supervision.

2. **REAL TIME EXPERT SYSTEMS:** Main characteristics of a real time ES.

3. **PLANNING AND SUPERVISION:** Base concepts of Planning. Execution. Interaction planner / executor.

4. **SUPERVISION ARCHITECTURES:** General architecture of a supervisor. Main functionalities: Dispatch and

monitoring, Diagnosis, error recovery. Additional functionalities: Prognosis, preventive maintenance support. Representation of errors and exceptions: Taxonomies, causal diagrams. Multilevel architectures. Knowledge based systems: Condition - Action rules; asynchronism, blackboard and multiagent architectures.

5. **QUALITATIVE REASONING:** Motivation. Main concepts of qualitative modelling. Qualitative reasoning approaches.

Representation formalisms. Simulation. QR and supervision.

6. **MACHINE LEARNING IN SUPERVISION:** Need for machine learning in supervision. Overview of machine.

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

A área dos sistemas de supervisão inteligente envolve um largo espectro de matérias e conceitos. Começando pelos conceitos base e apresentando aos estudantes, ao longo do semestre, as diferentes formas e métodos que são utilizados na indústria, consegue-se fornecer uma panorâmica clara e abrangente sobre essa temática. É dado um particular ênfase ao contexto industrial.

Sendo as aulas teóricas complementadas com trabalho laboratorial, consegue-se cimentar a perspetiva de "saber fazer", bem assim como vários aspetos de competências não técnicas (através de trabalhos de grupo).

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

The area of intelligent supervision systems involves a broad spectrum of subjects and concepts. Starting with the basic concepts and presenting to the students, along the semester, the different ways and methods that are used in industry, the course provides a clear and comprehensive overview of this theme. Particular emphasis is put on the industrial context.

Since the theoretical classes are complemented with laboratory work, it is possible to cement the perspective of "know-how" as well as various aspects of non-technical skills (through group work).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A componente teórica da UC é levada a cabo através de aulas no formato de apresentações com discussão. A avaliação desta componente é contínua e é conseguida através da realização de mini-testes - Nota Teórica (NT). Na componente laboratorial da UC os estudantes são convidados a desenvolver sistemas protótipo para o controlo e supervisão inteligente de kits de hardware existentes no laboratório (Armazém automático, Lavagem de automáticos automáticos, etc). Este percurso é iniciado por aulas no formato tutorial, por forma a dar um primeiro contacto com as tecnologias a utilizar, seguidas por sessões onde os alunos criam os sistemas solicitados, acompanhados pelo professor.

A componente prática é avaliada de forma contínua nas aulas, através dos trabalhos propriamente ditos, dos seus relatórios e de apresentações dos mesmos - Nota Prática (NP).

*A Classificação Final CF é calculada seguindo a fórmula: $CF = CT * 0,5 + CP * 0,5$*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical component of the course is carried out through lecture presentations. The evaluation of this component is continuous and is achieved through mini-tests - Theoretical Grade (TG).

In the laboratory component of the course students are invited to develop prototype systems for the Intelligent control and supervision of laboratory hardware kits (Automatic Warehouse, Cleaning auto, etc.). This course starts with tutorial format classes to provide a first contact with the technologies to be used, followed by sessions where students create the requested systems, accompanied by the teaching staff.

The practical component is continuously assessed in class, through the works themselves, their reports and presentations - Practical Grade (PG).

*The Final Grade is calculated using the formula: $FG = TG * 0.5 + PG * 0.5$*

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

Através das aulas teóricas no formato de apresentações dos conceitos envolvidos, bem assim como discussão dos métodos e técnicas utilizadas na indústria, os estudantes absorvem a matéria da UC. A realização de mini-testes ajuda a levá-los a estudar e consolidar tais conceitos ao longo do semestre.

Com a realização de protótipos exemplificativos dos conceitos abordados nas aulas teóricas, os estudantes experimentam os conceitos e apercebem-se da sua importância. Para além disso, o facto de estes trabalhos serem realizados em constante interação com os Kits de Hardware realistas ("simuladores físicos") existentes nos laboratórios, introduz um elemento de motivação extra que resulta na vontade recorrente de experimentar mais além do que é solicitado.

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

Through lectures in the format of presentations of the concepts involved, as well as discussion of the methods and techniques used in the industry, students absorb the subjects of the course.

The mini-tests motivate students to study and consolidate such concepts throughout the semester.

With the realization of prototypes illustrating the concepts addressed in the lectures, students experiment those concepts and realize their importance. In addition, the fact that these works are to be performed on existing realistic Hardware Kits ("physical simulators") in the labs, introduces an element of extra motivation that results in the often leads students to an urge to experiment beyond what is required.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- L. M. Camarinha-Matos, Notas de Supervisão Inteligente (course handouts).

- University of Amsterdam. GARP3 - Qualitative Modeling & Reasoning.

- Conjunto de publicações selecionado. Exemplos: / Selected articles. Examples:

Ex: K. Moslehi, R. Kumar. Vision for a self-healing power grid. ABB Review 4, 2006, e outras.

- Reports on various machine learning tools.

Mapa IV - Redes Integradas de Telecomunicações**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Redes Integradas de Telecomunicações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Integrated Telecommunication Networks

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):*Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):**

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP-28; PL-28;***4.4.1.6. Créditos 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 Lourenço Bernardo - TP: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):***A UC pretende dotar o estudante com a capacidade de compreender como funciona uma rede a nível de conectividade, qualidade de serviço (QoS), interoperabilidade e correção de erro, incluindo aspetos teóricos e práticos nos níveis rede e transporte, como dimensionamento, interfaces de programação e configuração.***Saber:**

- algoritmos de encaminhamento para diferentes redes.
- arquiteturas para realizar o controlo de QoS.
- estrutura da rede e dos protocolos mais representativos usados na Internet, redes MPLS e SDN.

Fazer:

- Desenvolver aplicações em rede utilizando a interface socket em Java e C
- Utilizar o Linux para realizar um encaminhador e firewall
- Configuração básica de encaminhadores com Cisco IOS

Competências Não-técnicas:

- Capacidade e postura para pensamento crítico
- Capacidade para efetuar escolhas fundamentadas
- Capacidade de trabalhar e colaborar em equipa
- Atitude de exigência e qualidade

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The course aims to provide the students with the understanding of how connectivity, quality of service (QoS), interoperability and error correction is achieved in a network. It includes theoretical and practical aspects on the network and transport layers, at the level of system specification, configuration and programming interfaces.***Knowledge:**

- routing algorithms adapted to different networks
- approaches to implement QoS control
- network structure and representative protocols used in the Internet, MPLS and SDN networks

To Do:

- Development of network applications using C and Java socket interface
- Use Linux to implement a router or a firewall
- Basic configuration of routers using Cisco IOS

Non-technical capabilities:

- Capability and posture for critical thinking
- Capacity to do substantiated choices
- Capacity for teamwork and for co-operation in a team
- Posture of demand and quality

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Nível Rede:*

1. *Aspetos do desenho do nível rede*

2. Algoritmos de encaminhamento
3. Algoritmos de controlo de congestão
4. Técnicas para obter boa qualidade de serviço
5. Internetworking
6. O nível IP na Internet
7. Comutação de etiquetas: MPLS
8. Software Defined Networking (SDN) e Network Function Virtualization (NFV)

Nível Transporte:

1. Elementos do nível transporte
2. Protocolos TCP e UDP
3. Família de protocolos RTP
4. Protocolos SCTP e QUIC
5. Extensões aos protocolos Internet

4.4.5. Syllabus:

Network Layer:

1. Network Layer Design Issues
2. Routing algorithms
3. Congestion Control Algorithms
4. Techniques for Achieving Good Quality of Service
5. Internetworking
6. The IP level in the Internet
7. Label Switching: MPLS
8. Software Defined Networking (SDN) and Network Function Virtualization (NFV)

Transport Layer:

1. Elements of Transport Protocols
2. TCP and UDP protocols
3. RTP protocol family
4. SCTP and QUIC protocols
5. Extensions to Internet Protocols

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, que contém um conjunto representativo dos protocolos relevantes dentro dos protocolos usados dos níveis rede e transporte, com ênfase na Internet.

Os exercícios propostos em fichas de exercícios e na avaliação teórica cobrem a matéria dada exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos e protocolos, exercitando o seu uso em diferentes cenários.

Nas aulas práticas os estudantes desenvolvem a capacidade de analisar os problemas propostos e a aplicação dos conceitos aprendidos para resolver problemas concretos, que envolvem a utilização das interfaces de programação e o dimensionamento e configuração de sistemas. Para cada trabalho é fornecido um embrião do sistema proposto e um conjunto de módulos, que é completado em grupo pelos estudantes, levando a uma aprendizagem do desenvolvimento de sistemas com alguma complexidade.

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

In lectures students acquire the theoretical knowledge proposed, which includes a set of relevant protocols in the network and the transport layers, with an emphasis in the ones used for the current Internet.

The exercises proposed in the theoretical classes and tests cover the subjects given, requiring the students to understand the concepts and protocols involved, exercising its use in different scenarios.

In the lab classes, students develop the ability to analyse the proposed problems and apply the concepts learned to solve practical problems, involving the use of programming interfaces, specification and configuration of systems. A set of building blocks and an embryo of the proposed system are provided for each lab work by the lecturers, which is completed by the group of students enabling them to learn to develop systems with some complexity.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas têm um cariz mais expositivo, mas incluem exercícios e demonstrações da utilização dos sistemas aprendidos (e.g. configuração de encaminhadores Linux e Cisco).

Nas aulas práticas os estudantes aprendem dois ambientes de desenvolvimento e realizam dois projetos onde trabalham profundamente sobre protocolos de encaminhamento e desenvolvimento de aplicações dual-stack em rede na linguagem C.

Existe avaliação teórica e avaliação prática, com um peso de 60% e 40% respetivamente.

É necessário obter a classificação de 9,5 valores em cada componente.

A componente teórica da UC pode ser realizada através de ¹/_{SEP} testes (2 testes ao longo do semestre) ¹/_{SEP} ou um exame final.

A componente prática é composta por dois trabalhos práticos realizados em grupos de dois ou três elementos, com uma discussão final com avaliação individual de cada membro do grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lecturing classes consist mainly on theory exposition, but they also include exercises and demonstrations of the use of learned systems (e.g. configuration of Linux and Cisco routers).

In the two laboratory weekly hours the students learn about two development environments and implement two projects where the work goes in a reasonable depth on two subjects: routing algorithms and the implementation of network applications using C language for Linux.

The assessment has a theoretical and a practical part, weighting respectively 60% and 40%.

It is necessary to obtain more than 9.5 points in each part.

The theoretical part can be obtained either by 2 assessment mid-term tests or one final exam.

The practical component consists on two laboratory projects. The assessment of the laboratory projects is accomplished in group discussions with individual grades, covering the theoretical and practical aspects of the project.

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

A UC pretende desenvolver nos estudantes a capacidade de analisar o comportamento de protocolos de encaminhamento e transporte, e especificar e configurar a sua utilização perante diferentes cenários. Esta capacidade não envolve apenas um conhecimento profundo dos conceitos e técnicas, mas também uma experiência prática na utilização da interface de programação e na configuração de sistemas. De facto existem duas dimensões nas quais os estudantes são avaliados: a) se são capazes de compreender os vários protocolos e sistemas estudados; e b) se são capazes de desenvolver programas e configurar sistemas de maneira a satisfazer uma especificação.

A primeira dimensão pode ser obtida em grande parte pela frequência das aulas teóricas, onde os assuntos são apresentados e explicados. Ao frequentar estas aulas, um estudante aplicado acaba por adquirir um conhecimento alargado dos sistemas e protocolos, complementado com exemplos da sua aplicação, e do papel individual que cada elemento desempenha no sistema em que está integrado. Nas aulas e a nível da avaliação teórica, é comum a introdução de perguntas que obrigam a uma visão transversal que usa aspetos teóricos aprendidos de forma dispersa. Para além disso, são fornecidos artigos científicos e algumas ligações Web na página da UC, que visam estimular a pesquisa para os estudantes mais dedicados.

A segunda dimensão requer uma familiaridade mais intensa com a linguagem de programação e de configuração dos equipamentos, e com os padrões que são usados para resolver problemas típicos, e esse conhecimento só pode ser obtido adequadamente através do seu treino. As aulas práticas obrigam à aplicação do conteúdo da documentação tutorial fornecida em cada uma, funcionando o apoio do docente como um último recurso, apenas para a resolução de dúvidas. A discussão oral final dos grupos com nota individual permite aferir o nível de conhecimento de cada estudante. Durante o acompanhamento dos trabalhos nas aulas de laboratório é também comum orientar os estudantes para mecanismos de diagnóstico complementares (e.g. Wireshark) ou para outras ferramentas do Linux, levando à autoaprendizagem.

A realização de julgamento/tomada de decisões é uma das competências mais relevantes que se pretende fornecer com a UC. Perante o conjunto de técnicas e protocolos estudados, os estudantes são convidados a nível da avaliação teórica e nos trabalhos de laboratório a escolher as abordagens que melhor desempenho têm para resolver um conjunto de cenários, que muitas vezes envolvem a definição de vários níveis da pilha de protocolos.

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

The course aims at developing on the students the ability to analyse the behaviour of network and transport protocols, and specify and configure their use in different scenarios. Such ability requires not only a deep understanding of the concepts and techniques but also a practical experience in using the programming interface and configuration of systems. In fact there are two dimensions in which students are assessed: a) whether they are able to understand the various protocols and systems studied and b) whether they are able to develop programs and configure systems that meet a specification.

The first dimension is largely met by attending the theoretical classes, where the subjects are presented and explained. By attending these classes, a dedicated student will eventually develop an understanding of the systems and protocols, complemented with examples of its application, and the role that each individual protocol plays in the system. In the classes and in the theoretical assessment, some questions require a cross-sectional view that uses theoretical aspects learned in a dispersed way. In addition, papers and some web links are provided, which aim to stimulate research interest in the students.

The second dimension requires a deeper familiarity with programming languages and equipment's configuration languages that are used to solve typical problems, and such knowledge can only be adequately obtained by adequate training. Practical classes require using the contents of the tutorial documentation provided for each class. Students rely on this information and the Internet to solve their problems and the teacher support is only used as a last resort when everything else failed. The final oral discussion is a group discussion with individual grades and is used to assess the level of knowledge of each student. Part of the guiding process in practical classes, is the awareness on students of the complementary diagnostic mechanisms (e.g. Wireshark) or other Linux tools, leading to self-learning. The judgment / decision making is one of the most important skills that the course wants to provide to the students. Given the set of techniques and protocols studied, students are invited to choose the best performing approaches that solve a set of scenarios, which often involve the definition of protocols for multiple layers and taking into consideration their interaction.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. A. Tanenbaum & D. Wetheral, "Computer Networks", 5ª ed, Prentice-Hall, 2010. ISBN: 0-13-212695-8 / 0-13-255317-1
2. Vários artigos tutoriais disponibilizados na página da UC

1. A. Tanenbaum & D. Wetheral, "Computer Networks", 5th ed, Prentice-Hall, 2010. ISBN: 0-13-212695-8 / 0-13-255317-1
2. Several tutorial papers available on the class web page

Mapa IV - Sistemas de Aquisição de Dados**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Sistemas de Aquisição de Dados***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Data Acquisition Systems***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EEC***4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-28; PL-28***4.4.1.6. Créditos 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):***Ricardo Luís Rosa Jardim Goncalves: TP:56; 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):***A unidade curricular proporciona que os estudantes desenvolvam competências no domínio dos sistemas para aquisição de dados, nomeadamente que aprendam os conceitos básicos e os saibam aplicar num contexto de engenharia em diversos domínios de aplicação.**Objetivos:**Saber:*

- *Conceitos básicos de sistemas de aquisição de dados*
- *Arquiteturas de Sistemas de Aquisição de Dados (SAD),*
- *Condicionamento de Sinais e conversões A/D e D/A*
- *Interfaces para aquisição de dados*

Fazer:

- *Desenhar sistemas para aquisição de dados*
- *Desenvolver soluções em diferentes contextos operacionais*

Soft-Skills / Soft Skills

- *Análise e formalização de especificação de problemas*
- *Aprender a trabalhar em grupo*
- *Aprender a apresentar uma proposta publicamente*
- *Aprender a gerir o tempo*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The curricular unit provides that students develop competencies in the domain of data acquisition systems, namely they learn and understand the basic concepts and know how to apply them in an engineering context in diversified application domains.**Objectives:**Knowledge:*

- *Basic concepts of data acquisition systems*
- *Architectures for Data Acquisition Systems (SAD)*
- *Signal conditioning and D/A – A/D converters*
- *Interfaces for data acquisition*

Know-how:

- *Design of data acquisition systems*
- *Development of solutions in different operational contexts*

Soft-Skills:

- *Analysis and formalization of problems' specifications*
- *Learn how to behave in teamwork*
- *Learn how to present publically a proposal of work*
- *Learn how to manage time*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Arquiteturas de Sistemas de Aquisição de Dados (SAD), caracterização genérica de SAD; identificação de blocos principais; caracterização das funções; metodologias de desenvolvimento de sistemas dedicados.*
- *Condicionamento de Sinais: utilização de amplificadores operacionais, compensações e correções lineares e não-lineares, conversões tensão/corrente/frequência, isolamento galvânico, análise de casos e aplicações com diversos transdutores.*
- *Conversão Digital-Analógica: caracterização, especificação de conversores, métodos diretos e indiretos, arquiteturas.*
- *Conversão Analógica-Digital: caracterização, especificação de conversores, métodos assíncronos, com controlador diretos e indiretos, arquiteturas.*
- *Arquiteturas de sistemas de Aquisição de Dados: soluções centralizadas versus distribuídas, instrumentação tradicional versus instrumentação virtual, LabView, sistemas remotos, interfaces.*
- *Análise de Casos.*

4.4.5. Syllabus:

- *Architectures for Data Acquisition Systems (SAD), general characterization of SAD, identification of principal blocks, characterization of functions, methodologies for the development of dedicated systems*
- *Signal conditioning: use of operational amplifiers, compensations and linear/non-linear corrections, conversions V/A/F, galvanic isolation, use cases and applications using different transducers.*
- *Analogic/Digital converting: Characterization, specification of converters, asynchronous methods, with direct and indirect controller, architectures.*
- *Digital/Analog converting: Characterization, specification of converters, asynchronous methods, with direct and indirect controller, architectures.*
- *Architectures for SAD: Centralized vs Distributes solutions, traditional vs. virtual instrumentation. LabView, remote systems, interfaces.*
- *Analysis of use cases.*

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

Nas aulas práticas os estudantes desenvolvem a capacidade de analisar os problemas propostos e desenvolver soluções para os resolver.

Os exercícios propostos nas várias fichas de exercícios cobrem a matéria dada exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos e técnicas envolvidas, e exercitando a sua utilização.

Os trabalhos teóricos e práticos em que os estudantes são avaliados, não só contribuem para essa avaliação, mas expõem os estudantes a um problema de alguma dimensão, exigindo um esforço na sua estruturação, bem como a interação dos vários componentes, seguindo-se de uma apresentação individual pública dos mesmos.

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

In the lab classes, the students develop the ability of analysing the proposed problems and develop solutions to solve them.

The exercises proposed in the lab classes scripts address the various concepts and techniques taught in the course, requiring from the students their understanding as well as training their use.

The evaluation works where the students are assessed, not only contribute to this assessment, but additionally it also exposes the students to problems with some dimension, requiring some effort to develop their structuring as well as to command the interaction of the various components, having an individual public presentation of them.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Teórica em sala de aula.

Práticas em laboratório em grupos de máx. 3 estudantes. Desenvolvimento individual de pesquisa sobre um tema relacionado com as teóricas.

- *relatório do trabalho sobre a componente teórica. Individual + relatório/resolução de exercícios de aulas práticas*
- *relatório de avaliação da componente teórica de um colega*
- *relatórios de 1º trabalho prático*
- *relatórios de 2º trabalho prático*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical work in classroom. Practical work in lab, developed in groups of 3 students maximum. Development of individual research about a specific subject addressed in the theoretical classes.

- *Report of the work related with the theoretical component + report/resolution of exercises during the practical classes*
- *Evaluation report about the theoretical work developed by a colleague*
- *Report about the 1st practical work*
- *Report about the 2nd practical work*

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

Nas aulas práticas os estudantes desenvolvem a capacidade de analisar os problemas propostos e desenvolver soluções para os resolver.

Os exercícios propostos nas várias fichas de exercícios cobrem a matéria dada exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos e técnicas envolvidas, e exercitando a sua utilização.

Os trabalhos teóricos e práticos em que os estudantes são avaliados, não só contribuem para essa avaliação, mas expõem os estudantes a um problema de alguma dimensão, exigindo um esforço na sua estruturação, bem como a interação dos vários componentes, seguindo-se de uma apresentação individual pública dos mesmos.

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

In the lab classes, the students develop the ability of analysing the proposed problems and develop solutions to solve them.

The exercises proposed in the lab classes scripts address the various concepts and techniques taught in the course, requiring from the students their understanding as well as training their use.

The evaluation works where the students are assessed, not only contribute to this assessment, but additionally it also exposes the students to problems with some dimension, requiring some effort to develop their structuring as well as to command the interaction of the various components, having an individual public presentation of them.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- "Operational Amplifiers & Linear Integrated Circuits", Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll,
- "Operational Amplifiers", Charles F. Wojslaw, Evangelos A. Moustakas,
- "USB mass storage", Axelson, Jan
- "Bluetooth application programming with the Java APIs", Kumar, C. Bala
- "Data acquisition techniques using PC's", Austerlitz, Howard
- "Data acquisition for sensor systems", Taylor, H. Rosemary
- "Smart card handbook", Rankl, W.

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

Sistemas Robóticos e CIM

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Robotics Systems and CIM

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; PL-28

4.4.1.6. Créditos 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):

José António Barata de Oliveira - TP:28

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

André Dionísio Bettencourt da Silva Parreira Rocha - PL:28

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

1. *A complexidade e importância de um sistema de manufatura, atividades e atores*
2. *Importância da automação e fator humano*
3. *Evolução histórica e contribuição das diferentes conjunturas socioeconómicas*
4. *Requisitos mais importantes dos sistemas de manufatura atuais*
5. *Diferentes paradigmas de manufatura*
6. *Características dos sistemas reconfiguráveis*
7. *Significado da complexidade e auto-organização*
8. *Importância da modelação no contexto da manufatura*
9. *Desafios na implementação de Sistemas Ciber-Físicos de Produção*
10. *Digital Twins baseados em Simulação na manufatura*

- Capaz de Fazer

1. *Modelar sistemas de manufatura.*
2. *Desenhar Sistemas Ciber-Físicos de Produção.*
3. *Desenhar Digital Twins baseados em Simulação.*
4. *Programar sistemas de controlo modulares e reconfiguráveis.*

- Competências não-técnicas

1. *Desenvolver a capacidade de síntese e análise crítica*
2. *Trabalhar em equipa e incrementar a comunicação escrita e oral*
3. *Capacidade de gestão de tempo e cumprimento de prazos*

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

1. *The complexity and importance of a manufacturing system, activities and actors*
2. *Importance of automation and human factor*
3. *Historical developments and contribution of different socio-economic environments*
4. *Most important requirements of today's manufacturing systems*
5. *Different manufacturing paradigms*
6. *Characteristics of reconfigurable systems*
7. *Meaning of complexity and self-organization*
8. *Importance of modelling in the context of manufacturing*
9. *Challenges in the implementation of Cyber-Physical Production Systems*
10. *Simulation based Digital Twins and its application in manufacturing*

- Able to Do

1. *Model manufacturing systems*
2. *Design of Cyber-Physical Production Systems.*
3. *Design of Simulation based Digital Twins.*
4. *Programming modular distributed control systems.*

- Non-Technical Competences

1. *Develop synthesis critical thinking*
2. *Team working and increasing oral and writing communication skills*
3. *Improve time keeping and compliance with meeting deadlines*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*- Conceitos Fundamentais de Manufatura*

1. *Mundo da Manufatura*
2. *Visão Histórica*
3. *Desafios atuais*

- Quarta Revolução Industrial

1. *Indústria 4.0 e IoT Industrial*
1. *Fábricas Inteligentes*

- Introdução aos Sistemas Ciber-Físicos de Produção

3. *Arquiteturas de Referência de Sistemas Ciber-Físicos*

- Modelação e Desenho de Sistemas Ciber-Físicos de Produção (SCFP)

1. *Princípios de Desenho de SCFP*
2. *Desenho de Arquiteturas de Software*
3. *Modelação e Desenho de SCFP Modulares e Pluggable*
4. *Integração de SCFP*

- Simulação em SCFP

1. *Simulação de Sistemas Dinâmicos e Auto-Organizados*
2. *Digital Twins baseados em Simulação*
1. *Virtualização de Componentes e Sistemas Físicos*
2. *Simulação de Componentes e Sistemas Físicos*
3. *Criação de Conhecimento*

- Implementação de Sistemas de Controlo Distribuídos e Reconfiguráveis

1. *Self-Awareness e Self-Organization.*
2. *Reconfigurabilidade de Sistemas Ciber-Físicos de Produção.*

- 3. *Controlo Distribuído e Reconfigurável.*
- 6. *Visita a Ambiente Industrial*

4.4.5. Syllabus:

- *Fundamental Concepts of Manufacturing*
 - 1. *The World of Manufacturing*
 - 2. *Historical Vision*
 - 3. *Current challenges*
- *Fourth Industrial Revolution*
 - 1. *Industry 4.0 and Industrial IoT*
 - 1. *Smart Factories*
 - 2. *Introduction to Cyber-Physical Production Systems*
 - 3. *Reference Architectures*
 - 3. *Modeling and Design of Cyber-Physical Production Systems (CPPS)*
 - 1. *Design Principles for CPPS*
 - 2. *Design of Software Architectures*
 - 3. *Modeling and Design of Modular and Pluggable CPPS*
 - 4. *Integration of CPPS*
- *Simulation within CPPS*
 - 1. *Simulation of Self-Organized and Dynamic Systems*
 - 2. *Simulation based Digital Twins*
 - 1. *Virtualization of Physical Components and Systems*
 - 2. *Simulation of Physical Components and Systems*
 - 3. *Knowledge Generation*
- *Implementation of Intelligent and Reconfigurable Control Systems*
 - 1. *Self-Awareness and Self-Organization.*
 - 2. *Cyber-Physical Production Systems Reconfigurability.*
 - 3. *Reconfigurable and Distributed Control.*
- *Industrial Environment Visit*

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

A lista de tópicos e sua sequência visam facilitar a aquisição das competências definidas para esta área. Os exemplos apresentados nas aulas teóricas contribuem para uma ilustração da aplicação dos conceitos de sistemas de manufatura atuais fundamentais. Os mini-testes ao longo do semestre permitem aferir que os alunos atingiram os objetivos propostos para a disciplina.

Durante as aulas práticas, que decorrem em laboratório, os alunos são confrontados com problemas práticos cuja resolução implica a utilização dos conceitos propostos na disciplina. De acordo com o referido programa, durante estes trabalhos, os alunos aprendem a modelar e desenvolver soluções para problemas utilizando abordagens e ferramentas que permitem dar solução a problemas relevantes para o chão de fábrica, aplicando os conceitos base da quarta revolução industrial.

Esta é também uma das unidades onde se incentiva o trabalho em equipa e respetiva gestão.

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

The list of topics and their sequence aim to facilitate the acquisition of the skills defined for this area. The examples presented in the theoretical classes contribute to an illustration of applying the concepts of current fundamental manufacturing systems. The mini-tests throughout the semester allow verifying that the students have reached the objectives proposed for the discipline.

During practical classes, which occur in the laboratory, students face practical problems whose resolution implies the use of the concepts proposed in the discipline.

According to the referred program, students learn to model and develop solutions to problems during these works, using the tools that allow them to provide solutions to problems relevant to the shop floor, applying the fourth industrial revolution's fundamental concepts.

This is also one of the units where teamwork and its management is encouraged.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas (TP) são dirigidas de forma a que os estudantes, através da sua participação ativa, compreendam cada um dos tópicos listados nos objetivos de aprendizagem.

Para cada trabalho prático:

- *Apresentação do enunciado,*
- *tutorial sobre as tecnologias / ferramentas a usar,*
- *discussão do método de trabalho,*
- *realização do trabalho pelos alunos acompanhados por docente e*
- *elaboração de relatório.*

Componentes de Avaliação

- 1. *2 Mini-Testes*
- 2. *3 Trabalhos Práticos*

Regras de Avaliação

1. Nota Teórica = (Mini-Teste 1 + Mini-Teste 2) / 2
2. Nota Teórica \geq 9.5
3. Cada Trabalho Prático \geq 9.5
4. Nota Prática = TP1 * Peso1 + TP2 * Peso2 + TP3*Peso3 ; Pesos são anunciados no início da UC
5. Nota Final = Nota Prática * 0.6 + Nota Teórica * 0.4
6. Nota Prática = TP1 * Peso1 + TP2 * Peso2 + TP3*Peso3 ; Pesos são anunciados no início da UC
7. Nota Final = Nota Prática * 0.6 + Nota Teórica * 0.4

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes (TP) are directed so that students, through their active participation, understand each of the topics listed in the learning objectives.

For each practical work:

- Presentation of the work,
- tutorial on the technology / tools to use,
- discussion of the work method,
- realization of the work by the students accompanied by teachers, and
- preparation of report.

Evaluation Components

1. 2 Mini-Tests
2. 3 Practical Works

Evaluation Rules

1. Theoretical Mark = (Mini-Test 1 + Mini-Test 2) / 2
2. Theoretical Mark \geq 9.5
3. Each Practical Work \geq 9.5
4. Practical Mark = TP1 * Weight1 + TP2 * Weight2 + TP3*Peso3 ; Weights to be announced at the beginning of UC
5. Final Mark = Practical Mark * 0.6 + Theoretical Mark * 0.4

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

A unidade inclui uma componente teórica e uma componente laboratorial.

Mediante a realização dos mini-testes teóricos e dos trabalhos de laboratórios, podemos certificar que os alunos estão a atingir os resultados propostos para a disciplina.

Ao nível teórico, a realização dos mini- testes permite aferir até que ponto os alunos assimilaram os conceitos de manufatura, desenho de sistemas ciber-físicos de produção, de digital twins baseados em simulação, assim como de sistemas de controlo distribuídos e reconfiguráveis.

Em relação aos trabalhos de laboratório os alunos utilizam ferramentas e linguagens de programação para modelar, desenvolver e implementar as soluções para os problemas propostos. Desta forma, a realização destes trabalhos, obriga a utilizar os conceitos e métodos de modelação e desenho do âmbito desta disciplina.

Para além disso, os alunos trabalham em grupo de forma a desenvolverem um espírito colaborativo na resolução de problemas em equipa.

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

This course includes a theoretical component and a lab component.

By realizing theoretical tests and laboratory work, we can verify that students achieve the results proposed for the discipline.

At the theoretical level, the tests allow assessing the extent to which students have assimilated the concepts of manufacturing, design of cyber-physical production systems, simulation-based digital twins, as well as distributed control systems and reconfigurable.

Students use tools and programming languages to model, develop, and implement solutions to the proposed problems concerning laboratory work. Thus, these works' realization requires the use of concepts and methods of modelling and design within this discipline's scope.

Furthermore, during the lab lessons, the students are organized in small groups, allowing them to work in collaboration and developing a team-based spirit, which allows to leverage the effort developed in the resolution of the proposed problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Jose Barata. 2005. Coalition Based Approach for Shop Floor Agility
2. EFRA. 2013. Factories of the Future - Multi-Annual Roadmap for the Contractual PPP under Horizon 2020. <https://doi.org/10.2777/29815>
3. Armando W. Colombo, Michael Gepp, José Barata, et al (Eds.). 2019. Digitalized and Harmonized Industrial Production Systems: The PERFORM Approach. <https://doi.org/10.1201/9780429263316>
4. Andre Dionisio Rocha. 2018. Increase the Adoption of Agent-based Cyber-Physical Production Systems through the Design of Minimally Invasive Solutions.
5. Luis Ribeiro. 2020. System Design and Implementation Principles for Industry 4.0 - Development of Cyber-physical Production Systems.
6. Hermann Kühnle and Günter Bitsch. 2015. Foundations & Principles of Distributed Manufacturing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-18078-6>

7. Fei Tao, Meng Zhang and A.Y.C. Nee. 2019. *Digital Twin Driven Smart Manufacturing*
 8. Zude Zhou, Huaqing Wang, and Ping Lou. 2010. *Manufacturing Intelligence for Industrial*

Mapa IV - Integração de Sistemas Ciber-Físicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Integração de Sistemas Ciber-Físicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cyber-Physical Systems Integration

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; PL-28

4.4.1.6. Créditos 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):

José António Barata de Oliveira - TP:28

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

André Dionísio Bettencourt da Silva Parreira Rocha - PL:28

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

- Conhecer

1. Conceitos fundamentais de sistemas, de integração de sistemas, de modelação de sistemas e de modelação de empresas.

2. Caracterizar e definir o que são arquiteturas de sistemas

3. Conceitos fundamentais de IoT e CPS.

4. Conceitos fundamentais de integração empresarial, nomeadamente, sistemas de mensagens, adaptadores de dados e aplicações, Web Services, Ontologias

5. Conceitos fundamentais de Edge, Fog e Cloud Computing.

- Capaz de Fazer

1. Modelar sistemas e sistemas empresariais.

2. Programar diferentes tipos de mecanismos para integração empresarial, bem como arquiteturas baseadas em serviços, ontologias e componentes CPS/IoT

3. Criatividade face a problemas de modelação e integração empresarial.

- Competências não-técnicas

1. Desenvolver a capacidade de síntese e análise crítica

2. Trabalhar em equipa e incrementar a comunicação escrita e oral

3. Capacidade de gestão de tempo e cumprimento de prazos

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

- Understanding

1. Fundamental concepts of systems, systems integration, system modelling and business modelling.

2. Characterize and define what systems architectures are

3. Fundamental concepts of IoT and CPS, in particular their architectures, communication protocols and topologies.

4. Fundamental concepts of enterprise integration, namely messaging systems, data adapters and applications, Web Services, Ontologies

- Able to Do

1. *Model enterprise systems and systems.*
2. *Program different types of mechanisms for business integration, as well as service-based architectures, ontologies and CPS/IoT components*
3. *Creativity in the face of modelling and business integration problems.*

- Non-Technical Competences

1. *Develop synthesis critical thinking*
2. *Team working and increasing oral and writing communication skills*
3. *Improve time keeping and compliance with meeting deadlines*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Introdução

1. *Objetivos*
2. *Organização e avaliação*

- CPS & IoT

1. *Arquiteturas CPS/IoT*
2. *Protocolos de comunicação*

1. *Non IP*

2. *IP Based WPAN*

3. *Long Range*

3. *Protocolos IoT*

1. *MQTT*

2. *WebSockets*

3. *Microserviços*

4. *Topologias Cloud e Fog*

-. Comunicação máquina a máquina industrial

1. *OPC-UA*

2. *IO-Link*

- Sistemas e Modelação de Empresas

1. *Teoria de Sistemas*

1. *Organização de Sistemas*

2. *Engenharia de Sistemas*

3. *Arquitetura de Sistemas*

2. *Arquiteturas de Referência*

3. *Modelação de Empresas*

1. *Modelar*

2. *UML*

3. *SysML*

4. *MBSE*

- Integração de Sistemas Ciber-Físicos

1. *Sistemas de Mensagens*

1. *Conceitos*

2. *Java Message Service*

3. *Microsoft Message Queuing*

2. *Adaptadores de Dados*

1. *The three-tier model*

2. *Integração usando ficheiros*

3. *Database Access API's*

3. *Adaptadores de Aplicações*

1. *Métodos e Interfaces*

2. *Calling from Different Languages*

3. *Web Services*

4. *Rest Services*

4. *Modelação de Processos*

5. *Ontologies*

1. *Semantic WEB*

2. *RDF*

3. *OWL*

-. Computação na nuvem

4.4.5. Syllabus:

- Introduction

1. *Objective*

2. *Organization and evaluation*

3. *Evolution of Enterprise Systems*

- CPS & IoT

1. *CPS/IoT Architecture*

2. *Communication Protocols*

1. *Non IP*

2. *IP Based WPAN*

3. *Long Range*

3. *IoT Protocols*

1. *MQTT*

2.WebSockets
 3.Microservices
 4.Cloud and Fog Topologies
 - Systems Thinking and Enterprise Modelling
 1.Systems Theory
 1.Systems Thinking
 2.Systems Engineering
 3.Systems Architecture
 2.Reference Architectures
 3.Enterprise Modelling
 1.Models & Modelling
 2.UML
 3.SysML
 4.MBSE
 - Industrial machine to machine communication
 1.OPC-UA
 2.IO-Link
 - Integration of Cyber-Physical Systems
 1.Messaging Systems
 1.Fundamental Concepts
 2.The Java Message Service
 3.Microsoft Message Queueing
 2.Data Adapters
 1.The three-tier model
 2.Integrating through files (XML, ...)
 3.Database Access API's
 3.Application Adapters
 1.Methods and Interfaces
 2.Calling from Different Languages
 3.Web Services
 4.Rest Services
 4.Process Modelling with BPMN
 5.Ontologies
 1.Semantic WEB
 2.RDF
 3.OWL
 - Cloud Computing

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

A lista de tópicos e sua sequência visam facilitar a aquisição das competências definidas para esta área. Os exemplos apresentados nas aulas teóricas contribuem para uma ilustração da aplicação dos conceitos de sistemas ciber-físicos integrados. Os mini-testes ao longo do semestre permitem aferir que os estudantes atingiram os objetivos propostos para a disciplina.

Durante as aulas práticas, que decorrem em laboratório, os estudantes são confrontados com problemas práticos cuja resolução implica a utilização dos conceitos propostos na disciplina.

De acordo com o referido programa, durante estes trabalhos, os estudantes aprendem a modelar e desenvolver soluções para problemas utilizando linguagens de modelação que permitem dar solução a problemas relevantes de integração.

Esta é também uma das unidades onde se incentiva o trabalho em equipa e respetiva gestão.

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

The list of topics and their sequence aim at facilitating the acquisition of skills defined as objectives for this area. The examples presented during the theoretical lectures help illustrating the concrete concepts application of integrated cyber-physical systems, as specified in the syllabus. During the semester, students are given mini-tests, which allow to perceive if they have acquired the proposed objectives.

Practical lessons are made in laboratory, in which the students are presented with concrete problems and situations requiring real-time modelling approaches. As established in the syllabus, the work involved in the solution of these problems implies the utilization of modelling languages which allow modelling and handling the proposed integration problems.

This is also one of the units where teamwork and its management is encouraged.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas (TP) são dirigidas de forma que os estudantes, através da sua participação ativa, compreendam cada um dos tópicos listados nos objetivos de aprendizagem.

Nas aulas laboratoriais (PL) os estudantes focam-se na experimentação dos conceitos expostos nas aulas teórico-práticas de forma a saberem fazer.

Para cada trabalho prático:

- Apresentação do enunciado,
- tutorial sobre as tecnológias / ferramentas a usar,
- discussão do método de trabalho,
- realização do trabalho pelos alunos acompanhados por docente e
- elaboração de relatório.

Componentes de Avaliação

1. 2 Mini-Testes
2. 3 Trabalhos Práticos

Regras de Avaliação

1. Nota Teórica = (Mini-Teste 1 + Mini-Teste 2) / 2
2. Nota Teórica ≥ 9.5
3. Cada Trabalho Prático ≥ 9.5
4. Nota Prática = TP1 * Peso1 + TP2 * Peso2 + TP3*Peso3 ; Pesos são anunciados no início da UC
5. Nota Final = Nota Prática * 0.6 + Nota Teórica * 0.4

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes (TP) are directed so that students, through their active participation, understand each of the topics listed in the learning objectives.

In laboratory classes (PL) students focus on the experimentation of the concepts exposed in theoretical-practical classes in order to know how to do.

For each practical work:

- Presentation of the work,
- tutorial on the technology / tools to use,
- discussion of the work method,
- realization of the work by the students accompanied by teachers, and
- preparation of report.

Evaluation Components

1. 2 Mini-Tests
2. 3 Practical Works

Evaluation Rules

1. Theoretical Mark = (Mini-Test 1 + Mini-Test 2) / 2
2. Theoretical Mark ≥ 9.5
3. Each Practical Work ≥ 9.5
4. Practical Mark = TP1 * Weight1 + TP2 * Weight2 + TP3*Peso3 ; Weights to be announced at the beginning of UC
5. Final Mark = Practical Mark * 0.6 + Theoretical Mark * 0.4

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

A unidade inclui uma componente teórica e uma componente laboratorial.

Mediante a realização dos testes teóricos e dos trabalhos de laboratórios, podemos certificar que os alunos estão a atingir os resultados propostos para a disciplina.

Ao nível teórico, a realização dos testes permite aferir até que ponto os alunos assimilaram os conceitos de IoT/CPS, bem como os aspetos de modelação de empresa e integração de sistemas.

Em relação aos trabalhos de laboratório os alunos utilizam ferramentas e linguagens de programação para modelar e desenvolver as soluções para os problemas propostos. Desta forma, a realização destes trabalhos, obriga a utilizar os conceitos e métodos de modelação do âmbito desta disciplina.

Para além disso, os alunos trabalham em grupo de forma a desenvolverem um espírito colaborativo na resolução de problemas em equipa.

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

This course includes a theoretical component and a lab component.

We can certify that teaching methodologies are coherent with the learning outcomes, through the realization of tests and lab works during the semester, in which we evaluate how well students are learning the proposed concepts and modelling methods proposed in this discipline and related with IoT/CPS, enterprise modelling, and systems integration.

At a practical level, during the lab lessons, students use tools and both programming and graphical languages to model systems and solve system integration problems. The realization of these works implies the use of concepts and modelling approaches proposed in this discipline.

Furthermore, during the lab lessons, the students are organized in small groups, allowing them to work in collaboration and developing a team-based spirit, which allows to leverage the effort developed in the resolution of the proposed problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Ferreira, D.R.: *Enterprise Systems Integration*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2013). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40796-3>.

2. Borky, J.M., Bradley, T.H.: *Effective Model-Based Systems Engineering*. Springer International Publishing, Cham (2019). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95669-5>.

3. Kale, V.: *Enterprise Process Management Systems*. CRC Press (2018). <https://doi.org/10.1201/9780429453311>.

4. Lea, P.: *Internet of Things for Architects*. Packt Publishing (2018).

5. Allemang, D., Hendler, J.: *Semantic Web for the Working Ontologist*. Elsevier (2011). <https://doi.org/10.1016/C2010-0-68657-3>.

6. Michael J. Kavis (2020). *Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS)*.

Mapa IV - Sistemas Distribuídos de Manufatura

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Distribuídos de Manufatura

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Distributed Manufacturing Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28; PL-28

4.4.1.6. Créditos 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):

Luís Manuel Camarinha Matos - T:14

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

José Barata - T:7

João Almeida das Rosas - T:3.5, PL:7

Ana Inês da Silva Oliveira - T:3.5, PL:7

André Dionísio Bettencourt da Silva Parreira Rocha - PL:14

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

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

- Compreender:

a) Formas organizativas de redes colaborativas industriais;

b) Temas emergentes em sistemas distribuídos de manufatura.

- Ser capaz:

(a) Analisar sistemas distribuídos de manufatura;

(b) Integrar conhecimentos multidisciplinares em sistemas industriais;

(c) Lidar com situações industriais complexas e em evolução;

(d) Aplicar metodologias de planeamento de roteiros estratégicos;

(e) Exercitar capacidade de síntese, trabalho em equipa e gestão de tempos.

- Conhecer:

(a) As grandes tendências em sistemas de manufatura e gerações industriais;

(b) As principais tecnologias de suporte a sistemas distribuídos de manufatura;

(c) Metodologias de “roadmapping”.

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

At the end of this course students will have acquired knowledge, skills and competences that will allow them to:

- Understand:

- (a) organizational forms of collaborative industrial networks;*
- (b) Emerging themes in distributed manufacturing systems.*

- Be able to:

- (a) Analyze distributed manufacturing systems;*
- (b) Integrate multidisciplinary knowledge into industrial systems;*
- (c) Deal with complex and evolving industrial situations;*
- (d) Apply strategic roadmap planning methodologies;*
- (e) Exercise synthesis, teamwork and time management skills.*

- To know:

- (a) Major trends in manufacturing systems and industrial generations;*
- (b) The main technologies supporting distributed manufacturing systems;*
- (c) Roadmapping methodologies.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1: Introdução ao ciclo de estudos*
- 2: Introdução aos sistemas distribuídos de manufatura*
- 3: Redes de sensores nos SDM*
- 4: Simulação nos SDM*
- 5: Indústria 4.0*
- 6: Método de “roadmapping”*
- 7: Exemplos de “roadmapping”*
- 8: Sistemas ciber-físicos*
- 9: Blockchain no SDM*
- 10: Impressão 3D*
- 11: Outros tópicos / tendências avançadas.*

4.4.5. Syllabus:

- 1: Course introduction*
- 2: Introduction to Distributed Manufacturing Systems*
- 3: Sensor Networks in DMS*
- 4: Simulation in DMS*
- 5: Industry 4.0*
- 6: Roadmapping method*
- 7: Roadmapping examples*
- 8: Cyber-Physical Systems*
- 9: Blockchain in DMS*
- 10: 3D Printing*
- 11: Other advanced topics / trends.*

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

Depois de uma introdução global à temática da disciplina, é apresentada aos estudantes uma panorâmica das redes colaborativas na indústria. Ao serem abordados vários cenários existentes e principais tecnologias, complementados por distintos casos de estudo, é transmitida uma clara noção do estado da arte neste contexto. São ainda abordadas as técnicas de criação de roteiros estratégicos, necessários para o planeamento e definição de estratégias na indústria.

A lista de tópicos avançados, correspondendo a tecnologias emergentes, vai sendo periodicamente adaptada. A realização de trabalhos experimentais sobre estes temas contribui para atingir os objetivos.

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

After a global introduction to the subject, students are presented with an overview of collaborative networks in the industry. By addressing various existing scenarios and key technologies, complemented by different case studies, a clear notion of the state of the art in this context is conveyed. Strategic roadmapping techniques needed for planning and defining strategies in the industry are also addressed.

The list of advanced topics, corresponding to emerging technologies, is periodically adapted. Experimental work on these topics helps to achieve the objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular inclui uma componente teórica e uma componente laboratorial com igual duração. A componente teórica da UC inclui a realização de vários seminários, incluindo alguns com uma participação de especialistas externos, por forma a dar aos estudantes uma perspetiva dos sistemas distribuídos de manufatura em primeira mão.

Na componente prática, os estudantes são convidados a realizar vários trabalhos práticos sobre um conjunto de tecnologias selecionadas e também a elaboração de um roteiro estratégico / roadmap, identificando tendências da indústria nesta área.

A avaliação teórica é contínua, realizada através de pequenos questionários realizados depois de cada sessão, resultando um elemento teórico de avaliação – Nota Teórica (NT). Acresce um elemento prático de avaliação

*levado a cabo ao longo do semestre e através das apresentações finais dos trabalhos – Nota Prática (NP).
A fórmula de cálculo da nota final NF é: $NF = NP * 0.5 + NT * 0.5$*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The course includes a theoretical component and a laboratory component of equal duration. The theoretical component includes several seminars, including some with the participation of external experts, to give students a first-hand insight into distributed manufacturing systems.
In the practical component, students are invited to do various practical works on a set of selected technologies and also to develop a strategic roadmap, identifying industry trends in this area.
The theoretical assessment is continuous, carried out through short questionnaires after each session, resulting a theoretical evaluation element - Theoretical Classification (TC). A practical element of evaluation carried out during the semester and through the final presentations of the works - Practical Classification (PC), is also used. The formula for calculating the final grade FG is:
 $FG = TC * 0.5 + PC * 0.5$*

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

*No decorrer das aulas teóricas e dos seminários, os estudantes discutem com o docente e com especialistas externos os problemas envolvidos na manufatura distribuída. Ao longo deste percurso vão assimilando os conceitos envolvidos.
Na componente prática são levados a desenvolver pequenos protótipos exemplo, o que lhes dá uma experiência tipo “hands-on”. Adicionalmente, são levados a exercitar de uma forma crítica uma análise do estado da arte, antecipação de tendências e planeamento estratégico.*

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

*During the lectures and seminars, students discuss with the teacher and external experts the problems involved in distributed manufacturing. Along this route they will assimilate the involved concepts.
In the practical component they are led to develop small example prototypes, which gives them a hands-on experience. Additionally, they are required to critically exercise an analysis of the state of art, anticipation of trends and strategic planning.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Course handouts (collection of slides).
- Collaborative networked organizations—A research agenda for emerging business models, (L.M. Camarinha-Matos,H. Afsarmanesh,Editors),Springer
- Camarinha-Matos, L.M.; Afsarmanesh, H. (2004), A roadmapping methodology for strategic research on VO, in Collaborative Networked Organizations – A research agenda for emerging business models, cap. 7.1, Kluwer Academic Publishers.
- Artigos técnicos selecionados.Exemplos:/Selected technical papers:
Ex:
- Sniderman, B., Mahto, M., Cotteleer, M. J.: Industry 4.0 and manufacturing ecosystems - Exploring the world of connected enterprises. Deloitte University Press
- L. M. Camarinha-Matos, R. Fornasiero, J. Ramezani, F. Ferrada (2019). Collaborative Networks: A Pillar of Digital Transformation. Applied Sciences, 2019, 9(24), 5431; <https://doi.org/10.3390/app9245431>
- Etc.

Mapa IV - Sociologia das Organizações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sociologia das Organizações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sociology of Organisations

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; OT-8; O-2;

4.4.1.6. Créditos 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):*Paula Cristina Gonçalves Dias Urze - TP-28; OT-8; O-2***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):

Este programa dotará os alunos de conhecimentos consistentes e atualizados sobre a perspetiva sociológica das organizações, que lhes permitam, no futuro, desenvolver o seu aprofundamento e aplicação no quadro, quer de atividades de investigação, quer de atividades profissionais em organizações, com particular destaque para as organizações empresariais.

Os estudantes deverão, no final do ciclo de estudos:

- *Desenvolver a capacidade de analisar de forma crítica as sociedades contemporâneas mobilizando o quadro teórico-metodológico da Sociologia das Organizações;*
- *Demonstrar que compreendem as inter-relações entre a dimensão social e tecnológica nas Organizações*
- *Dominar conceitos chave relevantes como determinismo tecnológico, sistemas sócio-técnicos e modelos de organização*
- *Desenvolver a capacidade de analisar de forma crítica o comportamento nas organizações no contexto das culturas organizacionais*
- *desenvolvimento de uma cultura crítica e reflexiva assentes em princípios éticos*

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

This program will provide students with consistent and up-to-date knowledge about the sociological perspective of organizations, which will allow them, in the future, to develop their deepening and application in the framework, both of research activities and professional activities in organizations, with particular emphasis on business organizations.

Students should, at the end of the course:

- *Develop the ability to critically analyze contemporary societies by mobilizing the theoretical and methodological framework of Sociology of Organizations*
- *Demonstrate that they understand the interrelations between the social and technological dimension in Organizations*
- *Master relevant key concepts such as technological determinism, socio-technical systems and organizational models*
- *Develop the ability to critically analyze behavior in organizations in the context of organizational cultures*
- *Development of a critical and reflective culture based on ethical principles*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Sociologia das Organizações

- *A perspetiva sociológica das organizações*
- *A Abordagem Clássica*
- *A Escola das Relações Humanas*
- *A Corrente Socio-técnica*
- *As Abordagens Contemporâneas*
- *Inovação Tecnológica e Organizacional*
- *Comportamento Organizacional*
- *Equipas de Trabalho*
- *Gestão de Equipas de Trabalho*
- *Comunicação*
- *O processo de comunicação*
- *Liderança*
- *Teorias de Liderança*
- *Liderança e Tomada de Decisão*
- *Motivação*
- *Teorias da Motivação*
- *Conflito e Negociação*
- *Conflito e Processo de Negociação*
- *Ética nas Organizações*

4.4.5. Syllabus:

Sociology of Organizations

- *The sociological perspective of organizations*

- *Classical Theories*
- *The Human Relations Theory*
- *The Socio-technical Approach*
- *Contemporary Approaches*
- *Technological and Organizational Innovation*
- *Organizational behavior*
- *Work Teams*
- *Management of Work Teams*
- *Communication*
- *The communication process*
- *Leadership*
- *Leadership Theories*
- *Leadership and Decision Making*
- *Motivation*
- *Theories of Motivation*
- *Conflict and Negotiation*
- *Conflict and Negotiation Process*
- *Ethics in Organizations*

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

O conteúdo programático proposto nesta UC permite o aprofundamento de uma abordagem sociológica orientada para a análise crítica das organizações das sociedades contemporâneas. Por um lado, procura-se fornecer o quadro teórico e metodológico mais relevante da sociologia das organizações, por outro lado, e tendo em conta a evolução tecnológica digital nas organizações procurar-se-á perspetivar esta dimensão em interação com a organização do trabalho, as qualificações, o emprego e a cultura organizacional.

Por último, procuraremos desenvolver conhecimentos e competências no domínio do comportamento organizacional, dando ênfase a conceitos como liderança, equipas de trabalho, comunicação, tomada de decisão, estratégias de negociação e inovação nas organizações.

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

The programmatic content proposed allows the deepening of a sociological approach oriented to the critical analysis of the organizations of contemporary societies. On the one hand, it seeks to provide the most relevant theoretical and methodological framework of sociology of organizations, on the other hand, and taking into account the digital technological evolution in organizations, this dimension will be sought in interaction with the organization of work, qualifications, employment and organizational culture. Finally, we will seek to develop knowledge and skills in the field of organizational behavior, focusing on concepts such as leadership, work teams, communication, decision making, negotiation strategies and innovation in organizations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas assumem o formato de teórico-práticas, permitindo uma abordagem aos conteúdos programáticos numa perspetiva pedagógica que fomente a autonomia do estudante e a participação ativa em aula.

O ensino basear-se-á em metodologias diversificadas: a aula expositiva dialogada, em que o docente incentiva os alunos a participar, tendo como base pesquisas e leituras realizadas; a análise e discussão de textos, análise e discussão de experiências concretas e atuais, filmes, documentários, entrevistas gravadas. O docente assume um papel de mediação, encorajando os alunos a questionarem, interpretar e analisarem de forma fundamentada e crítica as propostas em análise.

Os alunos serão avaliados de forma contínua através da sua participação ativa nos debates em aula, pelos exercícios em aula e por um trabalho que consistirá no desenvolvimento de um tópico do programa combinado com o docente. O trabalho tem uma apresentação oral obrigatória.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are theoretical-practical, allowing an approach to the syllabus from a pedagogical perspective that fosters student autonomy and active participation in class. Teaching will be based on diversified methodologies: expository class, in which the teacher encourages students to participate, based on research and readings performed; analysis and discussion of texts, analysis and discussion of concrete and current experiences, films, documentaries, recorded interviews. The teacher assumes a role of mediation, encouraging students to question, interpret and analyze the proposals under analysis in a reasoned and critical way. Students will be assessed on an ongoing basis through their active participation in class discussions, classroom exercises and work that consist of developing a program topic. The report has a mandatory oral presentation.

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

As metodologias de ensino propostas têm como objetivo, por um lado, fornecer aos alunos uma sólida formação académica e, por outro, incentivar a sua capacidade de análise crítica e reflexiva essencial no seu percurso profissional futuro. Pretende-se que os estudantes compreendam, analisem criticamente e proponham soluções face aos desafios que se colocam nas organizações. Neste sentido, combina-se uma forma mais clássica de abordagem aos tópicos, a cargo do docente, com leituras orientadas e com trabalho autónomo do aluno sobre situações reais, incentivando o desenvolvimento de argumentação crítica fundamentada e capacidade de expressão oral e escrita. As metodologias propostas permitirão alcançar os objetivos definidos, quer no plano do conhecimento teórico e metodológicos a adquirir, quer no plano do desenvolvimento de competências de análise e crítica social.

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

The proposed teaching methodologies aim, on the one hand, to provide students with solid academic training and, on the other hand, to encourage their critical and reflective analysis skills essential in their future professional career. It intends that students understand, critically analyze and propose solutions in the face of the challenges that arise in organizations. In this sense, a more classical way of approaching topics, in charge of the teacher, is combined with guided readings and the student's autonomous work on real situations, encouraging the development of reasoned critical argumentation and the ability for oral and written expression. The proposed methodologies will make it possible to achieve the defined objectives, both in terms of theoretical and methodological knowledge to be acquired, and in terms of the development of skills for social analysis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*KOVÁCS, Ilona (2014), Temas Actuais da Sociologia do Trabalho e da Empresa, Almedina.
 FERREIRA, J. M., et al. (2001), Manual de Psicossociologia das Organizações, Alfragide, McGraw-Hill.
 CUNHA, M. P; REGO, A.; CUNHA, R.; CABRAL-CARDOSO, C., (2003) Manual de comportamento organizacional e gestão, Lisboa, RH Editora.
 HANDEL, Michael J. (ed) (2003), The Sociology of Organizations: Classic, Contemporary and Critical Readings, London, Sage.
 HALL, R. (1999), Organizations: structures, processes and outcomes. London, Sage.
 HOFSTEDE, Geert (1997), Culturas e Organizações, Lisboa, Sílabo.
 MINTZBERG, Henry (1995), Estrutura e Dinâmica das Organizações, Lisboa, Dom Quixote.
 MITCHELL, Terence R. and LARSON, James R. (1987) People in Organizations. An Introduction to Organizational Behavior, Nova Iorque, McGraw-Hill
 ROBBINS, Stephen (1991), Organizational Behavior: Concepts, Controversies and Applications, Nova Iorque, Prentice-Hall.*

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:

CC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Trimestre / Quarter

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-45

4.4.1.6. Créditos 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 ciclo de estudos 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 técnico financeiro. 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 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 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 interior 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 - Cognição em Sistemas Autónomos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cognição em Sistemas Autónomos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cognition for Telerobotics and Autonomous Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):*Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):**

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP-28; PL-28***4.4.1.6. Créditos 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):***José António Barata de Oliveira (Regente) – TP: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):***- Conhecer*

1. *Conceitos fundamentais de Sistemas Autónomos*
2. *Conceitos fundamentais de Sistemas tele-Operados*
3. *Arquitecturas e os diferentes tipos que caracterizam os sistemas autónomos*
4. *A importância da extração de contexto*
5. *Aprendizagem supervisionada e não supervisionada em robótica*
6. *Deep learning em robótica*
7. *O papel da extração de cues sociais implícitas e explícitas em robótica*
8. *Scheduling e planeamento dinâmico de tarefas*
9. *Planeamento Crítico de missão*
10. *Planeamento e navegação em sistemas multi-robots*

- Capaz de Fazer

1. *Equacionar problemas novos e estratégias de implementação de sistemas robotizados autónomos heterogéneos*
 2. *Incrementar a capacidade de concretização de implementação de sistemas robotizados*
- Competências não-técnicas*
1. *Desenvolver a capacidade de síntese e análise crítica*
 2. *Trabalhar em equipa e incrementar a comunicação escrita e oral*
 3. *Capacidade de gestão de tempo e cumprimento de prazos*

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

1. *Autonomous Systems basic concepts*
2. *Tele Operated Systems concepts*
3. *What are architectures and the different types that characterise autonomous systems*
4. *Context Awareness and Extraction*
5. *Application of Supervised and Unsupervised Learning to Robotics*
6. *Application of Deep Learning techniques to Robotics*
7. *The role of social implicit and explicit cues in robotics*
8. *Dynamic Task Planning and Scheduling*
9. *Mission Critical Planning*
10. *Multi-Robot Navigation and Planning*

- Able to Do

1. *Addressing new problems and implementing strategies in the domain of robotized heterogeneous autonomous systems*
2. *Increase the capacity to practically implement robotized autonomous systems*
3. *Apply creativity and innovation*

- Non-Technical Competences

1. *Develop synthesis critical thinking*
2. *Team working and increasing oral and writing communication skills*
3. *Improve time keeping and compliance with meeting deadlines*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. INTRODUCTION
 - a. Intelligent Robots
 - b. Brief History of AI ROBOTICS
 - c. Automation and Autonomy
2. SOFTWARE ORGANISATION OF AUTONOMY
 - a. Introduction to Architectures
 - b. Types of architectures
 - c. Operational Deliberative and Reactive Architectures
 - d. Operational Architecture
 - e. Systems Architecture
3. CONTEXTUAL AWARENESS
 - a. Object and Scene Recognition
 - b. 3D Scene Understanding
 - c. Action Recognition
4. SUPERVISED AND UNSUPERVISED LEARNING IN ROBOTICS
5. DEEP LEARNING APPLIED TO ROBOTICS
6. HUMAN-ROBOT INTERACTION AND SOCIAL ROBOTICS
7. MOBILE ROBOT AUTONOMY
 - a. Task Scheduling
 - b. Multi Criteria Scheduling
 - c. Mission Critical Planning
 - d. Multi-Robot Navigation, Coordination, and Planning

4.4.5. Syllabus:

1. INTRODUCTION
 - a. Intelligent Robots
 - b. Brief History of AI ROBOTICS
 - c. Automation and Autonomy
2. SOFTWARE ORGANISATION OF AUTONOMY
 - a. Introduction to Architectures
 - b. Types of architectures
 - c. Operational Deliberative and Reactive Architectures
 - d. Operational Architecture
 - e. Systems Architecture
3. CONTEXTUAL AWARENESS
 - a. Object and Scene Recognition
 - b. 3D Scene Understanding
 - c. Action Recognition
4. SUPERVISED AND UNSUPERVISED LEARNING IN ROBOTICS
5. DEEP LEARNING APPLIED TO ROBOTICS
6. HUMAN-ROBOT INTERACTION AND SOCIAL ROBOTICS
7. MOBILE ROBOT AUTONOMY
 - a. Task Scheduling
 - b. Multi Criteria Scheduling
 - c. Mission Critical Planning
 - d. Multi-Robot Navigation, Coordination, and Planning

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

Os conteúdos programáticos cobrem os conceitos fundamentais que o estudante deve conhecer e saber fazer sobre sistemas robotizados autónomos. A discussão dos aspetos relacionados com a organização do software em que o conceito de arquitetura é apresentado serve de base para os estudantes entenderem melhor os diferentes paradigmas subjacentes ao desenvolvimento deste tipo de sistemas. São apresentados também conceitos relacionados com a extração de contexto baseados em diversas modalidades sensoriais e externas. O estudante também será exposto a como utilizar diversas estratégias de aprendizagem automática aplicadas a robótica. Finalmente, serão apresentados aspetos mais relacionados com sistemas multi-robot. A visão global é então coerente já que os conceitos apresentados cobrem os diferentes níveis necessários utilizada para implementar sistemas autónomos robotizados.

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

The syllabus covers the basic concepts that the student should know as well as the know how about autonomous robotic systems. The discussion of aspects related to the organization of software in which the concept of architecture is presented serves as the basis for students to better understand the different paradigms underlying the development of this type of systems. The different materials presented after are an integral part of the different levels that compose the hybrid architecture: reactive, deliberative and interactive. Context awareness and extraction concepts and techniques based on different modalities will be introduced. Different Machine learning strategies and their application to robotics will be presented. Followed by dynamic planning allocation tasks and navigation for multi-robot systems. The global vision is then coherent as the concepts presented cover the different levels needed to implement robotic autonomous systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas (TP) são dirigidas de forma a que os estudantes, através da sua participação ativa, compreendam cada um dos tópicos listados nos objetivos de aprendizagem.

Nas aulas laboratoriais (PL) os estudantes focam-se na experimentação dos conceitos expostos nas aulas teórico-práticas de forma a saberem fazer.

Para cada trabalho prático:

- Apresentação do enunciado,
- tutorial sobre as tecnologias / ferramentas a usar,
- discussão do método de trabalho,
- realização do trabalho pelos alunos acompanhados por docente e
- elaboração de relatório.

Componentes de Avaliação

1. 2 Mini-Testes
2. 3 Trabalhos Práticos

Regras de Avaliação

1. Nota Teórica = (Mini-Teste 1 + Mini-Teste 2) / 2
2. Nota Teórica ≥ 9.5
3. Cada Trabalho Prático ≥ 9.5
4. Nota Prática = TP1 * Peso1 + TP2 * Peso2 + TP3*Peso 3; Pesos são anunciados no início da UC
5. Nota Final = Nota Prática * 0.6 + Nota Teórica * 0.4

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes (TP) are directed so that students, through their active participation, understand each of the topics listed in the learning objectives.

In laboratory classes (PL) students focus on the experimentation of the concepts exposed in theoretical-practical classes in order to know how to do.

For each practical work:

- Presentation of the work,
- tutorial on the technology / tools to use,
- discussion of the work method,
- realization of the work by the students accompanied by teachers, and
- preparation of report.

Evaluation Components

1. 2 Mini-Tests
2. 3 Practical Works

Evaluation Rules

1. Theoretical Mark = (Mini-Test 1 + Mini-Test 2) / 2
2. Theoretical Mark ≥ 9.5
3. Each Practical Work ≥ 9.5
4. Practical Mark = TP1 * Weight1 + TP2 * Weight2 + TP3*Peso3 ; Weights to be announced at the beginning of UC
5. Final Mark = Practical Mark * 0.6 + Theoretical Mark * 0.4

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

Para que os estudantes apreendam os conceitos e metodologias é importante que o ensino nas aulas teórico-práticas seja imediatamente seguido de exemplos de aplicação e exercitação, garantindo assim um papel ativo na sala de aula. Um aspeto fundamental na aprendizagem sobre técnicas para cognição para sistemas autónomos robotizados são os conceitos teóricos adquiridos pelos estudantes nas aulas teórico-práticas sobre: 1) o que é uma arquitetura de software; 2) quais as mais utilizadas para construir este tipo de sistemas; e 3) os diferentes componentes que compõem a arquitetura; 4) a importância da extração de contexto e percepção do ambiente; 5) papel da aprendizagem automática para evolução contínua; 6) como utilizar a informação semântica extraída de cues implícitas e explícitas relevantes para planeamento; 7) planeamento contínuo e dinâmico na execução de tarefas por sistemas autónomos; 8) técnicas de planeamento, coordenação e navegação em sistemas multi-robot.

Por outro lado, a experimentação realizada nas práticas laboratoriais (PL) é fundamental para garantir que os alunos sejam capazes de “vivenciarem” os problemas específicos dos sistemas robotizados autónomos e heterogéneos.

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

For students to grasp the concepts and methodologies it is important that teaching in theoretical-practical classes is immediately followed by examples of application and exercises, thus ensuring an active role in the classroom.

A fundamental aspect in learning about robotic autonomous systems are the theoretical concepts acquired by students in theoretical-practical classes on: 1) what is a software architecture; 2) which are the most useful to build this type of systems; and 3) the different components that make up the architecture; 4) the importance of context-awareness and extraction for perception of the environment; 5) role of machine learning in cognitive robotics for continuous improvement; 6) how to use of semantic information from implicit and explicit cues in the process of planning to solve a problem; 7) continuous and dynamic planning in the execution of tasks for autonomous systems;

8) *techniques for planning, coordination, and navigation for multi-robots systems.*

On the other hand, the experimentation carried out in laboratory practices (PL) is essential to ensure that students are able to "experience" the specific problems of autonomous and heterogeneous robotic systems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Andrew, A. M. (1999). *REINFORCEMENT LEARNING: AN INTRODUCTION* by Richard S. Sutton and Andrew G. Barto, Adaptive Computation and Machine Learning series, MIT Press (Bradford Book), Cambridge, Mass., 1998, xviii+ 322 pp, ISBN 0-262-19398-1,(hardback,£ 31.95). *Robotica*, 17(2), 229-235.
2. Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., & Scaramuzza, D. (2011). *Introduction to autonomous mobile robots*. MIT press.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., & Bengio, Y. (2016). *Deep learning* (Vol. 1, No. 2). Cambridge: MIT press.
4. Murphy, R. R. (2019). *Introduction to AI robotics*. MIT press.

Mapa IV - Empresas Virtuais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Empresas Virtuais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Virtual Enterprises

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; PL-28;

4.4.1.6. Créditos 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):

Luís Manuel Camarinha Matos - TP:28

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

João Almeida das Rosas - PL:28h
Ana Inês da Silva Oliveira - TP:28h

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

Esta unidade curricular aborda os aspetos conceituais e tecnológicos da área das redes colaborativas, com particular ênfase nas redes colaborativas empresariais.

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

- Compreender:

a) Conceitos fundamentais de redes colaborativas e empresas virtuais.

b) Características das várias tecnologias de suporte.

- Ser capaz de:

(a) Analisar requisitos de empresas e organizações virtuais;

(b) Integrar conhecimentos multidisciplinares;

(c) Lidar com situações complexas e em evolução;

(d) Resolver problemas em situações novas;

(e) Exercitar capacidade de trabalho em equipa e gestão de tempos.

- Conhecer:

(a) Os desafios típicos e tendências em redes colaborativas;

- (b) Os principais modelos de negócio associados;
- (c) Tecnologias envolvidas e seu papel.

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

This curricular unit addresses the conceptual and technological aspects of the collaborative networks area, with particular emphasis on business collaborative networks.

At the end of this course students will have acquired knowledge, skills and competences that will allow them to:

- Understand:

- a) Fundamental concepts of collaborative networks and virtual enterprises.*
- b) Characteristics of the various supporting technologies.*

- Be able to:

- (a) Analyze requirements of virtual enterprises and organizations;*
- (b) Integrate multidisciplinary knowledge;*
- (c) Deal with complex and evolving situations;*
- (d) Solve problems in new situations;*
- (e) Exercise teamwork and time management skills.*

- To know:

- (a) Typical challenges and trends in collaborative networks;*
- (b) The main associated business models;*
- (c) Technologies involved and their role.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. INTRODUÇÃO
2. REDES COLABORATIVAS: Panorâmica e casos de sucesso
3. RC: Panorâmica e casos de sucesso (cont.)
4. INFRAESTRUTURAS ICT PARA COLABORAÇÃO
5. ICT INFRASTRUCTURES – SECURITY
6. AMBIENTES DE GESTAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES VIRTUAIS
7. CRIAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES VIRTUAIS
8. GESTÃO DE ORGANIZAÇÕES VIRTUAIS
9. INTERAÇÃO COM CLIENTES
10. COMÉRCIO ELECTRÓNICO
11. COMUNIDADES VIRTUAIS
12. MODELOS DE REFERÊNCIA

4.4.5. Syllabus:

1. INTRODUCTION
2. COLLABORATIVE NETWORKS: Overview and success cases
3. CN: Overview and success cases (cont.)
4. ICT INFRASTRUCTURES FOR COLLABORATION
5. ICT INFRASTRUCTURES – SECURITY
6. VO BREEDING ENVIRONMENTS
7. CREATION OF VIRTUAL ORGANIZATIONS
8. MANAGEMENT OF VIRTUAL ORGANIZATIONS
9. INTERACTION WITH CUSTOMERS
10. E-COMMERCE
11. VIRTUAL COMMUNITIES
12. REFERENCE MODELS

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

O objetivo de formação necessário dado o cariz multidisciplinar da área de Redes Colaborativas é conseguido pelos conteúdos programáticos da UC da seguinte forma:

Nas aulas teórico-práticas são abordadas diferentes formas de Empresas Virtuais e outras formas de redes Colaborativas, bem como a correspondente análise de requisitos. São ainda abordadas as infraestruturas necessárias ao funcionamento deste tipo de organizações, também utilizadas na componente laboratorial para o desenvolvimento dos trabalhos práticos. São também discutidas as perspetivas de gestão e coordenação deste tipo de organizações, bem assim como aspetos práticos tais como processos de negócio ou comunicações seguras, necessárias ao funcionamento das infraestruturas de suporte. A componente teórica termina este leque multidisciplinar focando nos aspetos específicos de 3 casos: Portais; Comércio e Mercados Eletrónicos e Comunidades Virtuais Profissionais. A nível laboratorial são realizados trabalhos demonstrativos.

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

Given the multidisciplinary nature of the Collaborative Networks area, the necessary training objective is achieved through the syllabus as follows:

Theoretical-practical classes cover different forms of Virtual Enterprise and other forms of collaborative networking, as well as the corresponding requirements analysis. The needed infrastructures for the operation of these organizations are also addressed and used in the laboratory component to the development of practical work. Management and coordination perspectives for such organizations are also discussed, as well as practical aspects such as business processes or secure communications, which are necessary for the operation of the supporting infrastructure. The multidisciplinary theoretical component ends by focusing on the specific aspects of 3 cases: Portals; Electronic

Commerce and Markets, and Professional Virtual Communities. At the laboratory level, demonstrative work is performed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Componente teórico-prática: Aulas de exposição seguidas de exemplificação, realização de exercícios e discussão. Componente laboratorial: Para cada trabalho: Apresentação do enunciado, tutorial sobre as tecnologias / ferramentas a usar, discussão do método de trabalho, realização do trabalho pelos estudantes acompanhados por docente e elaboração de relatório.

De salientar que os estudantes são levados a realizar um trabalho laboratorial em que cada grupo é responsável pelo desenvolvimento de uma “peça de um puzzle comum” – um sistema integrado de suporte ao funcionamento de uma Rede Colaborativa. No final os vários componentes são integrados num sistema.

A avaliação é contínua, resultante numa Classificação da Componente Prática - CCP, à qual acresce uma Avaliação Teórica - AT - obtida por testes. A Classificação Final - CF - é obtida da seguinte forma:

*CF = CCP * 0,5 + AT * 0,5.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical component: Lectures followed by exemplification, exercises and discussion.

Lab component: For each work: Presentation of the problem statement, technology tutorial / tools to use, discussion of the working method, work done by the student guided by teaching staff and report writing.

It should be noted that students are led to perform laboratory work in which each group is responsible for developing a “piece of a common puzzle” – towards an integrated system supporting the operation of a Collaborative Network. In the end the various components are integrated into one system.

The evaluation is continuous, resulting in a Practical Component Classification - PCC, in addition to a Theoretical Evaluation - TA - obtained by tests. The Final Classification - FC - is obtained as follows:

*FC = TA * 0,5 + PCC * 0,5.*

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

Ao realizarem uma avaliação da componente teórica por mini-testes, complementando as aulas, os estudantes são levados a estudar e apreender os conceitos envolvidos na disciplina ao longo do semestre (Saber).

Ao aplicarem estes conceitos no desenvolvimento de um sistema integrado de suporte ao funcionamento deste tipo de organizações, leva os estudantes a experimentarem os conceitos envolvidos (Fazer).

O facto de cada grupo desenvolver “uma peça de um puzzle comum”, leva os estudantes a passarem por experiências que lhes dão conhecimentos relacionados com a coordenação de atividades, resolução de conflitos, iniciativa, capacidade de concretização (nomeadamente na parte da integração das distintas peças do puzzle), capacidade de comunicação entre grupos numa primeira fase e perante o cliente / professor, na apresentação final (Competências não técnicas).

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

Through the mini-tests made along the semester, complementing the classes, students are led to study and learn the concepts involved in the course throughout the semester (Know).

By applying these concepts in the development of an integrated system to support the operation of this type of organizations, leads students to experiment with the involved concepts (Able to do).

The fact that each group develops “one piece of a common puzzle” leads students to go through experiences that provide them with knowledge related to the coordination of activities, resolution of conflicts, initiative, implementation capacity (in particular as regards the integration of the different parts of puzzle), ability to communicate between groups in a first phase and with the client / professor, in the final presentation (non-technical skills).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- L. M. Camarinha-Matos, Course notes (slides).
- L. M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, M. Ollus, *Virtual Organizations: Systems and Practices*, Springer, 2005.
- H. T. Goranson, *The Agile Virtual Enterprise: Cases, Metrics, Tools*, Quorum Books, 1999.
- L.M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, M. Ollus (Editors), *Methods and tools for Collaborative Networked Organizations*, ISBN 978-0-387-79423-5, Springer: New York, 2008.
- Selected articles (updated every year).

Mapa IV - Sistemas Inteligentes Industriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Inteligentes Industriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Intelligent Industrial Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

4.4.1.6. Créditos 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):

José António Barata de Oliveira - TP:21

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

Ricardo Alexandre Fernandes da Silva Peres - TP:21

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

Esta unidade curricular é focada nos conceitos e tecnologias de inteligência artificial em sistemas industriais, com ênfase na sua aplicação na manufatura inteligente e preditiva.

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

- Compreender:

- 1) *Conceitos e métodos basilares de Sistemas Inteligentes Industriais;*
- 2) *O impacto da tecnologia e da sua atividade num contexto social, ambiental e económico;*

- Ser capaz de:

- 1) *Planear, projetar e implementar soluções preditivas e de apoio à decisão para ambientes industriais;*
- 2) *Fazer a ponte entre os recentes avanços técnico-científicos em sistemas inteligentes e a indústria;*
- 3) *Integrar conhecimentos interdisciplinares e multidisciplinares com rigor e segurança;*

- Conhecer:

- 1) *A realidade industrial, possibilitando um papel ativo na ponte entre a investigação desta área e a indústria;*
- 2) *Os principais desafios e barreiras na adoção de sistemas inteligentes industriais.*

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

This curricular unit is focused on concepts and technologies of artificial intelligence in industrial systems, specifically regarding their application in predictive and smart manufacturing. At the of this unit students will have acquired knowledge, skills and competences that will allow them to:

-Understand:

- 1) *Core concepts and methods of intelligent industrial systems;*
- 2) *The impact of technology and their activity in a social, environmental and economical context;*

-Be capable of:

- 1) *Planning, designing and implementing predictive and decision-support solutions for industrial settings;*
- 2) *Bridging the gap between the latest technological advances in intelligent systems and the industry;*
- 3) *Integrating inter- and multidisciplinary knowledge with rigor and security;*

-Know:

- 1) *The industrial reality, enabling an active role bridging industry and research in the field;*
- 2) *The main challenges and barriers in the adoption of intelligent industrial systems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Introdução aos Sistemas Inteligentes Industriais*
- 2) *Aprendizagem Automática Aplicada*
- 3) *Modelos de Referência*
- 4) *Inteligência em Sistemas Ciber-Físicos*
 - 4.1) *Self-Learning*
 - 4.2) *Self-Adaptation*
- 5) *Governança de Dados*
 - 5.1) *Interpretabilidade*
 - 5.2) *Mecanismos de Preservação da Privacidade*
 - 5.3) *Equidade*
- 6) *Visualização de dados e Interfaces Humano-Máquina*

- 7) Aplicações Reais de Sistemas Inteligentes Industriais
 - 7.1) Manutenção Preditiva
 - 7.2) Optimização de Consumo Energético
 - 7.3) Controlo de Qualidade Inteligente
- 8) Dados Sintéticos
 - 8.1) Técnicas de Amostragem
 - 8.2) Redes Adversárias Generativas (GAN)
- 9) Seminário com Especialista da Indústria

4.4.5. Syllabus:

- 1) Introduction to Intelligent Industrial Systems
- 2) Applied Machine Learning
- 3) Reference Models
- 4) Intelligence in Cyber-Physical Systems
 - 4.1) Self-Learning
 - 4.2) Self-Adaptation
- 5) Data Governance
 - 5.1) Interpretability
 - 5.2) Privacy-Preserving Mechanisms
 - 5.3) Fairness
- 6) Data Visualization and Human-Machine Interfaces
- 7) Real Applications of Intelligent Industrial Systems
 - 7.1) Predictive Maintenance
 - 7.4) Energy Consumption Optimization
 - 7.5) Intelligent Quality Control
- 8) Synthetic Data
 - 8.1) Sampling Techniques
 - 8.2) Generative Adversarial Networks (GAN)
- 9) Seminar with Industry Expert

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

Pretende-se providenciar aos estudantes os conhecimentos e ferramentas necessárias para que consigam identificar e implementar os algoritmos, métodos e respetivas aplicações de Sistemas Inteligentes Industriais, sendo capazes de planejar, projetar e implementar as técnicas de processamento dos dados preditivos adequadas aos desafios dos sistemas industriais atuais. É dado particular ênfase ao carácter disruptivo destes sistemas, sendo esta uma tecnologia que na sua vertente aplicada tem vindo a revolucionar modelos de negócio (e consequentemente postos de trabalho) em diversas indústrias, facilitando uma potencialização do crescente volume de dados gerado tornando-o em valor acrescentado para o utilizador. Por esta razão a unidade curricular apresenta uma forte ligação a conceitos e técnicas interdisciplinares introduzidos noutras unidades, particularmente Descoberta de Conhecimento e de Sistemas Robóticos e CIM, aprofundando-os e fazendo o seu enquadramento na realidade industrial.

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

The aim is to provide students with the knowledge and tools necessary to capacitate them to identify and implement the algorithms, methods and the corresponding applications of Intelligent Industrial Systems, enabling them to plan, design and implement predictive data processing techniques fitting the challenges of modern industrial systems. Particular emphasis is put on the disruptive nature of these systems, with this being a technology which has been revolutionizing business models through its application across several industries, making it easier to transform the increasing volume of available data into added value for end-users. Hence this curricular unit presents a strong connection to interdisciplinary concepts and techniques introduced in preceding units, namely Knowledge Discovery and Robotic Systems and CIM, further developing and framing them in the industrial setting.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular inclui uma componente teórica e uma componente laboratorial com igual duração. Na componente teórica são consideradas aulas dinâmicas que combinem uma pequena parte expositiva com atividades orientadas ao debate e reflexão, criando as condições necessárias para que os estudantes desempenhem um papel mais ativo e central no seu próprio processo de aprendizagem. Na componente prática são contemplados vários projetos de grupo integradores que combinem o conhecimento dos diferentes módulos da unidade na resolução de problemas aplicados.

A avaliação da componente teórica (CT) é contínua, realizada através de 4 mini-testes realizados ao longo do semestre. A componente prática (CP) resulta do desenvolvimento dos trabalhos laboratoriais ao longo do semestre, culminando na sua apresentação final. Existe ainda uma componente sumativa (CS) resultante de quizzes colocados no final de cada sessão teórica.

*A nota final pode ser calculada por $NF = 0.4*CT + 0.55*CP + 0.05*CS$*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This curricular unit includes a theoretical component and a laboratory component of equal duration. The theoretical component contemplates dynamic classes combining a small expositive part with activities geared towards discussion and reflection, creating the conditions necessary for students to take on an active and central role in their learning process. The laboratorial component includes several integrative group projects combining knowledge from the different models of the curricular unit in the resolution of applied problems.

The evaluation of the theoretical component (TC) is continuous, carried out through 4 mini-tests throughout the

semester. The laboratorial component (LC) results from the development of the assignments throughout the semester, culminating in their oral presentation. There is also a summative component (SC) resulting from quizzes delivered at the end of each theoretical session.

*The final grade can be calculated by $FG = 0.4*TC + 0.55*LC + 0.05*SC$*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Do ponto de vista da componente teórica, a discussão com o docente e com o especialista da indústria possibilita aos alunos assimilar os conceitos apresentados. A realização da avaliação contínua através dos mini-testes permite aferir o progresso de aprendizagem dos estudantes, identificando possíveis desvios atempadamente de forma a que estes possam ser corrigidos.

Na componente prática, a natureza aplicada dos projetos considerados garante que os estudantes têm oportunidade de adquirir experiência “hands-on” na resolução de problemas industriais interdisciplinares, desenvolvendo assim competências fulcrais para o desempenho das suas funções profissionais. O desenvolvimento destes projetos em grupo promove ainda o trabalho em equipa na resolução de problemas complexos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Regarding the theoretical component, the discussions with the teaching staff and the industry expert allows students to assimilate the presented concepts in an effective manner. The continuous evaluation through the mini-tests enables the assessment of the learning progress of the students, making it possible to identify and correct possible deviations in a timely manner.

Concerning the laboratorial component, the applied nature of the projects ensures that students are given the opportunity to acquire hands-on experience in the resolution of interdisciplinary industrial problems, developing crucial competences for their future professional activities. The development of these projects in group also promotes teamwork in the resolution of complex problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Course handouts (slides and tutorials);
- Suh, S. C., Tanik, U. J., Carbone, J. N., & Eroglu, A. (Eds.). (2014). *Applied cyber-physical systems*. Springer New York.
- Lee, J. (2020). *Industrial AI*. Springer, Singapore.
- Selection of relevant scientific articles.

Some examples:

- Lee, J., Jin, C., & Bagheri, B. (2017). *Cyber physical systems for predictive production systems*. *Production Engineering*, 11(2), 155-165.
- Peres, R. S., Jia, X., Lee, J., Sun, K., Colombo, A. W., & Barata, J. (2020). *Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0-Systematic Review, Challenges and Outlook*. *IEEE Access*, 8, 220121-220139.
- Peres, R. S., Rocha, A. D., Leitao, P., & Barata, J. (2018). *IDARTS—Towards intelligent data analysis and real-time supervision for industry 4.0*. *Computers in industry*, 101, 138-146.

Mapa IV - Preparação da Dissertação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Preparação da Dissertação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Preparation for the Dissertation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-4; OT-30

4.4.1.6. Créditos 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):

Luís Manuel Camarinha de Matos – T:1

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

José António Barata de Oliveira (Regente) – T:3

Todos os docentes doutorados do DEEC / DEEC Supervisors (All DEEC academic staff) - OT:30

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

A Preparação de Dissertação possibilita ao estudante 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 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 de Mestrado. 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 realização um trabalho com significativo grau de originalidade.

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

The Preparation for 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 the preliminary work leading to the R&D work and preparation of an original thesis; This includes developing the capacity to perform bibliographic search and elaboration of a report on the state-of-the-art in area of the work to be developed. The student should then start developing the R&D work, both supervised by the advisor and in autonomy, applying appropriate research methodologies, and the ability to develop work with a significant degree of originality.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Nesta unidade cada aluno deve realizar o seu trabalho de I&D de acordo com os objetivos que constam da proposta de dissertação, aprovada pela Comissão Científica do Mestrado. O trabalho desenvolvido pelos estudantes pode ser estruturado de acordo com o seguinte conjunto de atividades:

- Pesquisa Bibliográfica
- Elaboração de relatório com o estado da arte
- Início do desenvolvimento do trabalho

Para garantir os objetivos propostos para esta UC, existem 4 horas de aulas teóricas comuns a todos os alunos, em que serão apresentados e debatidos temas tais como:

- Gestão do tempo
- Relação orientador/orientando
- Editores de texto para publicações científicas
- Gestores de referências bibliográficas
- Pesquisa de informação científica
- Técnicas de escrita científica
- Tabelas e gráficos
- Plágio e direitos de autor
- Estrutura típica de uma Dissertação

Cada estudante individualmente terá 2 horas de contacto semanal com o seu orientador de dissertação.

4.4.5. Syllabus:

In this unit each student must perform its R & D work in accordance with the objectives set out in the dissertation proposal, approved by MIEEC Scientific Committee. In general, the work performed by the students may be structured according to the following set of activities:

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

In order to guaranty the proposed goals for this course, there are 4 hours of theoretical classes common to all the students, where relevant points will be presented and discussed:

Two hours weekly classes will be organized to present and discuss different subjects such as:

- Time management
- Supervisor/student relationship
- Scientific text editing
- Reference management software
- Scientific information search
- Scientific writing
- Tables and figures
- Plagiarism and intellectual property
- Typical dissertation structure

Individually, each student will have 2 hours of contact with his thesis supervisor.

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 e poderão incluir a frequência de seminários específicos. 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 conjuntamente com a disciplina de Dissertação.

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 and may include the frequency of specific seminars. 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 together with the evaluation of the Dissertation Unit.

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

Dada a natureza muito específica desta unidade curricular e seus objetivos, a metodologia de ensino tem um caráter de orientação tutorial, através da interação direta entre o orientador e o aluno e, fundamentalmente, a realização do trabalho de investigação. A maioria do esforço deve, contudo, ser realizada pelo aluno, nomeadamente na parte de investigação, validação de resultados e elaboração da dissertação. O esforço exigido é estimado em dois semestres (completado com a disciplina de Dissertação) com uma ocupação de 70% do tempo disponível. Em casos devidamente justificados e aprovados pela Comissão Científica do Mestrado, para além do orientador pode existir um coorientador.

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

Given the very specific nature of this course and its objectives, the teaching methodology has a character of tutorial guidance, through direct interaction between the tutor and the student, and ultimately the realization of the research work. Most of the effort, however, is to be performed by the student, particularly the research, validation of results and preparation of the dissertation. The effort required is estimated to be equivalent to two semesters (one for the Preparation of Dissertation and a second one for Dissertation) of work at 70% occupation. When duly justified and approved by the MEESC Scientific Committee, a co-mentor may be assigned in addition to the mentor.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia a usar será função da temática a investigar e recomendada, caso a caso, pelos orientadores. Bibliography to be used depends on the research topics and his mostly recommended by the supervisors on case-by-case basis.

Mapa IV - Dissertação em Engenharia Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação em Engenharia Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dissertation in Engineering in Robotics and Systems of Intelligent Manufacturing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

840

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:30

4.4.1.6. Créditos 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):***Luís Manuel Camarinha de Matos - OT:30***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***José António Barata de Oliveira - OT:30**Todos os docentes doutorados da área científica do CE / All academic staff from the scientific area of the study cycle - OT:30***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A Dissertação possibilita ao estudante 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, pelo que, o principal objetivo é a realização com sucesso da Dissertação de Mestrado. Isto inclui o desenvolvimento de capacidade para a realização de atividade de investigação, supervisionada pelo orientador e em autonomia, aplicando metodologias de investigação adequadas, e a capacidade de realizar um trabalho com significativo grau de originalidade. A publicação de resultados em conferências e revistas de qualidade é fortemente incentivada.***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; therefore, the main objective is the successful completion of the Master's Thesis. This includes developing the capacity to conduct research activity, both supervised by the advisor and in autonomy, applying appropriate research methodologies, and the ability to develop work with a significant degree of originality. The publication of results at conferences and in quality technical journals is strongly encouraged.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Nesta unidade cada estudante deve realizar o seu trabalho de I&D de acordo com os objetivos que constam da proposta de dissertação, aprovada pela Comissão Científica do MIEEC. No geral, 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 set out in the dissertation proposal, approved by MEESC Scientific Committee. 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 e poderão incluir a frequência de seminários específicos. Frequentemente o trabalho é enquadrado por projetos de investigação. Ao longo deste semestre, a tempo parcial, os alunos devem complementar a atividade de investigação e*

desenvolvimento original, iniciada na disciplina de Preparação de Dissertação A avaliação é baseada na elaboração e defesa pública da Dissertação. A fim de aumentar a visibilidade do trabalho, um dos fatores que contribuem para a avaliação é a preparação e publicação de artigos científicos. As provas de defesa da Dissertação são realizadas perante um júri de especialistas doutorados, composto por um mínimo de três elementos.

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 and may include the frequency of specific seminars. Often the work is framed by research projects. During this semester (part-time) students must complement the original research and development work elaborated during the Preparation for Dissertation Unit. The evaluation is based on the preparation and public defense of the dissertation. 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. The dissertation defense is conducted before a jury of PhD experts, composed of at least three elements.

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

Dada a natureza muito específica desta unidade curricular e seus objetivos, a metodologia de ensino tem um caráter de orientação tutorial, através da interação direta entre o orientador e o estudante e, fundamentalmente, a realização do trabalho de investigação. A maioria do esforço deve, contudo, ser realizada pelo estudante, nomeadamente na parte de investigação, validação de resultados e elaboração da dissertação. O esforço exigido é estimado em dois semestres (completado com a UC de Dissertação) com uma ocupação de 70% do tempo disponível. Em casos devidamente justificados e aprovados pela Comissão Científica do Mestrado, para além do orientador pode existir um coorientador.

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

Given the very specific nature of this course and its objectives, the teaching methodology has a character of tutorial guidance, through direct interaction between the tutor and the student, and ultimately the realization of the research work. Most of the effort, however, is to be performed by the student, particularly the research, validation of results and preparation of the dissertation. The effort required is estimated to be equivalent to two semesters (one for the Preparation of Dissertation and a second one for Dissertation) of work at 70% occupation. When duly justified and approved by the MEESC Scientific Committee, a co-mentor may be assigned in addition to the mentor.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia a usar será função da temática a investigar e recomendada, caso a caso, pelos orientadores.

Bibliography to be used depends on the research topics and is mostly recommended by the supervisors on case-by-case basis.

Mapa IV - Controlo em Sistemas Ciber-Físicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Controlo em Sistemas Ciber-Físicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cyber-Physical Control Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; PL-28

4.4.1.6. Créditos 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 Coito – TP:14; PL:14

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

Paulo José Carrilho de Sousa Gil – TP:14; PL:14

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

O Controlo em Sistemas Ciber-Físicos é um campo multidisciplinar no qual teorias e metodologias existentes são aplicadas para controlar sistemas ciber-físicos a diferentes níveis, desde a deteção e atuação de baixo nível até à coordenação global de sistemas de grande dimensão.

No final desta unidade curricular, o estudante terá adquirido os conhecimentos, capacidades e competências que lhe permitem:

- Entender os conceitos fundamentais relativos ao comportamento dinâmico e controlo dos sistemas lineares e não lineares MIMO.*
- Ser capaz de desenvolver modelos dinâmicos para a análise e projeto de controlo em Sistemas Ciber-Físicos.*
- Ser capaz de projetar e implementar sistemas de controlo descentralizado, suportados em redes de comunicação.*

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

Cyber Physical Control is a multidisciplinary field in which existing theories and methodologies are applied to control Cyber-Physical Systems at different levels from low-level sensing and actuation to system-level coordination.

At the end of this curricular unit the student will have acquired the knowledge, skills and competences allowing him to:

- Understand the fundamental concepts on MIMO nonlinear systems dynamics and control.*
- Be able to develop dynamic models for the analysis and design of Cyber Physical Control systems.*
- Be able to design and implement decentralized and networked control systems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Modelação de sistemas complexos não lineares*
- Redução de complexidade de sistemas*
- Projecto de sistemas de controlo MIMO com restrições*
- Controlo descentralizado de sistemas MIMO*
- Modelação e implementação de sistemas de controlo suportados em redes de comunicação*

4.4.5. Syllabus:

- Modeling of complex nonlinear systems*
- Complexity reduction*
- Control design for constrained MIMO plants*
- Decentralized control of MIMO systems*
- Modeling and implementation of networked control systems*

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

A implementação de metodologias de controlo para Sistemas Ciber-Físicos exige que o projetista entenda quer o funcionamento do sistema e o seu comportamento, como também o modo como as interconexões e interações existentes entre o sistema e os seus vizinhos afetam esse comportamento.

Com isso em mente, as capacidades e competências que se pretende que os estudantes adquiram, são abordadas por um ou mais capítulos do Programa.

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

The implementation of control methodologies for Cyber Physical Systems requires the designer to be able to understand the system and its behavior, as well as the effects of the existing interconnections and interactions with its neighbors.

With this in mind each of the skills and competences to be acquired is addressed by one or more chapters of the Syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teórico-práticas, os estudantes aprendem os fundamentos de cada capítulo da matéria e como aplicá-los. O desenvolvimento de exemplos de aplicação é usado para melhorar a compreensão dos conceitos.

Nas aulas de laboratório, os estudantes trabalham em vários casos de estudo que visam desenvolver tanto competências de projeto como de implementação prática.

O ensino está organizado de modo que as aulas TP e PL formam uma unidade, onde as ferramentas teóricas e analíticas introduzidas numa aula são colocadas em prática na outra.

A avaliação visa tanto a compreensão dos conceitos fundamentais – em 2 testes escritos - e as competências de projeto e implementação - 4 trabalhos práticos curtos e um projeto final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

On Theoretical-Practice classes students get acquainted with the fundamentals on each chapter and how to apply them. The development of application examples is used to improve the understanding of concepts.

On Lab classes students work on a number of case studies that aim to enhance their design and practical implementation skills. Classes are organized so that TP and PL classes form a unit, where the theoretical and analytical tools introduced in one class are applied on the other.

Assessment addresses both the understanding of fundamental concepts – 2 written tests – and design and implementation skills – 4 short practical work and one final project.

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

Em Controlo e particularmente em Controlo de Sistemas Ciber-Físicos, existe uma estreita relação entre a compreensão dos conceitos fundamentais, a implementação e o desempenho alcançado. A unidade curricular está organizada em torno desta ideia.

A compreensão da teoria e novos conceitos começa nas aulas TP e é reforçada pela sua aplicação no trabalho prático desenvolvido nas aulas PL. Os diferentes casos de estudo analisados têm como objetivo orientar o estudante nesse percurso, funcionando o projeto final como um elemento integrador das competências desenvolvidas.

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

Within the general area of Control and specially on the Control of Cyber-Physical Systems, there is a close relationship between fundamental concepts, implementation and performance. The curricular unit is organized around this idea.

The comprehension of theory and new concepts starts at TP classes and is enhanced by their application on the practical work developed on PL classes. The different case studies aim to lead the student along this path and the final project works as an integration point of the competences developed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

K. J. Aström, P. Albertos, M. Blanke, A. Isidori, W. Schaufelberger. Control of Complex Systems. Springer (2000). ISBN-13: 978-1852333249

A.L. Fradkov, I.V. Miroshnik, V.O. Nikiforov. Nonlinear and Adaptive Control of Complex Systems. Springer (2010). ISBN-13: 978-9048152940

P. Hövel. Control of Complex Nonlinear Systems with Delay. Springer (2011). ISBN-13: 978-3642141096

Xing-Gang Yan, S. K. Spurgeon, C. Edwards. Variable Structure Control of Complex Systems: Analysis and Design. Springer (2017). ISBN-13: 978-3319840574

G. R. Meza, X. B. Ferragud, J. S. Saez, J. M. H. Durá. Controller Tuning with Evolutionary Multiobjective Optimization. Springer (2017). ISBN-13: 978-3319412993

D. Lozovanu, S. Pickl. Optimization and Multiobjective Control of Time-Discrete Systems: Dynamic Networks and Multilayered Structures. Springer (2009). ISBN-13: 978-3540850243

Mapa IV - Conceção de Sistemas Digitais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Conceção de Sistemas Digitais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Digital Systems Design

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; PL-28;

4.4.1.6. Créditos 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 dos Santos Gomes, TP:28, P:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Anikó Katalin Horvath da Costa, P:28**Filipe de Carvalho Moutinho, P:28***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A UC pretende dotar os estudantes com conhecimentos básicos de conceção de sistemas digitais, dando ênfase às componentes de especificação comportamental e de descrição através da linguagem VHDL que lhes permitam implementar e testar sistemas digitais privilegiando plataformas de implementação baseadas em FPGAs.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The course aims to provide students with basic understanding of digital systems design, emphasizing behavioral specification and hardware description language such as VHDL, to allow them to implement and test digital systems, with emphasis on implementation platforms based on FPGAs.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Especificação de Sistemas Digitais: formalismos gráficos versus textuais. Diagramas de Estado. Síntese de Sistemas Digitais: implementações síncronas e assíncronas. Utilização de dispositivos de lógica programável (das PALs e CPLDs às FPGAs).**Linguagens de descrição de hardware, VHDL.**Estadogramas (Statecharts): características, profundidade, ortogonalidade, comunicação; questões de implementação.**Redes de Petri (RdP): características, classes RdP de baixo-nível e de alto-nível, extensões não-autónomas (tempo, eventos e ações), questões de implementação; análise de RdPs, construção do espaço de estados.**Modelação e Teste de Sistemas Digitais: modelos, simulação coerente, micro-passos. Teste de Sistemas Digitais: teste de lógica combinatória, observabilidade e controlabilidade, modelos de falhas, teste de circuitos sequenciais, técnicas de varrimento, teste funcional, geração de vetores de teste, técnicas de compressão de respostas, auto-teste embutido (BIST).***4.4.5. Syllabus:***Specification of digital systems: Graphical versus textual formalisms. State diagrams. Digital systems synthesis: synchronous and asynchronous implementations. Programmable logic devices based implementations (from PALs and CPLDs to FPGAs).**Hardware description languages, VHDL.**Statecharts: characteristics, depth, orthogonality, broadcast; implementation issues.**Petri nets: characteristics, low-level and high-level classes, non-autonomous extensions (time, events, actions), implementation issues; analysis, state space construction.**Modeling and test of digital systems: models, simulation. Test: combinatorial logic, observability and controllability; fault models, sequential circuit testing, scan techniques. DFT-design for testability. Functional testing. Compression techniques. Test vector generation. BIST-built-in self-test.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os objetivos de aprendizagem indicados e a sequência dos conteúdos programáticos previstos estão diretamente associados, permitindo ir adquirindo gradualmente competências intermédias.**Os objetivos de aprendizagem identificados permitem ir verificando a obtenção de competências (ao nível do saber, do saber fazer e de soft-skills) ao longo dos conteúdos programáticos apresentados (que se encontram estruturados em cinco grupos), sendo possível uma associação direta entre os objetivos de aprendizagem e os referidos grupos de conteúdos programáticos, suportados pelos exercícios propostos para as aulas de laboratório.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The learning outcomes and the sequence foreseen in the provided syllabus are directly associated, gradually letting go acquiring intermediate skills.**The identified learning outcomes allow checking obtaining skills (level of knowledge, know-how and soft-skills) over the presented syllabus (which are structured into five groups), as it is possible a direct association between learning outcomes and syllabus groups, supported by a sequence of proposed exercises for the laboratory classes.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Aulas de exposição teórico-prática com duas horas semanais onde, sempre que possível, se fomenta a discussão de temas permitindo dar ênfase diferenciada em aspetos conceptuais, nomeadamente em formalismos de especificação de sistemas (máquinas de estado, estadogramas e redes de Petri), bem como em aspetos de implementação e de tecnologia de sistemas digitais, nomeadamente as linguagens de descrição de hardware (VHDL) e plataformas utilizando dispositivos reconfiguráveis tipo FPGAs.

As aulas práticas são aulas de laboratório com a duração de duas horas semanais, onde os alunos realizam mini-projetos “da especificação à implementação”.

Cada grupo de trabalho recebe uma placa de experimentação (com uma FPGA).

A avaliação é garantida através de 3 testes individuais (componente teórica) e da realização de dois mini-projetos em grupos de 2 ou 3 estudantes (componente prática).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical subjects are offered in lectures, two hours per week in which discussions are promoted, whenever possible, allowing emphasizing different aspects, from conceptual (namely in systems specification formalisms based on state machines, statecharts, and Petri nets), as well as on implementation aspects and technology of digital systems, including hardware description languages (VHDL) and reconfigurable devices platforms (FPGAs).

The lab classes lasting for two hours per week, where students undertake mini-projects “from specification to implementation”, with increasing degree of autonomy, using professional level computational tools.

Each group receives one working experimentation board (with one FPGA) allowing testing outside the laboratory.

The evaluation is guaranteed through 3 individual tests (theoretical component) and conducting two mini-projects in groups of 2 or 3 students (practice component).

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

Complementando a aquisição de conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes ao nível conceptual, é dada uma ênfase especial ao nível da experimentação e da utilização de tecnologias de implementação de circuitos digitais, permitindo reduzir a distância normalmente observada nos estudantes quando se trata de “mexer” diretamente com dispositivos físicos. Para isso todos os grupos de trabalho (constituídos tipicamente por três ou dois estudantes) recebem um kit de experimentação constituído por um dispositivo lógico programável de complexidade média (uma FPGA), sendo possível a sua utilização fora do laboratório de aulas e sua integração nos processos de estudo autónomo dos estudantes. Desta forma, a resolução analítica de problemas propostos é complementada com a experimentação associada, permitindo aumentar os níveis de sucesso na aprendizagem. Desta forma, os objetivos de aprendizagem indicados são plenamente suportados pela metodologia de ensino proposta contemplando uma componente de aprender através da experimentação.

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

Complementing the acquisition of knowledge, skills and competencies developed by students at the conceptual level, a special emphasis is given to the experimentation level, as well as to the use of digital circuitry implementation technologies, reducing the distance usually observed in students when it comes to “play” directly with physical devices. For that, all groups of students (typically composed by three or two students) receive an experimentation kit equipped with a programmable logic device of medium complexity (an FPGA), which can be used outside of the lab classes, and be completely integrated in the processes of students’ autonomous study. In this way, the analytical resolution of problems is complemented with associated experimentation, enabling improving levels of success in the learning process.

Thus, the learning objectives listed are fully supported by the teaching methodology proposed accomodating a component of learning through experimentation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

“Introduction to Programmable Logic”; K. Parnell and N. Mehta; Xilinx 2004

“Hardware-level Design Languages”, L. Gomes, A.Costa; “The Industrial Information Technology Handbook”; R. Zurawski (Editor-in-Chief), section VI – Real time embedded systems; chapter 84; CRC; ISBN 0849319854; 2005; pp. 84-1, 84-18

“Checking experiments in sequential machines”, pp. 147-150; A. Bhattacharyya; John Wiley & Sons, 1989

“VHDL for Designers”, S. Sjöholm, Lennart Lindh; Prentice Hall, 1997, ISBN 0-13-473414-9

“Statecharts: a visual formalism for complex systems”, vol. 8, pp. 231-274; D. Harel; Science of Computer Programming 1987

“Petri Nets and Industrial Applications: A Tutorial”, Richard Zurawski and MengChu Zhou; IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.41, no. 6, December 1994, pp. 567-583

“Digital Logic Circuit Analysis and Design”, sec. 2.7.4 & c. 12; V. Nelson, H. Troy Nagle, B. Carroll, J. David Irwin; Prentice Hall 1995; ISBN 0-13-463894-8

Mapa IV - Sistemas Sensoriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Sensoriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sensorial Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*EEC***4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-28; PL-28***4.4.1.6. Créditos 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):***José Manuel Matos Ribeiro da Fonseca - TP:112***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***André Teixeira bento Damas Mora - PL:56**Filipe de Carvalho Moutinho - PL:56**João Pedro Leal Abalada de Matos Carvalho - PL:84***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A UC pretende dotar os estudantes com conhecimentos sólidos na área do processamento de imagem utilizando para tal a linguagem C# que se considera de grande utilidade para o futuro dos alunos. Ao longo da disciplina é dada grande ênfase à implementação de processamento de imagem em tempo real sendo dada uma grande importância à eficiência do código produzido.

Por outro lado, são transmitidos aos alunos conceitos elementares de sensores sendo os alunos colocados perante a necessidade de dimensionar e montar um mínimo de dois sensores de tipos diferentes e efetuar a sua calibração.

*Objetivos:**Saber*

- *Domínio da linguagem C#*
- *Implementação de funções de processamento de imagem com preocupações de eficiência*
- *Programação em tempo real*
- *Domínio da seleção, projeto e montagem de sensores*
- *Calibração de sensores*

Fazer

- *Desenvolvimento de software estruturado*
- *Utilização de bibliotecas de funções*
- *Projeto e implementação de sistemas baseados em sensores*

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

This course allows the students to acquire solid knowledge in the area of digital image processing using the C# programming language that is considered to be of great interest to the students professional career. Along the classes a great emphasis to real time processing is given with special attention to code efficiency.

Besides the image processing sensors, other types of sensors are also studied and the students project and implement a minimum of two circuits based on different sensors that they test and calibrate.

*Objectives:**To know:*

- *Knowledge of the C# programming language*
- *Implementation of image processing techniques with emphasis on the efficiency*
- *Real time programming*
- *Selection, project and implementation of sensor-based circuits*
- *Sensors calibration*

To do:

- *Development of structured programming*
- *Usage of software libraries*
- *Project and implementation of sensors-based circuits*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução - Etapas do reconhecimento baseado em imagens.*
- *Formação da imagem*
- *Pinhole*
- *Utilização de lentes*
- *Relações abertura/profundidade de campo e abertura/velocidade*
- *Sensores de imagem*
- *Acondicionamento da imagem*
- *Operações geométricas*
- *Translação, Rotação e Escalamento*
- *Métodos espaciais*
- *Filtros de média linear e não linear, média de imagens, mediana, k-nearest neighbor, Sigma, diferenciação, Roberts, Sobel e Quadtree*
- *Binarização e processamento de imagens binárias*
- *Histograma, C-means e Otsu*
- *Segmentação*
- *Algoritmos de componentes ligados e projeções*
- *Extração de características*
- *Características básicas, chain code, Fresnell, Esqueletização (eixo médio e algoritmo de Zhang e Suen)*
- Sensores**
- *Definições*
- *Caracterização de sensores*
- *Tecnologia de sensores e aplicações*
- *Ex. de sensores - posição, nível e deslocamento, presença e movimento, velocidade e aceleração, força, pressão, fluxo, acústicos, humidade e pó, luz, termopilha e temperatura*

4.4.5. Syllabus:

- *Introduction – Typical steps of image processing*
- *Image formation*
- *Pinhole*
- *Lens*
- *Aperture vs Depth of field and Aperture vs Shutter speed*
- *Image sensors*
- *Basics of image processing*
- *Geometric image transformations*
- *Translation, Rotation and Scaling*
- *Spatial methods*
- *Linear and non-linear averaging, image averaging, median, k-nearest neighbor, Sigma, Roberts, Sobel and Quadtree*
- *Binarization and binary image processing*
- *Histogram, C-means and Otsu*
- *Image segmentation*
- *Connected components and projections*
- *Feature extraction*
- *Basic features calculation: chain code, Fresnell, Skeletoning (medial axis and Zhang and Suen)*
- *Sensors*
- *Definitions*
- *Sensors characterization*
- *Sensors technology and applications*
- *Examples of real world sensors – positioning, level, displacement, presence and movement, speed and acceleration, strength, flux, acoustic, humidity, powder, light and temperature.*

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

As aulas TP apresentam os conceitos que são usados na implementação prática efetuada nas aulas práticas da UC. A coordenação entre as aulas TP e as aulas PL é efetuada através de reuniões regulares dos docentes de forma que os temas sejam abordados na TP sempre imediatamente antes da sua implementação ser sugerida nas aulas práticas. A UC é avaliada na componente teórica através 2 testes escritos e de um conjunto de 9 testes no moodle, os quais conseguem que os estudantes façam um acompanhamento regular das matérias lecionadas. A componente prática é avaliada através de dois trabalhos práticos. Um deles é um projeto de software onde os alunos desenvolvem um programa completo para o processamento de imagem e o outro um relatório em que alunos apresentam o dimensionamento e os resultados obtidos na montagem de dois sensores de diferentes tipos. Pode, portanto, afirmar-se que os alunos têm plena oportunidade de aplicar os conceitos apresentados nas aulas TP.

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

The TP sessions - including the presentation of the theoretical concepts - introduce the techniques used on the PL sessions. The coordination between TP and PL sessions is achieved through regular meetings between the professors in such a way that the subjects explored during the TP sessions are the ones applied on the subsequent PL session. The course is assessed in the theoretical component through 2 written tests and a set of 9 tests in moodle, which enable students to regularly follow the subjects explored in TP sessions. The practical component is assessed through two practical assignments. The first is a software project where the students develop a complete image processing system. The second is a report about the laboratory experiments

describing the results achieved on the project and implementation and calibration of small sensor based circuits. The students have plain opportunity to apply and test the concepts presented on the TP sessions.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas TP fazem a introdução dos conceitos e apresentam problemas que são resolvidos na aula com a participação dos alunos. Nas aulas PL de processamento de imagem os alunos desenvolvem pequenos projetos que servem de base ao projeto de software. O projeto de software serve para os alunos fazerem a consolidação dos conceitos de processamento de imagem num trabalho de maior dimensão.

Os conceitos da componente de sensores são apresentados nas aulas TP, sendo as aulas PL utilizadas para os alunos efetuarem o projeto e montagem de diversos sensores dos quais medem as características principais e efetuam a calibração de forma a contactarem com problemas e sensores reais.

No final da disciplina ambos os trabalhos práticos são apresentados e discutidos com os docentes. A avaliação é dividida entre 40% para a componente prática (80% primeiro trabalho e 20% para o segundo) e 60% para a teórica (75% notas dos testes ou exame e 25% nota dos testes moodle).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Problem-solving sessions (TP) introduce the concepts and solve problems with the active participation of the students. In the PL sessions dedicated to image processing the students consolidate the concepts by developing a small image processing software project.

The fundamental concepts of the generic sensors component are presented on the TP sessions. On the laboratory sessions the students develop their knowledge of real world sensors by projecting and implementing small sensor based circuits that they calibrate and report the results.

At the end of the course both practical assignments are presented and discussed with the professors. The assessment is divided between 40% for the practical component (80% for the first assignment and 20% for the second) and 60% for the theoretical one (75% for the test or exam and 25% for the moodle test).

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

Os objetivos da disciplina passam por dotar os alunos de capacidades para desenvolverem projetos envolvendo sensores de diversas naturezas, com especial ênfase no projeto de software para processamento de imagem com preocupações de tempo-real. Como tal, a componente experimental da disciplina, em que os alunos desenvolvem os seus próprios projetos de software e projetam e implementam os seus circuitos envolvendo sensores de diferentes naturezas garante a experimentação essencial para que a aprendizagem se faça de uma forma efetiva, dotando os alunos de conhecimentos e autoconfiança necessárias para que estes possam vir a assumir a responsabilidade de desenvolverem os seus próprios projetos.

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

The main course objective is to give the students the ability to develop sensors-based projects of different kinds and nature where a special emphasis on real-time image processing is given. Therefore, the experimental component of the course, where the students develop their own projects and implement their own circuits based on different kind of sensors is the guarantee of an effective learning that empowers the students with knowledge and self-reliance so that they can eventually take responsibility for their own development projects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Acetatos das aulas teórico-práticas (slides of the Problem-solving sessions)

Digital Image Processing. Rafael C Gonzalez and Richard Eugene Woods. Prentice Hall

AIP Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs and Applications. Jacob Fraden. American Society of Physics.

Interfacing sensors to the IBM PC. Willis J. Tompkins, John G. Webster. Prentice Hall

Mapa IV - Eletrónica de Potência em Acionamentos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletrónica de Potência em Acionamentos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Power Electronics for Drives

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; PL-28

4.4.1.6. Créditos 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):

Stanimir Stoyanov Valtchev - TP: 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):

Esta UC tem como objetivos gerais dotar os alunos de conhecimentos e competências na área da eletrónica de potência em acionamentos e em sistemas de alimentação elétrica dos equipamentos, de modo a que sejam capazes de selecionar e/ou dimensionar os conversores de potência mais adequados para uma dada aplicação. Pretende-se que os alunos ganhem conhecimento acerca da constituição, propriedades e funcionamento dos dispositivos e circuitos de Eletrónica de Potência utilizados comumente em acionamentos. Pretende-se que adquiram a capacidade de projetar e construir alguns circuitos segundo especificações dadas. Devem ainda desenvolver algumas competências transversais ("Soft skills"), tais como: capacidade de ordenar prioridades face a um problema técnico, capacidade de escolher e tomar decisões estruturadas, capacidade de uma comunicação oral e escrita melhor. A disciplina pretende também contribuir para um perfil do estudante mais interdisciplinar, melhorando a empregabilidade dele.

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

This subject aims at the acquisition by the students of sufficient knowledge and competence in the area of power electronics in actuators, where the students should be capable to select and/or design the most suitable power converter for a certain application. Students must acquire knowledge about the composition, properties and functioning of the power electronic circuits and devices generally used in electromechanical drives. Students should become able to design and build some circuits, following given specifications. Students should also develop soft skills such as: ability to categorize priorities in the analysis of a technical problem, ability to make structured and clear decisions and improve their written and oral communication skills. The final objective is to contribute to a more interdisciplinary profile of the student, and thus to improve his employability.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*-Introdução. Conversores. Eletrónica de potência, transferência de energia sem contacto e recolha de energia. Conversor CC-CC. BUCK, BOOST, BUCK-BOOST, FORWARD e FLYBACK, CCM e DCM. Métodos de controlo.
-Dispositivos eletrónicos como controladores de energia. Díodos. Tiristor. Aplicação, limites e proteção. Triac, TBP, Power MOS, características e aplicação. SOAR, drive. IGBT, GTO, MCT.
-Conversores de comutação natural. Conceitos. Retificadores monofásicos e N fases. Multiplicador de tensão. Proteção. Interruptor AC e regulador.
-Ondulador de tensão de corrente. Ondulador de tensão monofásico e trifásico. Carga resistiva e complexa. Redução de harmónicas.
-Comutação forçada. Inversor série e paralelo. Conversor de ressonância (carga), aquecimento por indução. Conversores CC/CC com ressonância. Controlo. Interruptores ressonantes.
-Controlo de motores de corrente contínua. Acionamento de motores de indução e de magnetos permanentes sem escovas. Aplicações na área de energias renováveis.*

4.4.5. Syllabus:

*- Introduction. Converters. Power electronics, Contactless energy transfer and energy harvesting.
- Converter DC-DC. Chopper. BUCK, BOOST, BUCK-BOOST, FORWARD and FLYBACK, continuous and discontinuous current operation. Control methods.
- Electronic devices to control the energy. Diodes. Thyristors. Application limits and protection. Triac. BPT, Power MOS, characteristics and applications. SOAR. Gate drive. IGBT, GTO, MCT.
- Line commutated converter. Principles. Mono-phase and N-phase rectifier. Voltage multipliers. Protection. AC switch and regulator.
- Voltage inverter and current inverter. Single phase inverter, three phase inverter. Resistive and complex load. Harmonics reduction.
- Aided commutation. Series and parallel inverters. Resonant load, Induction heating, DC-DC converters with internal resonant loop. Control. Resonant switches.
- DC motor control. Induction and Brushless PM motors drives. Renewable energy applications.*

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

O programa da unidade curricular pretende dotar os alunos dos conhecimentos científicos e técnicos sobre a eletrónica de potência, uma disciplina “interdisciplinar” que está no fundamento do tratamento das energias e das máquinas elétricas e que fornece alimentação elétrica para toda a eletrónica. No fim, os estudantes serão capazes de projetar e compreender especificações técnicas de dispositivos e equipamentos de eletrónica potência. As noções obtidas sobre sistemas de tratamento da energia e acionamentos tem como objetivo dotarem os alunos de um conhecimento concreto sobre os problemas que envolvem um conhecimento integral e de várias áreas do saber.

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

The subject contents are aimed at giving to the student technical and scientific skills in power electronics, a subject that is “interdisciplinary” and fundamental for the energy processing and machine drives and supplies the vital energy to the rest of the electronics. In the end, the students will be prepared to design and understand the technical specifications of the power electronics devices and the power electronics equipment. The knowledge obtained in this subject concerning the energy processing equipment, drives and actuators is aimed at giving to the students the practical understanding of the problems that involve the integrating of various parts of engineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os fundamentos científicos são explicados pelo professor nas aulas teóricas com o auxílio de diapositivos. Fomenta-se o debate colocando-se frequentemente questões científicas e técnicas concretas.

Nas aulas práticas apresenta-se um conjunto de problemas técnicos que os estudantes devem resolver usando os conhecimentos das aulas teóricas, e recorrendo a cálculos e consulta de tabelas ou catálogos. Promove-se o diálogo entre colegas, avaliando-se qualitativamente a participação dos alunos.

Avaliação:

1º Caminho: teste No.1 (30%, mas com nota mínima de 8 val. sendo esse teste eliminatório para esse caminho), teste No.2 (45%), 3 relatórios laboratoriais (25% da nota final, sendo esses relatórios obrigatórios, e de nota mínima de 9.5, para obter frequência);

2º Caminho: 3 relatórios laboratoriais (25% da nota final, sendo esses relatórios obrigatórios, e de nota mínima de 9.5, para obter frequência), exame de recurso (75%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Scientific principles are explained by the teacher in the theory class, aided by slides. The student’s capacity for oral communication is stimulated through debate around technical and scientific questions.

In practical classes a collection of technical problems is offered to be solved by students based on theoretical class knowledge by calculation. The dialogue between the students is encouraged, and qualitative evaluation is made.

Evaluation:

1 Path: test No.1 (30%, but with the minimum score of 8, being this test eliminatory for this path), test No.2 (45%), 3 reports for laboratory exercise (25% of the final score, being those reports compulsory, and of minimum score of 9.5, for the permission (frequência);

2° Path: 3 reports for laboratory exercise (25% of the final score, being those reports compulsory, and of minimum score of 9.5, for the permission (frequência), exam (75%).

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

Durante as aulas, são desenvolvidas e testadas as competências dos estudantes através da apresentação de problemas de caráter técnico que visam a aplicação dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos na disciplina e respetiva integração com outros do quais deverão ser detentores. Com os problemas apresentados nas aulas mostra-se a multidisciplinaridade envolvida em Eletrónica de Potência em Acionamentos para a Energia motivando-se os alunos para a detenção de um conhecimento integrado de matérias. Estimula-se o debate para melhorar a capacidade de argumentação dos alunos e correspondente comunicação oral.

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

During the classes, student’s skills are tested and developed through problems that imply theoretical and practical knowledge (acquired at classes) for their solution, often integrating other additional knowledge that they should possess. Problems presented at practical classes show the multidisciplinary character of the Power Electronics in Actuators, motivating the students for acquiring a global knowledge. Debates are stimulated in order to improve the argumentation skills and oral communication of the students.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Ned Mohan, Power Electronics and Drives, MNPERE, 2003

Power Electronics, Converters, Applications and Design, N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins, Ed.: John Wiley & Sons Inc., 2002

Power Electronics, Circuits, Devices and Applications, M. Rashid, Editora: Prentice Hall, 1993

Eletrónica de Potência (em tradução), Muhammad H. Rashid, Makron Books do Brasil, S. Paulo, 1999

Power Electronics, C. Lander, McGraw-Hill, 1999

Eletrónica Industrial (em tradução) C. Lander, McGraw-Hill Brasil, 2002

Power Electronics, K. Thorborg, Editora: Prentice Hall, 2002

Principles of Power Electronics, J. Kassakian, M. Schlecht, G. Verghese, Editora: Addison Wesley, 1991

Eletrónica de Potência, F. Labrique, J. Santana, Editora: Fundação Gulbenkian, 1991

Mapa IV - Configuração e Gestão de Redes

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Configuração e Gestão de Redes

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Network Management and Configuration

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-28; PL-28

4.4.1.6. Créditos 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):

Pedro Miguel Figueiredo Amaral – TP: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 permitem:

- Conhecer o funcionamento de redes comutadas (Layer 2) e redes com encaminhamento IP (Layer 3). Saber desenhar e configurar: redes Ethernet (ARP; VLANs; interligação com IP); encaminhamento IP EIGRP, OSPF e BGP.*
- Conhecer as arquiteturas de redes empresariais e de data center típicas e ser capaz de as desenhar e configurar.*
- Conhecer as tecnologias e serviços MPLS e Carrier Ethernet.*
- Compreender os limites das redes com plano de controlo distribuído.*
- Conhecer as redes baseadas em Software (SDN).*
- Conhecer o Protocolo SDN OpenFlow.*
- Ser capaz de configurar equipamentos CISCO através de interfaces de linha de comandos (CLI)*
- Ser capaz de programar aplicações SDN no controlador Floodlight e de utilizar o software de switching virtual OpenVswitch.*
- Pensar de forma crítica sobre um problema de engenharia*
- Efetuar escolhas fundamentadas e orientadas para o desempenho.*

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

- At the end of this curricular unit the student will have acquired the knowledge, skills and competences that allow to:*
- Know the operation of switched networks (Layer 2) and networks with IP routing (Layer 3). Know how to design and configure: Ethernet networks (ARP; VLANs; IP interconnection); EIGRP, OSPF, and BGP IP routing.*
 - Know the typical enterprise and data center network architectures and be able to design and configure them.*
 - Know MPLS and Carrier Ethernet technologies and services.*

- *Understand the limitations of networks with distributed control plan.*
- *Know the Software Defined Network Architecture (SDN).*
- *Know the OpenFlow SDN Protocol.*
- *Be able to configure CISCO equipment through command line interfaces (CLI).*
- *Be able to program SDN applications on the Floodlight controller and use OpenVswitch virtual switching software.*
- *Apply critical thinking in engineering problems*
- *Make reasoned and performance-oriented decisions.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Redes Comutadas (Layer 2):*
 - o *VLANs como forma de dividir domínios de colisão.*
 - o *Agregação de Links.*
 - o *Configuração de trunks para transporte de VLANs.*
 - o *Configuração do protocolo Spanning Tree.*
 - o *Encaminhamento entre VLANs usando routers ou multilayer switches.*
- *Redes com encaminhamento IP (Layer 3):*
 - o *Endereçamento IPv4 e IPv6.*
 - o *EIGRP, OSPF e BGP: Desenho, configuração e verificação.*
 - o *Route maps, access control lists e prefix lists.*
- *Service Provider Networks.*
 - o *Serviços suportados em Ethernet (802.1ad e 802.1ah)*
 - o *Serviços suportados em MPLS(VPNs Layer 3, Pseudowires e VPNs Layer 2 ou VPLS).*
- *Software Defined Networks*
 - o *Separação entre control plane e forwarding plane.*
 - o *Southbound API - OpenFlow.*
 - o *SDN usando Overlays.*
 - o *SDN usando APIs.*
 - o *Data plane programável – P4.*
- *Network Function Virtualization (NFV)*
 - o *Redes 5 G e funções virtualizadas de rede (NFVs).*
 - o *Gestão e orquestração de NFVs modelo (MANO).*
 - o *O problema do encadeamento e da colocação de NFVs.*
 - o *Interação com o SDN.*

4.4.5. Syllabus:

- *Switched Networks (Layer 2):*
 - o *VLANs as a way to divide broadcast domains.*
 - o *EtherChannel link aggregates.*
 - o *Configuration of 802.1D trunks.*
 - o *The several versions of the Spanning Tree protocol.*
 - o *Inter VLAN routing using routers or multilayer switches.*
- *Routed Networks (Layer 3):*
 - o *IPv4 and IPv6 addressing.*
 - o *EIGRP, OSPF and BGP: Design, configuration and verification.*
 - o *Route maps, access control lists and prefix lists.*
- *Service Provider Networks.*
 - o *Ethernet (802.1ad e 802.1ah) supported services.*
 - o *MPLS (VPN Layer 3, Pseudowires e VPNs Layer 2 or VPLS) supported services.*
- *Software Defined Networks*
 - o *Control plane and forwarding plane separation.*
 - o *Southbound API, OpenFlow protocol.*
 - o *SDN using Overlays.*
 - o *SDN via APIs.*
 - o *Programmable Data plane—P4 language.*
- *Network Function Virtualization (NFV)*
 - o *5 G networks and NFVs.*
 - o *Management and orchestration of NFVs (MANO model).*
 - o *The NFV placement and chaining problem.*
 - o *Interaction with SDN.*

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

O programa cobre o funcionamento das redes ao nível 2 (comutadas) e 3 (encaminhadas) de modo a dotar os estudantes do conhecimento necessário para desenhar, configurar e operacionalizar redes. Estes conhecimentos são postos em prática com a configuração de cenários típicos.

São apresentados os serviços oferecidos por redes de Service Provider, fazendo a ponte entre as tecnologias usadas nas redes empresariais e as extensões necessárias para resolver os problemas deste tipo de redes dotando o estudante com o conhecimento necessário para avaliar o tipo de serviços mais adequados a cada caso e fomentando o pensamento crítico sobre as limitações das redes atuais.

Finalmente são cobertos os conceitos de redes controladas por software e o seu enquadramento com as redes 5G e os seus requisitos de modo a dotar o estudante de capacidades de desenvolvimento de aplicações SDN e de pensamento crítico sobre problemas na fronteira do estado da arte das redes SDN com virtualização de funções de rede.

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

The program starts by covering the operation of level 2 (switched) and 3 (routed) networks in order to provide students with the knowledge needed to design, configure and operate networks. This knowledge is put into practice by setting up typical scenarios.

Typical services offered by Service Provider networks are presented, bridging the technologies used in enterprise networks and the extensions required to solve the problems of such networks. This provides the student with the necessary knowledge to evaluate the type of services best suited to a particular type of use and fosters critical thinking about the limitations of today's networks.

Finally, modern concepts of software-controlled networks are covered, as well as they are framed within the requirements of 5G networks. This provides the student with SDN application development capabilities and critical thinking on state-of-the-art frontier problems in software-controlled networks with virtualization of network functions.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas têm um cariz mais expositivo, grande parte do programa a exposição é baseada em exemplos concretos de cenários de rede contruindo a respetiva solução. Numa 2ª parte do programa esta componente mais expositiva aumenta um pouco, mas sempre de um modo muito ligado a cenários e desafios concretos para em seguida demonstrar como os conceitos a transmitir os resolvem. Nestas aulas são ainda usados exemplos de configurações de sistemas reais. Nas aulas PL os alunos desenvolvem dois projetos de em pequenos grupos com autonomia e envolvendo tecnologia recente onde trabalham profundamente questões de configuração de redes e implementação de aplicações SDN usando o protocolo OpenFlow.

A avaliação é realizada em 2 testes durante o semestre ou em alternativa com um exame no final tendo esta componente teórica 50% de peso na nota final. Os restantes 50 % são obtidos através da avaliação oral presencial da qualidade dos dois projetos desenvolvidos na componente prática da cadeira.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes have a more expository nature, but in a large part of the program the exposure is based on concrete examples of network scenarios and their solution. In a second part of the program this more expository component grows a little but always in a way that is closely linked to scenarios and concrete challenges demonstrating how the concepts to be taught solve them. Theoretical classes also use examples of real system configurations. In laboratorial classes, students develop two projects in small groups involving recent technology. In the projects they deeply work on network configuration and SDN application deployment using the OpenFlow protocol.

The assessment is performed in 2 tests during the semester or alternatively with an exam at the end with this theoretical component weighting 50% in the final grade. The remaining 50% is obtained through a face-to-face oral assessment of the two projects developed in the practical component of the chair.

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

As aulas de exposição teórica focam-se na compreensão das tecnologias, sempre na perspetiva da sua aplicação para a resolução dos problemas e requisitos de cenários de redes em concreto, para que o estudante se habitue a desenvolver com resultados concretos em mente, e compreenda o funcionamento da tecnologia de modo aplicado. Os trabalhos práticos permitem trabalhar a capacidade de aplicar o conhecimento em cenários concretos tanto para desenhar e/ou configurar redes com cenários típicos (verificando o funcionamento da rede e resolvendo problemas) bem como para desenvolver aplicações SDN em JAVA e virtualizar redes controladas por software.

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

Theoretical exposition classes focus on understanding the technologies, always from the perspective of solving the problems and requirements of concrete network scenarios, so that the student gets used to designing with concrete results in mind and understands the technology in an applied way.

Practical projects allow the student to work on the ability to apply knowledge to concrete scenarios for both designing and/or configuring networks with typical scenarios (checking network operation and troubleshooting) as well as for developing JAVA SDN applications and virtualizing software-controlled networks.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Interconnecting Cisco Network Devices, Part 1 (ICND1) Second Edition"

"Interconnecting Cisco Network Devices, Part 2 (ICND2)"

"Implementing Cisco Switched Networks - Foundation Learning guide"

"Implementing Cisco IP routing - Foundation Learning guide"

"Software Defined Networking – A Comprehensive Approach", Paul Goransson and Chuck Black, Morgan Kaufman 2nd edition.

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

Gestão de Projetos**4.4.1.1. Title of curricular unit:***Project Management***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EI***4.4.1.3. Duração (anual, semestral ou trimestral):***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho (número total de horas de trabalho):***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:28; PL:28***4.4.1.6. Créditos 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):***Alexandra Maria Batista Ramos Tenera - TP: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):**

Nesta unidade curricular introduz de forma coesa e concisa, mas abrangente os fundamentos principais da gestão de projetos baseados em normativos internacionais das melhores práticas e dos conhecimentos profissionais; bem como, dos conhecimentos resultantes de investigação sobre teorias, métodos e ferramentas utilizadas para iniciar, organizar, planejar, controlar e concluir projetos eficazmente. No final do curso, os estudantes deverão ser capazes de:

- 1: Compreender e enquadrar a gestão de projetos nas organizações e nos standards internacionais;*
- 2: Identificar, caracterizar e enquadrar diversas metodologias, métodos, ferramentas em diferentes ambientes;*
- 3: Entender como gerir variáveis críticas, tais como: tempo e custo; bem como o seu impacto sobre o âmbito e a qualidade dos projetos;*
- 4: Desenvolver e estabelecer planos de gestão e analisar relatórios de monitorização e controlo;*
- 5: Reconhecer os atuais programas de certificação profissional internacional e sua importância*

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

This course unit covers in a cohesive, concise, yet comprehensive the fundamentals of project management based on available global standards, professional best practices and research knowledge about theories, methods and tools used to effectively start, organize, plan, control and close projects. By the end of the course they should be able to:

- 1: Understand and frame the project management in the organizations and within international standardization;*
- 2: Identify, characterize and frame several methodologies, methods, tools in project management practices;*
- 3: Understand how to manage critical variables, such as time and cost, and its impact on the scope and quality of projects;*
- 4: Develop and establish project management plan;*
- 5: Recognize international professional certification programs and its importance.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Enquadramento da Gestão de Projetos: Principais conceitos e definições; Fatores de sucesso e insucesso; Principais Normativos internacionais da gestão de projetos*
- 2. Iniciação do projeto: Conceção, avaliação e posicionamento estratégico, Gestão de partes interessadas, Métodos de Seleção e Prioritização de Projetos e charter do projeto*
- 3. Planeamento e programação do Projeto: âmbito e requisitos do projeto; WBS, Estimativas; Planeamento de recursos; qualidade, tempo, custos e risco; Aquisições e contratos: Programação do projeto*
- 4. Execução, Acompanhamento e Controlo: Gestão e desenvolvimento de equipas; âmbito, duração, custos e alterações; Controlo e garantia da qualidade; Condução e administração de contratos; Acompanhamento e controlo de riscos; Avaliação e relatórios de desempenho*

5. Encerramento: Aquisições e contratos, projeto ou fase; Recolha, registo e utilização de lições apreendidas
6. Programas de certificação profissional em gestão de projetos

4.4.5. Syllabus:

1. Project Management frameworks: Key definitions and concepts; Success and failure main factors; international main standards
2. Project Initiation: Project creation, evaluation and strategic setting; Stakeholders Management, Project Selection Criteria and Prioritization Methods, Project charter creation
3. Project Planning: Scope and project requirements definition; Resource estimation and planning: WBS Construction, Time, cost and quality planning; Risk characterization and planning; Procurement and contracts development; Project scheduling
4. Implementation, Monitoring and Control: Teams management and development; Control of duration, costs and changes; Quality control and assurance; Conducting contracts and procurement administration; risk monitoring and control; Project performance evaluation and reporting
5. Project Closure: Procurement, Project or phase closing; Collecting, registration and use of lessons learned
6. Professional certification programs for project management

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

*Principais conceitos e definições em projetos, programas e portfólios, são introduzidos de acordo com normativos nacionais e internacionais e praticas académicas (O1).
Cap.2, são expostos os processos de iniciação do projeto (O2), cujos resultados serão posteriormente utilizados no cap.3 (O3).
Cap.3, as questões do planeamento e calendarização de projetos quer na perspetiva determinística quer probabilística, serão abordadas; bem como, os aspetos de gestão: da qualidade, custos, risco, compras e contratos (O3).
Os métodos e práticas fundamentais para acompanhamento da execução do projeto sua, monitorização e controle são então introduzidos (O4).
As práticas para fecho de contratos, projetos ou fases; serão então expostas, com particular enfase para a importância das lições aprendidas em todo o ciclo de vida do projeto (O5). Por fim, programas de certificação profissional serão introduzidos para uma melhor preparação para uma potencial profissionalização no mercado de trabalho (O6).*

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

*Main concepts and definitions for individual projects, programs and portfolios, according to national and international regulations are introduced in chapter 1 (O1).
In Chapter 2 the key themes of the project initiation process (O2) are exposed which results will be later used in the Chapter 3 (O3).
In Chapter 3 planning and programming issues, either in a deterministic or probabilistic perspective are detailed with special focus on quality aspects, time and resources, risk, procurement and contracts (O3). In Chapter 4 fundamental methods and practices for the project implementation, monitoring and control are introduced (O4).
Next chapter fundamental practices for closing contracts, projects or phases; are exposed, as well as, the use of the lessons learned during the project life cycle (O5).
Finally, international available professional certification programs are exposed to support the development of the project management best practices and future results (O6).*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A lecionação será realizada combinando uma vertente teórica-prática (TP), fundamentada em estudo de casos; bem como numa vertente laboratorial. Nas aulas TP procede-se à exposição oral das matérias explorando-se a sua aplicação e estimulando-se a participação e discussão de conceitos, modelos, métodos, práticas e situações. No final, salientam-se os aspetos mais relevantes incentivando o estudante ao estudo prévio das matérias a abordar na sessão seguinte.
Nas aulas de laboratório procede-se à exploração das matérias através do estudo de casos de aplicação, com recurso a ferramentas informáticas de carácter geral e específico. Para desenvolvimento de outras competências e capacidades de análise os estudantes terão que apresentar e defender os relatórios dos trabalhos desenvolvidos.
Elementos de avaliação: - Avaliação Grupal (TG) + Avaliação Individual (P + T). P= Participação em aulas (teóricas) + Teste (T). Se $T < 9$ exame (EX). Se $TG \geq 9,5 \Rightarrow$ NOTA FINAL = $0,4TG + 0,1P + 0,5T$ (ou EX)*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures are carried out combining theoretical with real case exemplification (TP) classes with laboratory development classes. In TP classes, a summary of the subjects that will be discussed is presented. Concepts, models, methods and practices are explained, discussed and applied, stimulating the student participation during their presentation. At the end, the most relevant aspects are highlighted as well as the main subjects for the following lecture, encouraging students to study the subjects before their discussion. In Lab classes, case studies are analyzed deeply explored and discussed. caring out, simulations, computer analyzes and work reports which must also be discussed and supported. The course grading is based on: Group Assignments (GA) + Individual work: Theoretical Class Participation (P) + Test assessment (T). if $T < 9$ exam (EX) is required. GA is used to decide access to the individual Test/Exam: if $GA \geq 9,5$ FINAL GRADE = $0,4GA + 0,1P + 0,5T$ or $0,4GA + 0,1 + 0,5EX$

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

O ensino da UC está direcionado para a introdução e exploração de diferentes modelos, métodos e práticas de gestão diferente de projetos, de diferentes tipologias e com base em práticas internacionais e nacionais e normas para e relacionados com a gestão de projeto, programas e portfólios Os exemplos das aulas teórico -práticas seguem uma

abordagem baseada em “casos de estudo” cobrindo as diversas temáticas expostas com recurso a cálculo tradicional. O material de suporte da componente laboratorial inclui para além do cálculo tradicional a utilização de diversas ferramentas informáticas gerais e específicas (Exemplos: Visio Excel, MsProject, @Risk); bem como a projeção de vídeos e jogos de simulação (Ex. Simultrain®).

Os estudantes desenvolvem trabalho individual durante a aplicação das matérias no estudo de casos teóricos e/ou reais previstos na lecionação teórico-prática e laboratorial, exigindo pesquisa de informação técnica em bases de dados científicas de referência, aplicação dos conhecimentos adquiridos em situações específicas, quer no desenvolvimento de trabalhos individual quer de grupo.

Os trabalhos de grupo serão desenvolvidos em abordagem por “projeto”, necessitando da utilização de competências de liderança, comunicação e negociação com apresentações em classe, permitindo que os alunos complementem e difundam conhecimentos adicionais; bem como, o desenvolvimento das suas competências de comunicação, liderança e trabalho em equipa. O relatório da equipa é entregue na forma de um “plano de gestão de um projeto ou na proposta de relatório de análise e acção sobre um projeto, como base para futuras participação académica ou profissional em projetos reais.

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

In this Curricular Unit UC teaching is directed to the introduction and exploitation of different project management frameworks, based on international and national practices and standards for and related to the project management field, including in a limited extension program and portfolio management. The training examples used an approach based on "case studies" covering various topics. Support materials include the use of different general and specific software (Examples: Visio Excel, MsProject, @Risk) as well as the projection of videos as well as game scenario simulations (Ex. Simultrain®). Students progresses within individual and workgroup efforts developing the training examples and during case study development, respectively.

These autonomous efforts require shared technical information, searches in scientific reference databases, lectured subjects adapted and applied to specific situations of the group work. The group works will be developed in a casebased approach which includes leadership, communication and negotiation skills usage and class work presentations.

This allows students to complement and spread additional knowledge, as well as the development of their communication skills, leadership and teamwork. The work team report is delivered in the form of a “project management plan or a project action report development, as groundwork for future writings to be developed in future academic or professional project participations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

CoEPM2 (2018). PM2 Project Management Methodology (Guide 3.0). Centre of Excellence in Project Management (CoEPM2)

PMI (2017). The standard for business analysis. Project Management Institute.

PMI (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (6th ed.). Project Management Institute.

IPMA (2018). Individual Competence Baseline (V4.0). International Project Management Association

PMI (2019). Benefits Realization Management: A practice guide. Project Management Institute

PMI (2019). The Standard for Risk Management in Portfolios, Programs, and Projects. Project Management Institute

PMI (2020). The Standard for Earned Value Management. Project Management Institute

IPMA (2018). Individual Competence Baseline (V4.0). International Project Management Association

Lewis, C. Chatfield, C. and Johnson, T. (2019). Microsoft Project 2019: Step by Step. Microsoft Press

National ISO Standards + Teachers Materials (Slides, Class Protocols, Excel Sheets)- Unpublished Materials

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 diversas unidades curriculares têm na sua larga maioria duas vertentes: uma vertente mais expositiva (aulas teóricas ou teórico-práticas) e uma outra vertente mais prática. Enquanto os conceitos fundamentais são apresentados nas aulas teóricas, as aulas práticas facultam aos estudantes conhecimentos “hands-on” que lhes permitem ganhar autoconfiança e competências técnicas que lhes permitirão um alto grau de autonomia no desenvolvimento da sua atividade profissional. As unidades curriculares estão organizadas de forma a fomentar nos estudantes o espírito de trabalho em grupo sendo uma preocupação estimular nos estudantes a capacidade de pesquisa e seleção de informação essenciais a qualquer profissional nesta área. Complementando a formação adquirida pelos estudantes nas UC de soft skills, diversas UC incluem na sua avaliação apresentações públicas e discussões de trabalhos que permitem aos estudantes o desenvolvimento das suas capacidades de comunicação.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The various curricular units mostly have two strands: a more expositive strand (theoretical or practical classes) and another more practical strand. While the fundamental concepts are presented in the lectures, practical classes give students hands-on knowledge that enables them to gain self-confidence and technical skills that will allow them a high degree of autonomy in the development of their professional activity. The curricular units are organized in such a way as to foster in students the spirit of group work. It is a concern to stimulate in students the research and selection of information capacity essential to any professional in this area. Complementing the training acquired by students in the soft skills UC, several UC include in their assessment public presentations and discussions of works that allow students to develop their communication skills.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em créditos ECTS:

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. Este conhecimento permite aos docentes responsáveis organizar as suas unidades curriculares por forma a que o trabalho exigido corresponda aos ECTS estimados. A verificação da consistência entre o valor estimado e o real é feita pela análise das respostas dadas pelos estudantes nos inquéritos. Nos casos em que se verificam discrepâncias significativas, a organização da unidade curricular, nomeadamente no que diz respeito aos trabalhos exigidos aos estudantes, é reformulada por forma a garantir a correspondência entre o valor estimado e o real.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS credits:

In the calculation of the effort associated with each curricular unit in terms of credit units (ECTS) it was considered that 1 credit unit corresponds to 28 student working hours, which include contact hours with teachers and autonomous working hours. This knowledge allows the responsible teachers to organize their course units so that the required work corresponds to the estimated ECTS. The consistency between the estimated and the real value is verified by analysing the answers given by the students in the surveys.

In cases where significant discrepancies occur, the organization of the curricular unit, namely with regard to the work required of the students, is reformulated to ensure the correspondence between the estimated and the actual value.

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 que contém a descrição de todas as unidades curriculares, com a informação relativa aos objetivos, bem como o funcionamento de cada unidade. Os elementos para avaliação da unidade curricular são igualmente disponibilizados, 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 da comissão pedagógica, que integra representantes dos estudantes. Nos casos em que sejam comunicados desajustes, os representantes dos estudantes comunicam esse facto ao Coordenador que promove uma reunião com o professor responsável por forma a resolver o problema relatado. A adequação da avaliação da aprendizagem aos objetivos das unidades curriculares é igualmente avaliada a posteriori, através das respostas aos inquéritos curriculares.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

FCT NOVA has an electronic platform that contains the description of all curricular units as well as the information regarding the objectives, and the operation of each unit. The elements for assessment of the course are also available, as well as the summaries of the classes taught. The scheduling of the evaluations as well as ensuring the adequacy of the evaluation to the objectives is also verified at the level of course coordination, namely through the pedagogical committee, which includes student representatives. In cases where maladjustments are reported, student representatives report this to the Coordinator who arranges a meeting with the responsible teacher in order to resolve the reported problem.

The appropriateness of learning assessment to the objectives of the curricular units is also assessed a posteriori through the responses to the curricular inquiries.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

A participação dos estudantes em atividades científicas é incentivada em todas as unidades curriculares deste ciclo de estudos. A bibliografia complementar das UC é normalmente constituída por artigos científicos que servem de base à elaboração de trabalhos de iniciação à investigação, muitas vezes escritos sob a forma de publicação científica. Os estudantes são igualmente convidados a assistir a palestras científicas que decorrem regularmente no DEEC, frequentemente proferidas por investigadores estrangeiros de visita ao Departamento. Finalmente, na elaboração das suas dissertações os melhores estudantes são integrados em projetos de investigação do DEEC e estimulados a escrever artigos para posterior submissão a conferências internacionais de referência. O elevado número de estudantes com publicações a nível de mestrado tem resultado na atribuição, pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, de um crescente número de bolsas de doutoramento.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

Students' participation in scientific activities is encouraged in all course units of this study programme. The complementary bibliography of UC is usually made up of scientific articles that serve as the basis for the initiation of research work, often written in the form of scientific publication. Students are also invited to attend regular scientific lectures held at DEEC, often by foreign researchers visiting the Department. Finally, in preparing their dissertations the best students are integrated into DEEC research projects and encouraged to write articles for later submission to international conferences. The large number of students with articles published at master level has resulted in the Foundation for Science and Technology awarding a growing number of PhD scholarships.

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-74/2006, na redação dada pelo

DL-65/2018:

O número total de créditos ECTS e a duração do ciclo de estudos está de acordo com o artigo 18.º de Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março. Em virtude da riqueza de subáreas científicas na área de Engenharia Eletrotécnica e Computadores, foi decidido implementar o máximo de ECTS e a duração máxima estipulada. Esta opção é aliás consentânea com as escolhas feitas quer a nível nacional, quer a nível internacional em cursos semelhantes. Esta intensidade e duração permitem que os estudantes adquiram as especializações descritas no parágrafo 3 do referido artigo. Acresce ainda a opção de existir uma unidade curricular de preparação de Dissertação para possibilitar uma profundidade acrescida na Dissertação e conseguir o requisito de escrita de um artigo científico se o estudante e o trabalho desenvolvido estiverem ao nível adequado.

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:

The total number of ECTS credits and the length of the study programme is in accordance with Article 18 of DecreeLaw 74/2006 of March 24. Due to the wealth of scientific subareas in the field of Electrical Engineering and Computers it was decided to implement the maximum ECTS and the maximum duration stipulated. This option is also in line with the choices made at both national and international level in similar courses. This intensity and duration allows students to acquire the specializations described in paragraph 3 of that article. In addition, there is the option of having a dissertation preparation course to allow for a greater depth in the dissertation and achieve the requirement of writing a scientific article if the student and the work developed are at the appropriate level.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Procurou-se utilizar ao máximo UC existentes no Departamento e na FCT com valor elevado de ECTS de forma a otimizar os recursos e não dispersar exageradamente o trabalho dos estudantes em UC com baixo ECTS. Como a FCT NOVA e as UC existentes no DEEC usam unidades de 6 ECTS, decidiu-se manter esse valor. Deste modo, não houve uma consulta explícita aos docentes sobre a metodologia do cálculo do número de ECTS das unidades curriculares que já existiam. Nas UC criadas especificamente para este mestrado foram consultados os docentes responsáveis pelas UC criadas.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

In the design of the course, it was decided to use as most as possible existing UCs already being offered in the department with high ECTS value in order to optimise resources and do not disperse the work of students in UCs with low ECTS value. As FCT NOVA and the existing UCs in DEEC mostly use 6 ECTS units, it was decided to maintain this value. Thus, there was no explicit interaction with the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS of the curricular units that already existed. In the UCs created specifically for this master's degree, the professors responsible for the UCs created were consulted.

4.7. Observações

4.7. Observações:

n/a

4.7. Observations:

n/a

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.

*José António Barata de Oliveira
Luís Manuel Camarinha de Matos*

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 / Vínculo/ Link Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo /	Informação/ Information
-------------	----------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------------	-------------------	-------------------------

					Employment regime		
Alexandra Maria Batista Ramos Tenera	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Industrial	100	Ficha submetida	
Ana Inês da Silva Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida	
André Dionísio Bettencourt da Silva Parreira Rocha	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Outro	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida	
André Teixeira Bento Damas Mora	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida	
Anikó Katalin Horváth da Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica / Sistemas Digitais	100	Ficha submetida	
António Carlos Bárbara Grilo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Gestão Industrial - Comércio Eletrónico	100	Ficha submetida	
Fernando José Almeida Vieira do Coito	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica e Computadores	100	Ficha submetida	
Filipe de Carvalho Moutinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida	
João Almeida das Rosas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida	
João Paulo Branquinho Pimentão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida	
José António Barata de Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida	
José Manuel Matos Ribeiro da Fonseca	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida	
Luis Filipe dos Santos Gomes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida	
Luis Filipe Lourenço Bernardo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida	
Luís Manuel Camarinha de Matos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Informática	100	Ficha submetida	
Paula Cristina Gonçalves Dias Urze	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Sociologia Económica e das Organizações	100	Ficha submetida	
Paulo José Carrilho de Sousa Gil	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida	
Pedro Alexandre da Costa Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrónica, especialidade de Sistemas e Informação Industriais	100	Ficha submetida	
Pedro Miguel Figueiredo Amaral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida	
Ricardo Alexandre	Professor Auxiliar	Doutor	Outro	Alterações Climáticas e Políticas de	75	Ficha submetida	

Fernandes da Silva Peres	convidado ou equivalente			Desenvolvimento Sustentável		
Ricardo Luis Rosa Jardim Goncalves	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Sistemas de Informação Industriais/Eng. Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Stanimir Stoyanov Valtchev	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
					2175	

<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.

22

5.4.1.2. Número total de ETI.

21.75

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos integrados na carreira docente ou de investigação (art.º 3 DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018).* / "Career teaching staff" – teachers of the study programme integrated in the teaching or research career.*

Vínculo com a IES / Link with HEI	% em relação ao total de ETI / % of the total of FTE	
Docente de Carreira (Art. 3º, alínea k) do DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)	91.954022988506	100
Outro	8.0459770114943	100

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):	21.75	100

5.4.4. Corpo docente especializado

5.4.4. Corpo docente especializado / Specialised teaching staff.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Doutorados especializados na(s) área(s) fundamental(is) do CE (% total ETI) / PhDs specialised in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	18.75	86.206896551724
Não doutorados, especializados nas áreas fundamentais do CE (% total ETI) / Staff specialised in the fundamental areas of the study programme not holding PhDs in these areas (% total FTE)	0	0
Não doutorados na(s) área(s) fundamental(is) do CE, com Título de Especialista (DL 206/2009) nesta(s) área(s) (% total ETI) / Specialists not holding a PhD, but with a Specialist Title (DL 206/2009) in the fundamental area(s) of the study programme (% total FTE)	0	0
% do corpo docente especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% total ETI)		86.206896551724
% do corpo docente doutorado especializado na(s) área(s) fundamental(is) (% docentes especializados)		100

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018)

5.4.5. Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados (art.º 29.º DL-74/2006, na redação fixada pelo DL-65/2018) / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers (article 29, DL no. 74/2006, as written in the DL no. 65/2018)

Descrição	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Corpo Docente integrado em Unidades de Investigação da Instituição, suas subsidiárias ou polos nela integrados / Teaching Staff integrated in Research Units of the Institution, its subsidiaries or integrated centers	18.75	86.206896551724

5.4.6. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.6. 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 de carreira com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Career teaching staff of the study programme with a link to the institution for over 3 years	21	96.551724137931 21.75
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 21.75

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.

Universidade NOVA de Lisboa:

A avaliação de desempenho dos docentes é realizada a partir de um sistema de avaliação que tem como finalidade a avaliação daqueles em função do mérito e a melhoria da Qualidade da atividade prestada, em conformidade com os Estatutos da NOVA. Este sistema encontra-se regulamentado pelo Regulamento de Avaliação do Desempenho dos Docentes e Alteração do Posicionamento Remuneratório da NOVA e por regulamentação própria da UO. Com base nos resultados dos processos de avaliação, é elaborado um diagnóstico de necessidades de formação, contribuindo para o desenvolvimento profissional dos docentes.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

Universidade NOVA de Lisboa:

The assessment of the teaching staff performance is carried out through an evaluation system whose purpose is to evaluate them according to their merit and improve the Quality of the activity provided, according to the Statutes of NOVA. The Regulation regulates this system for Teachers' Performance Evaluation and Change of Remuneratory Positioning of NOVA and specific regulations of the OU. Based on the results of the evaluation processes, a diagnosis of training needs is prepared, contributing to the teachers' professional development.

5.6. Observações:

n/a

5.6. Observations:

n/a

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

O ciclo de estudos conta com o apoio de quatro funcionários não docentes:

1 - Ana Cristina Silva - Técnica de Informática Adjunta

2 - Paula Simão - Assistente Técnica Administrativa

3 - Hugo Oliveira - Assistente Operacional

A Ana Cristina Silva coordena atualmente os serviços de apoio administrativo e toda a parte contabilística de suporte ao DEE (efetua a interface com a divisão de contabilidade da FCT NOVA). A Paula Simão dá apoio administrativo maioritariamente na fase de conclusão dos cursos (teses de Mestrado e de Doutoramento). Finalmente o Hugo Oliveira trata, fundamentalmente, da manutenção de todos os equipamentos informáticos nos diversos laboratórios do DEEC.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The study cycle is supported by four non-teaching staff:

1 - Ana Cristina Silva - Assistant Computer Technician

2 - Paula Simão - Administrative Technical Assistant

3 - Hugo Oliveira - Operational Assistant

Ana Cristina Silva currently coordinates the administrative support services and all accounting support for DEEC (interfaces with the accounting division of FCT NOVA). Paula Simão provides administrative support mostly in the course completion phase (Master's and PhD thesis). Finally, Hugo Oliveira deals mainly with the maintenance of all computer equipment in the various DEEC laboratories.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Todo o pessoal não docente de apoio à lecionação tem o 12.º Ano de escolaridade.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

All the non-academic staff supporting the study programme has the 12th Year (end of the high school).

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

Universidade NOVA de Lisboa:

A avaliação de desempenho dos colaboradores em regime de direito público segue o acima exposto.

Para os colaboradores com contratos de direito privado está definida no Regulamento de Avaliação do Desempenho de Trabalhadores Não Docentes e Não Investigadores em Regime de Contrato de Trabalho e dos Titulares dos Cargos de Direção Intermédia ao abrigo do Código do Trabalho da NOVA (Reg. n.º 694/2020, 21/08).

Com base nos resultados dos processos de avaliação, é elaborado um diagnóstico de necessidades de formação, contribuindo para o desenvolvimento profissional.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Universidade NOVA de Lisboa:

The performance assessment of employees under public law follows the above.

It is defined in the Reg. for employees with private law contracts for the Performance Evaluation of Non-Teaching and Non-Researchers Employees under Employment Contract and of Holders of Intermediate Management Positions under the NOVA Labour Code (Reg. no. 694/2020, 21/08).

Based on the results of the evaluation processes, a diagnosis of the training needs is prepared, contributing to the professional development.

7. Instalações e equipamentos**7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):**

As aulas teóricas são efetuadas em salas da FCT NOVA atribuídas pelos serviços de planeamento estando disponíveis os seguintes laboratórios dedicados (indica-se em cada um o número de estações de trabalho):

Máquinas Elétricas-8, Instrumentação e Medidas Elétricas-5, Alta-tensão-2, Desenho Assistido por Computador-13, Investigação em Máquinas Elétricas-5, Investigação em Eletrónica-5, Eletrónica das Telecomunicações-8, Projetos em Eletrónica-5, CAD para Eletrónica-8, Sistemas Digitais-12, Sistemas Digitais e Percecionais-12, Microprocessadores-11, Investigação em Sistemas Digitais e Percecionais-9, Modelação de Dados em Engenharia-9, Robótica-7, Investigação Robótica-5, Teoria de Sistemas-8, Controlo-9, Automação-9, Sistemas de Decisão-6, Comunicações-10, Telecomunicações-10, Telecomunicações/Eletrónica-10, Célula Flexível Manufatura-1, Sistemas de Tempo Real-9, Eletrónica Básica-9, Microprocessadores-12.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

Theoretical classes are held on FCT NOVA classrooms managed by the planning services. The following laboratories for practical classes are available (the number of workstations is indicated):

Electrical Machines-8, Instrumentation and Measurements-5, High-Voltage Laboratory-2, Computer Aided Design-13, Research in Electrical Machines-5, Laboratory of Advanced Research in Electronics-5, Laboratory of Electronic for Telecommunications-8, Microelectronics Design-5, Laboratory for Design in Electronics-8, Digital Systems-12, Digital and Perceptual Systems-12, Microprocessors-11, Research in Digital and Perceptual Systems-9, Data Modeling-9, Robotics-7, Research in Robotics-5, Systems Theory-8, Control-9, Automation-9, Control and Decision Systems-6, Communications-10, Telecommunications-10, Electronics for Telecommunications-10, Flexible Factory Cell-1, Real Time Systems-9, Basic Electronics-9, Microprocessors-12.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Os laboratórios estão dotados de PC em n.º suficiente para os seus utilizadores.

Equipamentos específicos:

Robótica – robôs: 5 de 5 eixos, 8 móveis, 1 SCARA SONY; 1 sistema de comutação de garras SCHUNK, 1 feeder, 2 robôs, 2 sist.garras, 1 Armazém automático, 1 Célula FESTO-Node, 2 car-wash kits, 1 conveyor, 2 warehouse kits, 2 process cell kits, 3 PLCs

Controle - Processos escala laboratorial, Controladores industriais, PLCs, Componentes discretos para automação Eletrónica-Componentes eletrónicos, Kits de aprendizagem PAM, PCM, FM, PM

Telecomunicações—kits de experiências em: microondas, antenas e fibra ótica, módulos SDR USRP B100, Routers, Switches OpenFlow, Controladores SDN

Sistemas Digitais - Sistemas de desenvolvimento 8031, Switch 3COM

Energia-Transformadores 100kV, condensadores, resistências e díodos de alta tensão, módulos fotovoltaicos, simulador solar, quadros elétricos inteligentes, variadores de velocidade

Software-Prolog, ORACLE DB, GNU Radio e Java, entre outros.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

All laboratories are equipped with enough PCs for their users.

In addition, several specific equipment are available:

Robotics - Robots: 5 5-axis, 8 mobile, 1 SCARA SONY; 1 SCHUNK grapple switching system, 1 feeder, 2 robots, 2 grapple systems, 1 Automated warehouse, 1 FESTO-Node Cell, 2 car-wash kits, 1 conveyor, 2 warehouse kits, 2 process cell kits, 3 PLCs

Control - Laboratory Scale Processes, Industrial Controllers, PLCs, Discrete Automation Components

Electronics - Electronic Components, PAM, PCM, FM, PM Learning Kits, 1 SUN Ultra 60 Station

Telecommunications - Experiment Kits on: Microwave, Antennas & Fiber Optics, USRP B100 SDR modules, Routers, OpenFlow Switches, SDN controlers

Digital Systems - 8031 Development Systems, Switch 3COM

Energy - 100kV Transformers, capacitors, resistors and highvoltage diodes, PV modules, solar simulator, smart electrical switch boards, variable speed drives

Software - Prolog, ORACLE DB, Octave, GNU Radio and Java, among others.

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

Pergunta 8.1. a 8.4.

8.1. Unidade(s) de investigação, no ramo de conhecimento ou especialidade do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica.

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/research-centers/formId/aa94f284-1881-7266-1bae-613b1a263de2>

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/aa94f284-1881-7266-1bae-613b1a263de2>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<https://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/aa94f284-1881-7266-1bae-613b1a263de2>

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.

As parcerias internacionais têm sido substanciadas através de acordos bilaterais de cooperação que a NOVA tem celebrado com universidades estrangeiras e acordos de mobilidade do programa Erasmus com:

- *Cologne U. of Applied Sciences, Fachhochschule Schmalkalden, Technische U. Ilmenau, Alemanha*
- *U. de Mons, Bélgica*
- *"Nikola Vaptsarov" Naval Academy, Burgas Free U., Burgas Prof. Dr. Asen Zlatarov U., National Defence College "G.S.*
- *Rakovski", Sofia U. Saint Kliment Ohridski, Tech. U. of Sofia, Todor Kableshkov Higher School of Transport, Bulgária*
- *U. de La Laguna, U. de Salamanca, U. de Vigo, U. de Coruña, U. Politécnica de Madrid, U. Politécnica de Catalunya, Espanha*
- *Tampereen Teknillinen Yliopisto, Finlândia*
- *U. Claude Bernard Lyon 1, França*
- *Technical U. of Crete, U. of the Aegean, Grécia*
- *Technische U. Delft (EEMCS), Holanda*
- *Óbuda U., Hungria*
- *Institute of Technology Tallaght, Irlanda*
- *U. degli Studi di Catania, U. degli Studi di Firenze, U. degli Studi di Palermo, U. degli Studi di Perugia, Itália*
- *AGH U. Science Technology, Politechnika Poznanska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wroclawska, U. Zielonogórski, Polónia*
- *1 Decembrie 1918 U. of Alba Iulia, Stefan Cel Mare U. of Suceava, U. "Alexandru Ioan Cuza" Iasi, U. Politehnica din Bucuresti,*
- *U. Tehnica din Cluj-Napoca, U. Transilvania din Brasov, Roménia*
- *Bulent Ecevit U., Çankaya U., Gazi U., Hacettepe U., Istanbul Gelisim U., Istanbul Medipol U., Turquia*

Os docentes do DEEC são responsáveis e/ou integram as equipas de um grande número de projetos de investigação

nacionais e internacionais entre os quais (apresentam-se apenas as siglas do projetos em execução à data de Junho de 2021):

DiManD, InnovPlanProtect, SFCoLAB, AlmaScience, HERIT-DATA, CESME, tLOSS, YAMMI, PhotoAKI, FUELMON, IPSTERS, INTMOB, TRIZIN GO, AMBIOSENSING, BOOST 4.0, ARIBOS, SUDOKET, FIRST, aSiPhoto, Nano-TFT, LAN4CC, UVAZN GO, MPBIO GO, Storage4Grid, PERCAL GO, INSTAGRI, RICESE GO, Big Data Ocean, Secret Paper, LoCAPOD, PPGDIODE, EmGraph, SMART_VEDA, CareLink, Climate-Kic Hub Portugal, HAMLt, IRACON, GOOD MAN, ViMM, vfOS, Nanoguard2ar, AutoCarInsp, AVERT, Spike Computing, DynaTurnTake, SHCity, ARCON-ACM, I2MHB, Uterine Explorer, SigmaRail, ACACIA, Open MOS, PERFORM, PROTEUS, BEinCPPS, OPTIMUM, DIVERSITY, LUDI, TU1403, Annex67.

São exemplos de projetos de investigação já terminados:

SoIWin, EXOWAVE, MANASE, VLC-MIMO, ESASOC, NobelGrid, C2Net, GAVIDAV, AQUASMART, GEAF, ILUV, IVELA, Design4Energy, Arrowhead, ProSEco, ROBO-PARTNER, ProaSense, MONDO, OSMOSE, DISRUPTIVE, MobiS, PRIME, Petri-Rig, FitMan, Geria, SADAC, RobotSampler, DAAMI, WDM, SHBuildings, ECHORD / RIVERWATCH, POVERE, RobotSampler, GloNet, AAL4ALL, Imagine, MSEE, EAR-IT, E-CEO, FUSION, LIFESAVER, OBIOS, MARx, LTE-Advanced, EUCOG, PROFLEX, ALTERNATIVA, IDEAS, ADCOD, Deri, UNITE

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.

International partnerships have been substantiated through bilateral cooperation agreements that UNL has entered into with foreign universities and Erasmus mobility agreements with:

- *Cologne U. of Applied Sciences, Fachhochschule Schmalkalden, Technische U. Ilmenau, Alemanha*
- *U. de Mons, Bélgica*
- *"Nikola Vaptsarov" Naval Academy, Burgas Free U., Burgas Prof. Dr. Asen Zlatarov U., National Defence College "G.S.*
- *Rakovski", Sofia U. Saint Kliment Ohridski, Tech. U. of Sofia, Todor Kableshkov Higher School of Transport, Bulgária*
- *U. de La Laguna, U. de Salamanca, U. de Vigo, U. de Coruña, U. Politécnica de Madrid, U. Politécnica de Catalunya, Espanha*
- *Tampereen Teknillinen Yliopisto, Finlândia*
- *U. Claude Bernard Lyon 1, França*
- *Technical U. of Crete, U. of the Aegean, Grécia*
- *Technische U. Delft (EEMCS), Holanda*
- *Óbuda U., Hungria*
- *Institute of Technology Tallaght, Irlanda*
- *U. degli Studi di Catania, U. degli Studi di Firenze, U. degli Studi di Palermo, U. degli Studi di Perugia, Itália*
- *AGH U. Science Technology, Politechnika Poznanska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wroclawska, U. Zielonogórski, Polónia*
- *1 Decembrie 1918 U. of Alba Iulia, Stefan Cel Mare U. of Suceava, U. "Alexandru Ioan Cuza" Iasi, U. Politehnica din Bucuresti,*
- *U. Tehnica din Cluj-Napoca, U. Transilvania din Brasov, Roménia*
- *Bulent Ecevit U., Çankaya U., Gazi U., Hacettepe U., Istanbul Gelisim U., Istanbul Medipol U., Turquia*

DEEC faculty are responsible for and/or part of the teams of a large number of national and international research projects, including (only the abbreviations of the projects running as of June 2021):

SOLSTICE, DiManD, InnovPlanProtect, SFCoLAB, AlmaScience, HERIT-DATA, CESME, tLOSS, YAMMI, PhotoAKI, FUELMON, IPSTERS, INTMOB, TRIZIN GO, AMBIOSENSING, BOOST 4.0, ARIBOS, SUDOKET, FIRST, aSiPhoto, Nano-TFT, LAN4CC, UVAZN GO, MPBIO GO, Storage4Grid, PERCAL GO, INSTAGRI, RICESE GO, Big Data Ocean, Secret Paper, LoCAPOD, PPGDIODE, EmGraph, SMART_VEDA, CareLink, Climate-Kic Hub Portugal, HAMLt, IRACON, GOOD MAN, ViMM, vfOS, Nanoguard2ar, AutoCarInsp, AVERT, Spike Computing, DynaTurnTake, SHCity, ARCON-ACM, I2MHB, Uterine Explorer, SigmaRail, ACACIA, Open MOS, PERFORM, PROTEUS, BEinCPPS, OPTIMUM, DIVERSITY, LUDI, TU1403, Annex67.

Examples of completed research projects are:

SoIWin, EXOWAVE, MANASE, VLC-MIMO, ESASOC, NobelGrid, C2Net, GAVIDAV, AQUASMART, GEAF, ILUV, IVELA, Design4Energy, Arrowhead, ProSEco, ROBO-PARTNER, ProaSense, MONDO, OSMOSE, DISRUPTIVE, MobiS, PRIME, Petri-Rig, FitMan, Geria, SADAC, RobotSampler, DAAMI, WDM, SHBuildings, ECHORD / RIVERWATCH, POVERE, RobotSampler, GloNet, AAL4ALL, Imagine, MSEE, EAR-IT, E-CEO, FUSION, LIFESAVER, OBIOS, MARx, LTE-Advanced, EUCOG, PROFLEX, ALTERNATIVA, IDEAS, ADCOD, Deri, UNITE

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:

Não existem atualmente ciclos de estudos similares ao MeRSIM em funcionamento em Portugal, com exceção do Mestrado em Robótica e Sistemas Inteligentes da UA que começou recentemente e não existem ainda dados de empregabilidade.

Tradicionalmente, a empregabilidade em cursos de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores aproxima-se dos 100%. De acordo com a informação atual em <http://infocursos.mec.pt>, o número de desempregados, nesta área, é de 5.5 de entre 243 diplomados no período 2015-2018, o que representa uma percentagem de desemprego de 2,2%. Note-

se que esta estatística se refere a estudantes que completaram o Mestrado Integrado. No caso do Mestrado como segundo ciclo separado da Licenciatura é de esperar que a situação seja similar (senão superior) especialmente tendo em conta que a facilidade de encontrar emprego. Uma ameaça concreta que tem sido combatida é o assédio das empresas aos estudantes finalistas atrasando-lhes a finalização do ciclo de estudos.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

There are currently no cycles of studies similar to MeRSIM in operation in Portugal, with the exception of the Master's degree in Robotics and Intelligent Systems from the UA that has recently begun and there are no employability data yet.

Traditionally, employability in Electrical and Computer Engineering courses has approached 100%. According to the current information on <http://infocursos.mec.pt>, the number of unemployed in this area is 5.5 out of 243 graduates in the 2015-2018 period, which represents an unemployment rate of 2.2%. Note that this statistic refers to students who have completed the Integrated Master. In the case of the Master as a second study programme separate from the Degree, the situation is expected to be similar (if not superior) especially given that the ease of finding a job is so large that a significant number of students do not finish the Master because they have found an occupation before the end of their studies.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

O ciclo de estudos de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores teve e tem tido uma grande capacidade de atração de estudantes como o prova o total preenchimento das vagas na primeira fase de concurso nacional. Acresce que a taxa de estudantes que escolhem seguir o segundo ciclo noutra instituição (nacional ou estrangeira) é muito reduzida, devido ao excelente relacionamento entre docentes e estudantes, à qualidade do ensino e à motivação para iniciar uma formação avançada integrados num departamento com docentes altamente motivados para o desenvolvimento de atividade científica, devidamente consubstanciada pela integração em projetos nacionais e internacionais e elevada produção científica.

Além disso, o MeRSIM atrairá licenciados de Eng. Informática, Eng. Eletrotécnica, Eng. Mecânica e afins, e mestres ou profissionais com necessidade de renovar os seus conhecimentos, o que aumenta o número possível de candidatos.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

The Integrated Master Course had and has had a great capacity for attracting students, as evidenced by the full filling of vacancies in the first phase of the national competition. In addition, the rate of students choosing to pursue a second cycle at another institution (national or foreign) is very low due to the excellent relationship between teachers and students, the quality of teaching and the motivation to start advanced training integrated in a department with highly qualified teachers, motivated for the development of scientific activity, duly substantiated by the integration in national and international projects and high scientific production.

In addition, MeRSIM will attract graduates of Computer Engineering, Electrical Engineering, Mechanical And Related Engineering, and masters or professionals in need of renewing their knowledge, which increases the possible number of candidates.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

As parcerias com outras instituições da região de Lisboa que lecionam ciclos de estudos similares estão baseadas essencialmente em colaborações e não tanto na implementação de graus conjuntos ou outras iniciativas mais formais. A colaboração com outras instituições decorre da participação em projetos de investigação conjuntos, orientação conjunta de estudantes, da participação em júris académicos e organização de eventos nacionais e internacionais. Existem colaborações com as principais instituições da região de Lisboa e não só, incluindo o IST/UL, o ISCTE-IUL, o ISEL e o IPS. Esta colaboração é facilitada pela participação em centro de investigação que incluem membros de várias instituições.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

Partnerships with other institutions in the Lisbon region that teach similar study programmes are essentially based on collaborations rather than on implementing joint degrees or other more formal initiatives. Collaboration with other institutions stems from participation in joint research projects, joint student co-orientation, participation in academic juries and organization of national and international events. There are collaborations with major institutions in the Lisbon region and beyond, including IST/UL, ISCTE-IUL, ISEL and IPS. This collaboration is facilitated by participation in research centres that include members from various institutions.

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:

Os mestrados mais semelhantes ao MeRSIM são o mestrado em “Automation Engineering – Factory Automation and Robotics” e o “Information Technology – Robotics and AI”, da UTampere. Existem muitos mestrados a tratar especificamente de automação, cobrindo alguns aspetos da manufatura inteligente e vários sobre robótica e sistemas autónomos.

Sobre automação podem-se considerar os “Intelligent Automation”, Skovde, “Automation Engineering”, Bologna, IT, “Industrial Automation” e “Artificial Intelligence and Automation Engineering”, Pavia, “Automation and Electrical Engineering”, Espoo.

Sobre Robótica existem vários como o “Intelligent Systems and Robotics”, Montfort University, “System, Control, and Robotics”, KTK, SE, “Robotic, Autonomous and Intelligent Systems”, Strathclyde, e o “Robotics, Cognition and Intelligence”, TUMunich.

O MeRSIM apresenta-se muito competitivo pelo fato de juntar as áreas dos sistemas robóticos autónomos com uma visão de manufatura inteligente e colaborativa.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The most similar masters to MeRSIM are the Master's degree in "Automation Engineering – Factory Automation and Robotics" and the "Information Technology – Robotics and AI", by Tampere. There are many master's degrees dealing specifically with automation, covering some aspects of intelligent manufacturing and various aspects of robotics and autonomous systems.

About automation one can consider the "Intelligent Automation", Skovde, SE, "Automation Engineering", Bologna, IT, "Industrial Automation", and "AI and Automation Engineering", Pavia, "Automation and Electrical Engineering", Espoo. About Robotics there are several such as "Intelligent Systems and Robotics", Montfort University, "System, Control, and Robotics", KTK, "Robotic, Autonomous and Intelligent Systems", Strathclyde, and "Robotics, Cognition and Intelligence", TUMunich.

The MeRSIM is very competitive because it joins the areas of autonomous robotic systems with an intelligent and collaborative manufacturing vision.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os objetivos de aprendizagem estão completamente alinhados com outros ciclos de estudos análogos. Este alinhamento é facilitado pela existência do acordo de Bolonha e a sua aceitação pelas instituições do espaço Europeu. Os descritores de Dublin são seguidos pelas várias instituições, tornando a aprendizagem dos estudantes bastante semelhante. O sucesso do aproveitamento dos nossos estudantes nas suas deslocações de Erasmus e a boa adaptação dos estudantes estrangeiros que nos visitam também em Erasmus provam a existência de um alinhamento muito significativo.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Learning objectives are fully aligned with other similar study programmes. This alignment is facilitated by the existence of the Bologna agreement and its acceptance by the institutions of the European area. Dublin descriptors are followed by various institutions making student learning quite similar. The successful completion of our students curricular units in their Erasmus host institutions as well as the good adaptation of incoming foreign students under the Erasmus program, prove the existence of a very significant alignment.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- *Docentes com registo de publicações superior à média nacional e com envolvimento num elevado número de projetos de investigação nacionais e internacionais permitindo a integração de estudantes em projetos de I&D.*
- *A NOVA é reconhecida a nível europeu como estando na vanguarda da implementação dos sistemas inteligentes de manufatura (indústria 4.0), tendo contribuído para aspetos muito importantes nesta área. Vários projetos de investigação fundamental e de inovação na área da robótica autónoma, redes colaborativas e da intralogística tornam-na conhecida a nível nacional e europeu.*
- *Bom relacionamento entre docentes e estudantes.*
- *Proximidade de centros de investigação e da "incubadora de empresas" Madan Parque, permitindo a inclusão de parcerias/contactos técnico/científicos em espaços próprios e perto do corpo docente.*
- *Reconhecimento por empresas da qualidade da formação da FCT-NOVA.*
- *Parcerias privilegiadas com a indústria da Península de Setúbal, zona oeste e tecido industrial de Leiria.*
- *Forte ligação institucional com universidades e empresas de países fortemente industrializados como Espanha, Itália, França e Suécia.*

12.1. Strengths:

- *Professors with publications records higher than the national average and with involvement in a large number of national and international research projects allowing the integration of students in R&D projects.*
- *NOVA is recognised at European level as being at the forefront of the implementation of intelligent manufacturing systems (industry 4.0), having contributed to very important aspects in this area. Several fundamental research and innovation projects in the field of autonomous robotics, and collaborative and intra-logistics networks make it known at national and European level.*
- *Good relationship between teaching staff and students.*
- *Proximity of research centers and the "business incubator" Madan Parque, allowing the inclusion of partnerships / technical / scientific contacts in their own spaces and close to the faculty.*
- *Recognition of the fct-nova training quality by companies.*
- *Privileged partnerships with the industry of the Setúbal Peninsula, west zone, and industrial fabric of Leiria.*

- *Strong institutional connection with universities and companies from heavily industrialized countries such as Spain, Italy, France and Sweden.*

12.2. Pontos fracos:

- *Dificuldade de contratação de novos professores.*
- *Dificuldade de aquisição de material laboratorial novo.*
- *Alguns constrangimentos na manutenção, quer dos edifícios quer na reparação de material laboratorial.*
- *Alguma limitação de espaços para estudo e realização de trabalhos de grupo.*

12.2. Weaknesses:

- *Difficulty in hiring new teaching staff.*
- *Difficulty in acquiring new laboratory material.*
- *Some constraints on the maintenance of both buildings and laboratory equipment repair.*
- *Some limitation of spaces for study and group work.*

12.3. Oportunidades:

- *A implementação do “Perfil Curricular FCT”, focado em competências transversais, permite enriquecer a formação dos estudantes com competências complementares bem como a formação em empreendedorismo, potenciando a “marca FCT” no ensino de Ciências e Engenharia, enquanto elemento diferenciador para a procura do ciclo de estudos.*
- *A estratégia europeia e nacional na indústria 4.0 e na digitalização.*
- *A boa relação dos docentes com a indústria que poderá vir a angariar apoios financeiros e tecnológicos para o ciclo de estudos.*
- *A existência de um grande número de colaborações com outras instituições de ensino nacionais e estrangeiras que poderá trazer para a FCT-NOVA um significativo número de estudantes de Erasmus.*
- *A possibilidade de internacionalização do curso tirando partido das múltiplas colaborações internacionais dos seus docentes e do esforço da NOVA em atrair estudantes de novos mercados.*
- *Possibilidade de permanente atualização dos conteúdos das diversas UC pela participação dos docentes em projetos nacionais e internacionais de investigação avançada.*

12.3. Opportunities:

- *The implementation of the "FCT Curriculum Profile", focused on transversal skills, allows enriching the training of students with complementary competencies as well as training in entrepreneurship, enhancing the "FCT brand" in science and engineering teaching, as a differentiating element for the search for the cycle of studies.*
- *The European and national strategy in industry 4.0 and digitisation.*
- *The good relationship of professors with the industry that may attract financial and technological support for the cycle of studies.*
- *The existence of a large number of collaborations with other national and foreign educational institutions that could bring to FCT-NOVA a significant number of Erasmus students.*
- *The possibility of internationalization of the course taking advantage of the multiple international collaborations of its teachers and nova's effort to attract students from new markets.*
- *Possibility of permanent updating of the contents of the various UC by the participation of teachers in national and international projects of advanced research.*

12.4. Constrangimentos:

- *Dificuldade de transporte (público) a partir de determinadas regiões e em determinados horários.*
- *Residência universitária de capacidade insuficiente face à procura, nomeadamente por parte de estudantes Erasmus e estudantes de regiões mais afastadas (embora anúncios recentes de várias iniciativas neste sector permitam antever uma melhoria de condições no futuro).*
- *Forte atração para segundos ciclos no centro da Europa, agravada pelo elevado custo das propinas em Portugal comparativamente a países como França, Alemanha e Bélgica.*

12.4. Threats:

- *Difficulty in transport (public) from certain regions and at certain times.*
- *University residence of insufficient capacity in the face of demand, notably from Erasmus students and students from more remote regions (although recent announcements of various initiatives in this sector will allow for an improvement in conditions in the future).*
- *Strong attraction for second cycles in central Europe, aggravated by the high cost of tuition fees in Portugal compared to countries such as France, Germany and Belgium.*

12.5. Conclusões:

O balanço entre pontos fortes e oportunidades, por um lado, e pontos fracos e constrangimentos, pelo outro, é claramente favorável ao lançamento do MeRSIM. Na verdade, não é fácil, neste momento, identificar pontos fracos relevantes, aos quais seja impossível reagir. No que respeita a constrangimentos, julgamos serem gerais e poderem ser colmatados no futuro, como a questão da falta de capacidade da residência, cuja solução faz parte da estratégia futura da Reitoria. A questão da forte atração para segundos ciclos no centro da Europa terá de ser resolvida pela aposta na qualidade do MeRSIM que fixará os estudantes nacionais e atrairá os estrangeiros. A criação do MeRSIM cobre duas áreas de formação, a Robótica e os Sistemas Inteligentes de Manufatura, para as quais não existe atualmente em Portugal oferta a nível de mestrado, enquanto existe uma cada vez maior procura a

nível europeu e nacional deste tipo de formação.

A criação deste curso faz assim todo o sentido dada a relevante atividade de investigação e divulgação por parte dos docentes e investigadores da NOVA nas áreas da Robótica, Sistemas Inteligentes e Distribuídos de Manufatura e Redes Colaborativas, que é reconhecida a nível nacional e internacional. O número de projetos nacionais e internacionais do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e Computadores ao nível dos sistemas inteligentes e distribuídos de manufatura bem como de robótica autónoma garante o conhecimento e experiência necessárias para garantir a capacitação avançada nesta área. Assim, este mestrado irá intensificar as relações de investigação, desenvolvimento e transferência de conhecimento e tecnologia com as empresas e outras entidades e contribuir para a promoção de iniciativas de divulgação da ciência, que também são objetivos do projeto da NOVA.

A FCT NOVA tem como objetivo afirmar-se como uma “research university” e o DEEC pretende para tal contribuir mantendo ou mesmo aumentado os seus índices de produção científica, quer em quantidade quer em qualidade, sem nunca descurar o ensino, não só pela adoção das melhores práticas pedagógicas como pela constante integração no ensino dos conhecimentos adquiridos pelos seus docentes na atividade de investigação. Esses índices refletem-se, com grande impacto, diretamente em praticamente todas as UC deste 2.º ciclo de estudos.

A qualidade da FCT-NOVA e, em particular, do DEEC na área da Robótica e Sistemas Inteligentes de Manufatura, demonstradas através da qualidade científica das suas publicações, projetos nacionais e internacionais de investigação e da forte colaboração com a indústria, bem como a forte necessidade de especialistas na área da robótica e sistemas inteligentes de manufatura (Indústria 4.0) provam a necessidade e viabilidade do MeRSIM. Estes futuros profissionais são fundamentais para o desenvolvimento e implementação da estratégia europeia para a digitalização e indústria 4.0.

12.5. Conclusions:

The balance between strengths and opportunities, on the one hand, and weaknesses and constraints, on the other, is clearly favorable to the launch of MeRSIM. In fact, it is not easy at this time to identify relevant weaknesses, to which it is impossible to react. In regard to constraints, we believe that they are general and can be addressed in the future, such as the issue of the lack of capacity of the residence, whose solution is part of the future strategy of the rectory. The issue of strong attraction for second cycles in central Europe will have to be resolved by the bet on the quality of MeRSIM that will fix national students and attract foreigners. The creation of MeRSIM covers two areas of training, Robotics and Intelligent Manufacturing Systems, for which there is currently no offer in Portugal at master's level, while there is an increasing demand at European and national level of this type of training.

The creation of this course thus makes perfect sense given the relevant research and dissemination activity by NOVA professors and researchers in the fields of Robotics, Intelligent and Distributed Systems of Manufacturing and Collaborative Networks, which is recognized nationally and internationally. The number of national and international projects of the Department of Electrotechnical Engineering and Computers at the level of intelligent and distributed manufacturing systems as well as autonomous robotics ensures the knowledge and experience necessary to ensure advanced training in this area. Thus, this master's degree will intensify the relations of research, development and transfer of knowledge and technology with companies and other entities and contribute to the promotion of initiatives to disseminate science, which are also objectives of the NOVA project.

FCT NOVA aims to assert itself as a "research university" and DEEC intends to contribute to this, maintaining or even increasing its rates of scientific production, both in quantity and quality, without ever neglecting teaching, not only by the adoption of best pedagogical practices but also by constantly integrating the lessons and experience acquired in the research activity in the teaching. These indexes are reflected, with great impact, directly in virtually all The UCs of this 2nd cycle of studies.

The quality of FCT-NOVA and, the DEEC in particular, in the field of Robotics and Intelligent Manufacturing Systems, demonstrated through the scientific quality of its publications, national and international research projects, strong collaboration with industry, as well as the high demand for experts in robotics and intelligent manufacturing systems (Industry 4.0) prove the need and viability of MeRSIM. These future professionals are key to the development and implementation of the European strategy for digitisation and industry 4.0.