

# PERA/1516/0900682 — Apresentação do pedido

---

## Caracterização do pedido

**0. Âmbito do guião e síntese das principais alterações/melhorias introduzidas no ciclo de estudos desde o processo de acreditação prévia.**

---

**0.1. Síntese das alterações introduzidas nos itens pré-preenchidos e indicação das razões que as motivaram.**

*Por razões relacionadas com a forma de operação da plataforma da A3ES, foi necessário introduzir um ajuste no quadro "A12.4 - Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau". Efetivamente, este quadro apresentava na coluna "ECTS mínimos optativos" o valor pré-preenchido de 48 na área científica de Energia bem como na área científica de Automação. Esta situação procurava espelhar as condições de acreditação do curso e a estrutura curricular publicada em Diário da República. Efetivamente, os 48 ECTS em questão referem-se à UC de Dissertação/Projeto/Estágio a qual pode ser elaborada predominantemente numa das duas áreas fundamentais do curso (Energia ou Automação). Perante as dificuldades encontradas, optou-se por colocar os 48 ECTS na área da Automação, sem que com isso se pretenda comprometer a possibilidade da existência de trabalhos de Dissertação/Projeto/Estágio desenvolvidos com preponderância na área da Energia.*

**0.1. Summary of changes submitted to the pre-filled items, and its main reasons.**

*For reasons related to the form of the A3ES platform operation, it was necessary to do an adjustment in the table "A12.4 - Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded." Indeed, this situation occurs in the "minimum optional ECTS" column, which was pre-filled with the value 48 in both the scientific areas of Energy and Automation. This tries to account for the current accreditation of the MsC course, published in the Diário da República. Indeed, the 48 ECTS in question refer to the curricular unit of Dissertation/Project/Training Period which may be made predominantly in one of the two key areas of the course (Energy and Automation). In view of the difficulties encountered, it was decided to place the 48 ECTS in the area of automation, without compromise the possibility of the work of Dissertation/Project/Training Period of some students be developed with preponderance in the Energy area.*

**0.2. Outras observações relevantes sobre a evolução da implementação do ciclo de estudos (facultativo).**

*N/A*

**0.2. Other relevant observations on the progress of the implementation of the study programme (optional).**

*N/A*

## Perguntas A1 a A4

---

**A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:**

*Instituto Politécnico De Viseu*

**A1.a. Outras Instituições de ensino superior / Entidades instituidoras:**

**A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):**

*Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu*

**A3. Designação do ciclo de estudos:**

*Engenharia Electrotécnica - Energia e Automação Industrial*

**A3. Study programme name:**

*Electrical Engineering - Energy and Industrial Automation*

**A4. Grau:**

*Mestre*

## Perguntas A5 a A10

---

**A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:**

*Energia*

**A5. Main scientific area of the study programme:**

**A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):**

522

**A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

523

**A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

N/A

**A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**

120

**A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):**

2 anos / 4 semestres

**A8. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):**

2 years / 4 semesters

**A9. Número de vagas proposto:**

25

**A10. Condições específicas de ingresso:**

*Podem candidatar-se ao acesso ao ciclo de estudos conducentes ao grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica – Energia e Automação Industrial:*

- Titulares do grau de licenciatura ou equivalentes legais em Engenharia Eletrotécnica ou área afim;*
- Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que seja reconhecido como atestando capacidade para a realização deste ciclo de estudos pelo Conselho Científico da ESTGV;*

**A10. Specific entry requirements:**

*May apply for access to the MSc in Electrical Engineering - Energy and Industrial Automation:*

- The holders of a degree or legal equivalent in Electrical Engineering or in a related engineering;*
- The holders of an academic, scientific or professional curriculum that is recognized as attesting the capacity to carry out this cycle of studies by the Scientific Council of ESTGV;*

## Pergunta A11

---

### Pergunta A11

**A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):**

Não

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)**

**A12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation of alternative paths compatible with the structure of the study programme (if applicable)**

---

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Options/Branches/... (if applicable):

<sem resposta>

## A12. Estrutura curricular

---

### Mapa I - Energia e Automação Industrial

#### A12.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Electrotécnica - Energia e Automação Industrial*

#### A12.1. Study Programme:

*Electrical Engineering - Energy and Industrial Automation*

#### A12.2. Grau:

*Mestre*

#### A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*Energia e Automação Industrial*

#### A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*Energy and Industrial Automation*

#### A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Energia	E	34	0
Automação	A	29	48
Matemática	M	5	0
Gestão	G	4	0
<b>(4 Items)</b>		<b>72</b>	<b>48</b>

## Perguntas A13 e A16

---

#### A13. Regime de funcionamento:

*Pós Laboral*

#### A13.1. Se outro, especifique:

*N/A*

#### A13.1. If other, specify:

*N/A*

#### A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

*Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu*

#### A14. Premises where the study programme will be lectured:

*Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu*

#### A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):

[A15\\_Regulamento Geral para a Creditação - ESTGV.pdf](#)

#### A16. Publicação do plano de estudos em Diário da República (nº e data):

*Despacho n.º 12921/2010, Diário da República, 2.ª série — N.º 154 — de 10 de agosto de 2010*

#### A17. Observações:

*a) Tendo em vista o cumprimento dos requisitos legais estipulados no RJIES no que se refere à composição do corpo docente, o IPV criou em 2009, um programa de formação com a atribuição de bolsas de doutoramento a todos os docentes que se quiseram candidatar cujo plano de doutoramento fosse considerado relevante para os cursos em funcionamento pelo Conselho Técnico-Científico das respetivas Escolas. O IPV tem vindo a apoiar 151 docentes, dos quais 74 já entregaram a tese ou concluíram o respetivo doutoramento. Na ESTGV têm usufruído desse apoio 68 docentes, dos quais 21 já entregaram a tese ou concluíram o respetivo doutoramento.*

*b) Na UC de Dissertação/Projeto/Estágio (D/P/E), os alunos podem optar pela realização de um trabalho mais conceptual, de índole prática, a realizar na escola ou por um trabalho em colaboração com uma empresa. Quando a*

opção recai sobre um trabalho em colaboração com uma empresa, os alunos têm a possibilidade de procurar o tema (a ser validado pela Direção do Curso e pelo Conselho Técnico-Científico da ESTGV) em empresas com protocolo já estabelecido ou a protocolar ou a escolher entre os que são apresentados pela Direção do Curso (recolhidos junto de empresas com protocolo de cooperação). O número de empresas com protocolo é suficientemente alargado para permitir à totalidade dos alunos a realização de projetos em empresa. Em consequência, não existe um plano prévio de distribuição de estudantes pelos locais de estágio (Ponto 7.2 - Mapa VII).

c) Os trabalhos de D/P/E realizados em colaboração com empresas têm sempre um monitor nessa empresa (para além do Orientador da ESTGV), o qual é escolhido pela empresa respeitando os critérios referidos no ponto 7.4.1 - Mapa VIII. Em algumas empresas existe mais que uma pessoa com condições de desempenhar o papel de monitor, sendo a escolha efetuada quando e se for definido um projeto nessa empresa e tendo em consideração a disponibilidade e área de trabalho dos potenciais monitores. Não existe, portanto, um lista predefinida de orientadores cooperantes (Mapa IX).

d) No Quadro 8.1.3, o valor zero colocado nos campos referentes à nota do último classificado resulta do facto de, sendo o número de candidatos inferior ao número de vagas, não ter existido necessidade de se ter estabelecido tal nota (apenas de verificou o cumprimento dos requisitos legais para admissão ao curso).

e) No quadro "9.2.1 - Internacionalização do ensino", na linha correspondente à "Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in), inseriu-se o valor 15,4% correspondente a 2 docentes que estiveram no Departamento de Engenharia Eletrotécnica ao abrigo do programa Erasmus+. A percentagem foi calculada em relação ao número de docentes do curso. Um dos docentes lecionou uma aula no curso (3,5h) o outro efetuou uma palestra aberta a todos os alunos, incluindo os de mestrado.

#### **A17. Observations:**

a) In 2009, to accomplish the legal requirements stipulated in RJIES regarding the teaching staff, the IPV has created a program of scholarships in order to provide better conditions to the teachers interested in pursuing the PhD degree. That program was applied to all teachers who asked for it and whose doctoral plan was considered relevant to the existent courses at IPV by the Scientific-Technical Councils of its schools. The IPV has been supporting 151 teachers, of which 74 have already delivered the thesis or completed their PHD degree. At ESTGV 68 teachers have taken advantage of that support program and 21 of them already delivered the thesis or have completed their PHD degree.

b) In the Dissertation/Project/Training Period (D/P/TP), the students can choose to take a more conceptual work, in a practical nature, to be held in the school or a work in collaboration with a company. When the option falls on a work in collaboration with a company, students have the possibility to propose the topic (to be validated by the direction of the course and by the Scientific-Technical Council of ESTGV) and the company (within the already established protocol or to be established). Alternatively they may choose between the company projects obtained by the course direction from the companies with protocol established. The number of companies with protocol is sufficient to enable all students to carry out projects in collaboration with a company. Consequently, there is no a previous plan of distribution of students by stage locations (point 7.2 - Map VII).

c) The D/P/TP conducted in collaboration with companies always have a monitor of the staff of that company (apart from the ESTGV supervisor), which is chosen by the company in compliance with the criteria set in section 7.4.1 - Map VIII. In some companies there is more than one person in a position to play the role of monitor. The choice is made when and if a project is set at this company and taking into account the availability and work area of the potential monitors. Therefore a predefined list of external supervisors does not exist (Map IX).

d) In Table 8.1.3, the zero values placed in the fields related to the minimum entrance mark results from the fact that the number of candidates being less than the number of vacancies. On such circumstances, there was no need of establishing such mark (only the legal requirements for admission to the course was verified).

e) In table "9.2.1 - Internationalisation level", in the line corresponding to the "percentage of foreign teacher staff (in), a percentage of 15,4% was inserted. This value corresponds to two teachers who were in the Department of Electrical Engineering under Erasmus + program. The percentage was calculated in relation to the number of course teachers. One of the teachers taught a lesson in the course (3.5h) the other made an open lecture to all students, including the MsC's Students.

## **Instrução do pedido**

### **1.Coordenação do ciclo de estudos**

---

1.1. Docente(s) responsável(is) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos A(s) respetiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa IV.

*Paulo Moisés Almeida da Costa*

### **2. Plano de estudos**

---

## Mapa II - - 2.º Ano / 1.º Semestre

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Electrotécnica - Energia e Automação Industrial*

### 2.1. Study Programme:

*Electrical Engineering - Energy and Industrial Automation*

### 2.2. Grau:

*Mestre*

### 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

### 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2.º Ano / 1.º Semestre*

### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*2nd Year / 1st Semester*

## 2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Gestão de Empresas e Empreendedorismo	G	Semestral	106	T: 19,5 ; TP: 13 ; PL: 0	4	
Comunicações em Sistemas Industriais	A	Semestral	106	T: 13 ; TP: 0 ; PL: 26	4	
Mobilidade Eléctrica	E	Semestral	106	T: 13 ; TP: 0 ; PL: 26	4	
Dissertação / Projecto / Estágio	E / A	Anual	477	OT: 39	18	Optativa entre a área de Energia e a área de Automação

(4 Items)

## Mapa II - - 1.º Ano / 1.º Semestre

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Electrotécnica - Energia e Automação Industrial*

### 2.1. Study Programme:

*Electrical Engineering - Energy and Industrial Automation*

### 2.2. Grau:

*Mestre*

### 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

### 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*1.º Ano / 1.º Semestre*

### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*1st Year / 1st Semester*

## 2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Matemática Aplicada à Engenharia	M	Semestral	133	T-19,5 ; TP-19,5 ; PL-0	5	
Complementos de Máquinas Eléctricas	E	Semestral	133	T-19,5 ; TP-0 ; PL-26	5	
Electricidade Industrial	E	Semestral	133	T-19,5; TP-0; PL-26	5	
Protecção e Comando em Sistemas Eléctricos	E	Semestral	133	T-19,5 ; TP-0 ; PL-26	5	
Sistemas Robóticos	A	Semestral	133	T-19,5 ; TP-0 ; PL-26	5	
Sistemas de Automação	A	Semestral	133	T-19,5 ; TP-0 ; PL-26	5	

(6 Items)

## Mapa II - - 1.º Ano / 2.º Semestre

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Electrotécnica - Energia e Automação Industrial*

### 2.1. Study Programme:

*Electrical Engineering - Energy and Industrial Automation*

### 2.2. Grau:

*Mestre*

### 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

### 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*1.º Ano / 2.º Semestre*

### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*1st Year / 2nd Semester*

## 2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Produção Renovável de Electricidade	E	Semestral	133	T: 19,5 ; TP: 0 ; PL: 26	5	
Electrónica Industrial	E	Semestral	133	T: 19,5 ; TP: 0 ; PL: 26	5	
Mercados de Energia, Optimização Energética e Microgeração	E	Semestral	133	T: 19,5 ; TP: 0 ; PL: 26	5	
Sistemas Flexíveis de Fabrico	A	Semestral	133	T: 19,5 ; TP: 0 ; PL: 26	5	
Processamento de Imagem e Visão Artificial	A	Semestral	133	T: 19,5 ; TP: 0 ; PL: 26	5	
Controlo Moderno	A	Semestral	133	T: 19,5 ; TP: 0 ; PL: 26	5	

(6 Items)

## Mapa II - - 2.º Ano / 2.º Semestre

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Electrotécnica - Energia e Automação Industrial*

## 2.1. Study Programme:

*Electrical Engineering - Energy and Industrial Automation*

## 2.2. Grau:

*Mestre*

## 2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*<sem resposta>*

## 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*<no answer>*

## 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2.º Ano / 2.º Semestre*

## 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*2nd Year / 2nd Semester*

## 2.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação / Projecto / Estágio (1 Item)	E / A	Anual	795	OT-39	30	Optativa entre a área de Energia e a área de Automação

## 3. Objetivos do ciclo de estudo e Unidades Curriculares

### 3.1. Dos objetivos do ciclo de estudos

#### 3.1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

*Objectivos do curso:*

- i) Complementar a formação de Licenciados, através de uma especialização de natureza profissional, contribuindo para a sua empregabilidade;*
- ii) Formar profissionais dotados de um conjunto de competências sólidas nas áreas da Energia e da Automação Industrial com ênfase nos seguintes domínios: Sistemas de Automação, Robótica Industrial, Energias Renováveis e Cogeração, Electricidade Industrial, Optimização Energética e Mobilidade Eléctrica;*
- iii) Reforçar a ligação do IPV ao meio, nomeadamente através da colaboração com empresas/organizações, numa perspectiva de obtenção de benefícios para estas, para o IPV e para os respectivos alunos. Inclui-se neste objectivo o apoio ao tecido económico regional e nacional visando a sua modernização, optimização e aumento de competitividade;*
- iv) Promover a investigação e divulgação dos respectivos resultados, contribuindo para a afirmação do IPV nos domínios da investigação aplicada, do desenvolvimento e da inovação.*

#### 3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:

*The course objectives are:*

- i) Additional training of graduates through a professional specialization, contributing to their employability;*
- ii) Training professionals with a solid set of skills in the areas of energy and industrial automation with emphasis on the following areas: Automation Systems, Industrial Robotics, Renewable energy and cogeneration, Industrial Electricity, Energy optimization, and Electric Mobility.*
- iii) Strengthen the ties of IPV with the exterior, mainly through the collaboration with enterprises/organizations, in a perspective of obtaining benefits for those entities, for the IPV and for the students. This objective includes supporting the economic agents, seeking to modernize, optimize and increase their competitiveness;*

*iv) Promote the research and the dissemination of the results, contributing to reinforce the importance of IPV in the field of applied research, development and innovation.*

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

*Competências genéricas: 1) compreender esquematizar e resolver problemas; 2) comunicar, de forma clara, as soluções adoptadas e os resultados obtidos ou a obter; 3) desenvolver as capacidades de auto-aprendizagem e de tomada de decisão.*

*Competências específicas: 1) operar, manter, otimizar e alterar instalações eléctricas industriais, de edifícios de serviços e de unidades de produção distribuída; 2) seleccionar, integrar, parametrizar/programar e manter equipamentos em sistemas industriais de accionamento e de automatização/controlo (robôs manipuladores, máquinas CNC, visão artificial, autómatos, etc.); 3) identificar situações de potencial melhoria de eficiência e de qualidade de energia e propor soluções para o efeito (incluindo a definição de políticas de aquisição de electricidade); 4) otimizar sistemas de produção industrial (incluindo algoritmos de sequenciamento); 5) dimensionar e integrar equipamentos em sistemas de mobilidade eléctrica e de produção distribuída.*

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

*Generic competencies: 1) understand, represent schematically and solve problems, 2) communicate the solutions adopted and the results obtained/to be obtained, in a clear way; 3) develop the skills of self-learning and decision taking.*

*Specific competencies: 1) operate, maintain, modify and optimize electrical installations of industrial, services and distributed generation facilities; 2) select, integrate, parameterize/programme and maintain equipment of industrial drive systems as well as of automation/control systems (robot manipulators, CNC machines, vision systems, PLC, etc.); 3) identify situations of potential efficiency and power quality improvements, and propose solutions to achieve it (including the definition of policies for electricity purchase); 4) optimize industrial production systems (including sequencing algorithms); 5) scale and integrate equipment in electric mobility systems and in distributed generation facilities;*

**3.1.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da instituição:**

*O Instituto Politécnico de Viseu (IPV) é uma instituição de ensino superior de direito público ao serviço da sociedade, que tem como objetivo a qualificação de alto nível, a produção e difusão do conhecimento, bem como a formação cultural, artística, tecnológica e científica dos seus estudantes, num quadro de referência internacional. A Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu (ESTGV), unidade orgânica integrada no IPV, é um centro de criação, difusão e transmissão de cultura, ciência e tecnologia, articulando as suas atividades nos domínios do ensino, da formação profissional, da investigação e da prestação de serviços à comunidade. A ESTGV rege-se por padrões de qualidade que asseguram formação adequada às necessidades da comunidade em que se insere. A ESTGV prossegue os seus objetivos nos domínios genéricos da ciência, nomeadamente nos domínios das engenharias, das tecnologias e da gestão, visando: a formação de profissionais com elevado nível de preparação no aspeto humano, cultural, científico e técnico; a realização de atividades de investigação fundamental e aplicada; a prestação de serviços à comunidade, numa perspetiva de valorização recíproca, nos seus domínios específicos de intervenção; o intercâmbio cultural, científico e técnico com instituições congéneres ou que visem objetivos semelhantes; e a contribuição, no seu âmbito de atividades, para o desenvolvimento da região em que se insere e do país, da cooperação internacional e da compreensão entre os povos. Os objetivos enunciados articulam-se com as três áreas em que se desenvolve a atividade do ensino politécnico em Portugal: (i) ensino; (ii) investigação, desenvolvimento e inovação; (iii) ligação ao meio. Uma das atribuições da ESTGV é a realização de ciclos de estudos conducentes à obtenção dos graus de licenciado e de mestre, bem como de outros cursos pós -secundários, nos termos da lei. O Departamento de Engenharia Electrotécnica da ESTGV, enquanto unidade de ensino, de investigação, de prestação de serviços à comunidade e de divulgação do saber no domínio da Engenharia Electrotécnica, tem afeto um curso de 1.º ciclo de estudos e um curso de 2.º ciclo de estudos. Neste contexto, e em coerência com a missão e estratégia da instituição, o curso de Mestrado em Engenharia Electrotécnica - Energia e Automação Industrial visa, com os seus objetivos, incrementar o número de jovens com qualificação específica na região, dotando-os de competências transversais ao nível da Engenharia Electrotécnica. O ciclo de estudo tem fomentado o empreendedorismo, uma vez que grande parte dos diplomados desenvolve a sua atividade como profissão liberal, dinamizando a economia local e promovendo o desenvolvimento regional. O Departamento conta atualmente com diversos acordos bilaterais internacionais, de reconhecimento académico mútuo (ERASMUS), os quais permitem promover a mobilidade de estudantes, docentes e diplomados a nível internacional, preferencialmente com países do espaço europeu.*

**3.1.3. Insertion of the study programme in the institutional training offer strategy against the mission of the institution:**

*The Polytechnic Institute of Viseu (IPV) is a public education institution whose mission consists of high-level training of people, the production and dissemination of knowledge, and the cultural, artistic, technological and scientific development of its students, within a framework of international standard. The School of Technology and Management of Viseu (ESTGV), as an organic unity integrated in IPV, is a center for creation, dissemination and transmission of culture, science and technology, coordinating their activities in education, training, research and provision of services to the community. The ESTGV is ruled by quality standards that ensure appropriate training to the needs of the community in which it is inserted. ESTGV pursues its objectives in the generic domains of science, namely concerning engineering, technologies and management, with the following purposes: training highly prepared professionals, namely concerning human, cultural, scientific and technical features; developing fundamental and applied research activities; providing services to the community in its specific domains of intervention and in a mutual valorization perspective;*



*cultural, scientific and technical interchange with similar institutions or that aim similar objectives; and contribution within its scope of activities for the development of the country and region in which it operates as well as for the international cooperation and understanding between peoples. The objectives listed are linked to the three areas in which polytechnic education in Portugal develops its activity, namely: (i) education, (ii) research, development and innovation, (iii) connection to the surrounding community. One of the responsibilities of ESTGV is to provide graduation and post-graduation courses as well as other post-secondary courses. The Electrical Engineering Department of ESTGV, is a unit devoted to teaching, research, provision of services to the community and dissemination of knowledge, having one graduation course and one masters course in the field of Electrical Engineering. Therefore, in coherence with the mission and strategy of the institution, the objectives of the MSc degree in Electrical Engineering - Industrial Energy and Automation intend to increase in the region the number of people with specific expertise, providing them with transversal skills on the Electrical Engineering area. The study cycle has encouraged the entrepreneurship, since part of the graduates develop its activity as independent professional, boosting the local economy and promoting regional development. The Electrical Department has several international agreements (ERASMUS) for academic recognition, which promote the international mobility of students, teachers and graduates, namely with the European countries.*

## **3.2. Organização das Unidades Curriculares**

### **Mapa III - Matemática Aplicada à Engenharia**

#### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Matemática Aplicada à Engenharia*

#### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Cecília Maria Martins Agostinho Soares Pinto (T-19,5; TP-19,5)*

#### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*N/A*

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

- Desenvolver a capacidade de raciocínio.*
- Dotar os alunos de conhecimentos relativos à seleção de métodos e processos que melhor se ajustem à resolução de um problema concreto.*
- Estabelecer sempre que possível a ligação entre os conteúdos programáticos e a vida real.*
- Usar corretamente a linguagem Matemática no desenvolvimento de técnicas de cálculo que permitem criar ou aprofundar conhecimentos essenciais à continuação dos estudos.*

*Neste sentido, pretende-se que o aluno domine os vários assuntos do programa de forma a poder utilizá-los com sentido crítico e destreza noutras áreas que fazem parte da sua formação e ainda que desenvolva as suas capacidades de raciocínio indutivo e dedutivo, de clareza e de rigor na linguagem, tendo presente que estas são qualidades cuja importância se reflecte nas mais diversas atividades, especialmente fora do âmbito da Matemática.*

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

- Develop reasoning ability.*
- Provide students with knowledge of the selection methods and processes best suited to solving a particular problem.*
- Establish wherever possible the link between program content and real life.*
- Provide the students with ability to use properly Math's language in the development of calculation techniques for creating or deepening knowledge essential to the continuation of studies.*

*In this sense, it is intended that the student masters the various subjects of the program so you can use them with critical sense and skill in other areas that are part of their training and also to develop their capacity for inductive and deductive reasoning, clarity and precision in language, bearing in mind that these are qualities whose importance is reflected in several activities, especially outside the scope of mathematics.*

#### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

- Noções básicas de álgebra linear: álgebra matricial; sistemas de equações lineares, determinantes, inversão de matrizes, valores próprios e vetores próprios.*
- Equações diferenciais: definição e conceitos básicos, métodos de resolução de equações diferenciais de primeira ordem, equações diferenciais de ordem superior redutíveis à primeira, transformada de Laplace - definição e propriedades, aplicação das transformadas de Laplace à resolução de equações e sistemas de equações diferenciais, aplicações.*
- Transformadas de Fourier e transformadas Z: revisão de alguns conceitos fundamentais, Definição e propriedades, aplicações.*
- Métodos de optimização: introdução à optimização, formulação geral de um problema típico, condições de optimalidade para problemas sem restrições, condições de optimalidade para problemas com restrições na forma de igualdade e desigualdade, algoritmos para a resolução destes problemas, aplicações.*

#### **3.2.5. Syllabus:**

- *Basics of linear algebra: matrix algebra; systems of linear equations, determinants, matrix inversion, eigenvalues and vectors.*
- *Differential equations: definition and basic concepts, solving first order differential equations methods, higher order differential reducible to the first equations, Laplace transform - definition and properties, application of Laplace transforms to solve equations and systems of differential equations, applications.*
- *Fourier transforms and transformed Z: review of some basic concepts, definition and properties, applications.*
- *Optimization methods: introduction to optimization, general formulation of a typical problem, optimality conditions for problems without constraints, optimality conditions for problems with constraints in the form of equality and inequality, algorithms for solving these problems, applications.*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objetivos da unidade curricular uma vez que todos os tópicos incluídos no programa são selecionados de modo a proporcionarem conhecimentos matemáticos, explicitamente para apoiar as correspondentes aplicações a problemas concretos adequados às diversas áreas do conhecimento, nomeadamente às unidades curriculares do curso em questão.*

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

*The contents are consistent with the objectives of the course since all the topics included in the program are selected so as to provide mathematical knowledge, explicitly to support the corresponding applications to concrete problems tailored to different areas of knowledge, in particular to courses the course in question.*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*As aulas teóricas serão divididas em duas partes. Na primeira parte da aula será destinada à apresentação e discussão de um assunto proposto na aula anterior e na segunda parte da aula será disponibilizada informação e orientações genéricas para que os alunos possam efetuar um estudo inicial do assunto a abordar na aula teórica seguinte. Nas aulas teórico-práticas os alunos serão convidados a resolver alguns problemas teórico-práticos e práticos formulados, por isso grande parte das aulas serão dedicadas à execução/acompanhamento desses trabalhos.*

*A avaliação dos alunos terá duas componentes:*

*Uma parte escrita que valerá 60%, trabalhos teórico-práticos e práticos que serão desenvolvidos durante as aulas valerão 40%.*

*Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9.5 valores numa escala de 0-20. O aluno será aprovado de obtiver uma classificação final superior a 9.5 valores*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The lectures will be divided into two parts. In the first part of the class will be dedicated to the presentation and discussion of a topic proposed in the previous session and in the second part of the class will be made available information and general guidelines for students to make an issue of the initial study to address in the next lecture. In practical classes students will be asked to solve some theoretical and practical problems and formulated practical, so much of the classes will be dedicated to the implementation / monitoring of these works.*

*The evaluation of students will have two components:*

*A written part that will be worth 60%, theoretical-practical and practical work that will be developed during the classes will be worth 40%.*

*In each evaluation component the student must have a minimum score of 9.5 on a scale of 0-20. The student will be approved to get a final grade higher than 9.5*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino apresentada permite que os alunos adquiram conhecimento quer dos fundamentos teóricos quer das aplicações teórico-práticas dos conceitos.*

*Como na segunda parte da aula teórica anterior foi proposto um assunto então a primeira parte da aula é destinada à apresentação e discussão do assunto proposto, sempre acompanhado de exemplos.*

*Nas aulas teórico-práticas, a resolução de cada exercício proposto compreende várias fases: interpretação dos enunciados com os alunos, resolução dos exercícios por parte dos alunos, discussão coletiva e individualizada das dúvidas que surgiram e, resolução dos exercícios no quadro.*

*Nas aulas é privilegiada a análise crítica dos alunos perante as diversas situações apresentadas em contexto de sala de aula, designadamente na colocação de questões pertinentes relativas às matérias abordadas, permitindo assim a intervenção dos alunos.*

*O acompanhamento dos conteúdos por parte dos alunos é incentivado pela proposta de resolução de quatro trabalhos durante as aulas. Apesar do principal objetivo destes trabalhos ser o acompanhamento da matéria lecionada, elas são também um meio de frequência do horário de atendimento para esclarecimentos de eventuais dúvidas.*

*Na plataforma moodle, são disponibilizados todos os elementos relacionados com a unidade curricular: o programa, as normas de avaliação, o caderno de exercícios, os sumários e pautas provisórias.*

*A atitude proativa do aluno perante as realidades que a unidade curricular apresenta e o esforço para a assimilação dos conteúdos programáticos, são cruciais para atingir os objetivos e competências da unidade.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The presented teaching methodology allows students to acquire knowledge of either the theoretical foundations of both the theoretical and practical application of concepts.*

*As the second part of the previous class was proposed an issue then the first part of the class is devoted to presentation and discussion of the proposed subject, but always accompanied by examples.*

*In practical classes, the resolution of each proposed exercise comprises several phases: interpretation of statements with students, solving exercises by the students, collective and individual discussion of the doubts that have arisen, and solving the exercises in the frame.*

*In class is privileged critical analysis of the students before the various situations presented in the context of the classroom, particularly in the placement of relevant issues relating to topics covered, thus allowing the involvement of students.*

*The monitoring of content by the students is encouraged by the proposed resolution of four papers in class. Although the main objective of this work is monitoring the matter taught, they are also a means of frequency of service hours for any questions for clarification.*

*The Moodle platform are available all elements related to the course: the program evaluation standards, the exercise book, summaries and interim guidelines.*

*The proactive attitude of the student towards the realities that the course presents and effort to the assimilation of the syllabus, are crucial to achieve the objectives and tasks of the unit.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

- Arfken, George B. e Weber, Hans, *Física Matemática – Métodos Matemáticos para a Engenharia e Física*, Editora Campus, 2007.
- Carreira, Maria A. E Nápoles, Maria S. M., *Variável Complexa, teoria elementar e exercícios resolvidos*, McGraw Hill, 1997;
- Jackson, Leland B., *Signals, Systems and Transforms*, Addison-Wesley, 1991;
- Narayan S. Rau, *Optimization Principles – Practical Applications to the Operation and Markets of Electric Power Industry*, IEEE Press, 2003;
- Natália Bebião da Providência, *Análise Complexa*, Editora Gradiva, 2009;
- Valadares Tavares, L. e F. Nunes Correia, *Optimização Linear e Não Linear – Conceitos, Métodos e Algoritmos*, Fundação Calouste Gulbenkian, 1984.

## **Mapa III - Complementos de Máquinas Eléctricas**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Complementos de Máquinas Eléctricas*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Vasco Eduardo Graça Santos (T-19,5)*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Joaquim Duarte Barroca Delgado (PL-26)*

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

*Esta unidade curricular pretende dotar os alunos de conhecimentos na área da conversão eletromecânica de energia, particularmente no que se refere à produção de eletricidade e aos sistemas de acionamento industriais.*

*Competências a serem adquiridas pelos alunos:*

- *Seleccionar, operar e manter os geradores eléctricos mais comumente utilizados em unidades de produção distribuída de eletricidade;*
- *Dimensionar, operar e manter máquinas eléctricas a utilizar em sistemas de acionamento industriais;*
- *Operar e manter sistemas de transmissão mecânica em sistemas de acionamento;*
- *Compreender e prever as consequências originadas pela alteração de parâmetros ou grandezas aplicadas às máquinas eléctricas;*

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

*This course aims to provide students with knowledge in electromechanical energy conversion, particularly with regard to the production of electricity and industrial power drives.*

*Skills to be developed by the students:*

- a) Select, operate and maintain electrical generators most commonly used in electricity distributed generation units;*
- b) Scale, operate and maintain electrical machines for use in industrial power drives;*
- c) Operate and maintain mechanical transmission systems in drive drives;*
- d) Understand and predict the consequences caused by the change of parameters applied to electrical machines;*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

#### **1. Gerador síncrono**

*Princípio de funcionamento e aspectos construtivos*

*Funcionamento sem carga*

*Reacção do induzido e impedância síncrona*

*Circuito equivalente*

*Regulação de tensão, sistemas de excitação*

*Potência aparente, factor de potência. perdas e rendimento*

*Operação isolada*

*Paralelo de um alternador*

*Características de operação*

*Manutenção*

#### **2. Geradores de Indução**

*Aspectos construtivos e princípio de funcionamento*

*Operação em regime estacionário*

*Ligação de um gerador de indução*

*Auto-excitação*

*Sistemas avançados de excitação*

*Manutenção dos geradores e dos serviços auxiliares*

#### **3. Sistemas de accionamento industrial**

*Dimensionamento, selecção e instalação dos motores mais comuns e respectivos sistemas auxiliares*

*Seleccção e parametrização de sistemas de controlo electrónico dos motores*

*Manutenção*

### **3.2.5. Syllabus:**

#### **1. Synchronous generator**

*Basic parts and theory of operation*

*No-load operation*

*Armature reactance and synchronous impedance*

*Equivalent circuit*

*Short-circuit characteristic*

*Voltage regulation and excitation systems*

*Apparent power, power factor, losses and efficiency*

*Stand-alone operation*

*Parallel operation*

*Operation characteristics*

*Transient stability of synchronous generators*

*Maintenance*

#### **2. Induction generators**

*Working principle and constructive aspects*

*Steady state operation*

*Connection of an induction generator*

*Self-excitation*

*Operation during network disturbances*

*Advanced shunt compensation*

*Maintenance*

#### **3. Industrial drive systems**

*Sizing, selection and installation of the most common electric motors and their auxiliary systems*

*Selection and configuration of electronic control systems*

*Maintenance*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Uma vez que máquinas síncronas e assíncronas, desempenham um papel importante no domínio da geração de energia eléctrica, é necessário conhecer o seu comportamento durante a ocorrência de determinadas situações a que possam estar sujeitas, como sejam: o arranque, o curto-circuito, as sobrecargas, em regime de carga normal, etc. Assim sendo, é necessário que os alunos saibam desenvolver e aplicar os modelos que simulam o comportamento em regime transitório ou em regime permanente destas máquinas eléctricas. Neste contexto, os conteúdos programáticos lecionados nas aulas teóricas, juntamente com os exercícios e trabalhos laboratoriais desenvolvidos nas aulas práticas, visam proporcionar aos alunos competências que permitem compreender o funcionamento, seleccionar, operar e manter geradores (síncronos e assíncronos) de energia eléctrica assim como outros sistemas de accionamento industrial. Por conseguinte, conteúdos programáticos estão em perfeita consonância com os objetivos/competências.*

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

*Since the electric machines, synchronous and asynchronous, play an important role in the field of power generation, it is necessary to know their behavior during the occurrence of certain situations that may be subjected, such as: start-up, short - circuit, overloads, during normal load conditions, etc. Therefore, it is necessary that the students know how to develop and apply models that simulate the behavior in transient or steady state regime of these electric machines. In this context, the syllabus taught in lectures along with laboratory exercises and work done in practical classes, aim to provide students with skills that allow us to understand how to select, operate and maintain synchronous and asynchronous electricity generators as well as other industrial drive. Therefore, the syllabuses are in perfect harmony with the objectives / skill*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*As aulas teóricas serão divididas em duas partes, correspondendo a primeira a 85% da aula e a segunda a 15%. Na segunda parte de cada aula o docente disponibilizará informação e fornecerá orientações genéricas para que os alunos possam efetuar um estudo inicial do assunto a abordar na aula teórica seguinte. A primeira parte de cada aula teórica será destinada à apresentação e discussão do assunto proposto na aula anterior. Nas aulas práticas os alunos serão convidados a resolver alguns problemas práticos formulados pelo docente. Parte destas aulas será dedicada à execução/acompanhamento de trabalhos práticos que constitui parte da avaliação final do aluno.*

*A avaliação dos alunos terá três componentes:*

- prova escrita - 50%*
- trabalhos práticos - 40%*
- participação nas aulas - 10%*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The theoretical lessons will be splitted into two parts, the first corresponding to 85% of the class and the second 15%. In the second part of each lesson the teacher will provide information and general guidelines so that the students can prepare the next issue that will be initiated in the next lesson. The first part of each lesson will be devoted to the presentation and discussion of the subject proposed in the previous lesson. In practical classes students will be asked to solve some practical problems formulated by the teacher. Some of these classes will be dedicated to the implementation / monitoring of practical work that is part of the final evaluation of the student.*

*The evaluation of students will have three components:*

- Written test - 50%*
- Practical work - 40%*
- Participation in class - 10%*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Para os alunos atingirem os objetivos de aprendizagem desta UC, nas aulas teóricas serão ministrados diversos conceitos que permitem a apresentação, explicação e a aquisição do conhecimento teóricos sobre o funcionamento, o dimensionamento, a operação e a manutenção de sistemas de geração de energia elétrica (geradores síncronos, assíncronos e respetivos serviços auxiliares) assim como outros sistemas de acionamento industrial.*

*As aulas teóricas lecionadas serão, sempre que possível, direcionadas para a aplicação de casos reais que envolvam situações/assuntos definidos nos conteúdos programáticos da UC e problemas/dúvidas pertinentes, suscitadas pelos alunos. Na aplicação desta estratégia, a metodologia de ensino consiste na construção de situações equivalentes encontradas na indústria da produção de energia e sistemas de acionamento industrial, sendo o aluno solicitado a participar com os seus conhecimentos na resolução dos problemas propostos.*

*Nas aulas práticas-laboratoriais serão realizados exercícios de cálculo e simulação em bancada de ensaios de diversos casos de estudo, com os quais se pretende avaliar a capacidade que os alunos têm para resolver problemas a que são propostos, e com os quais poderão ser confrontados a nível industrial. Nestas aulas os discentes também realizam exercícios de cálculo que permitem compreender as consequências originadas pela alteração de parâmetros (internos ou externos) e as grandezas associadas a estas máquinas elétricas. Algumas destas aulas são dedicadas à realização de montagens laboratoriais e respetivos ensaios para permitir compreender o comportamento destas máquinas em determinados regimes de funcionamento (transitório ou permanente).*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*In order to ensure that students reach the learning objectives of this course, in the lectures will be taught various concepts that allow the presentation, explanation and the acquisition of theoretical knowledge about the design, operation and maintenance of synchronous and asynchronous generators and their respective ancillary services as well as other industrial drives.*

*The lectures will be taught always directed to the use of actual cases involving situations / subjects defined in the syllabus of the UC and relevant questions, raised by students. In the implementation of this strategy, the teaching methodology involves the construction of similar situations found in the power generation industry and industrial drive, where the students are asked to participate with their expertise in solving the proposed problems.*

*In practical and laboratory classes will be conducted calculation exercises and simulation bench tests of several case studies, with which it aims to assess the ability that the students have to solve problems that are proposed, and with which may be confronted in the industry. In these classes the students also perform calculation exercises that allow to understand the consequences caused by the change in internal or external parameters associated with these electric*

*machines. Some of these classes are dedicated to laboratory tests and respective assemblies to enable understanding the behavior of these machines in certain temporary or permanent operating regimes.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

- M. Kostenko et L.Piotrovski, "Machines electriques".
- Stephen J. Chapman, "Electric machinery fundamentals".
- Chee- Mun Ong, "Dynamic simulation of electric machinery".
- Manuel Cortes Cherta, "Curso moderno de máquinas eléctricas rotativas- Tomo IV".
- Manuel Vaz Guedes "O alternador síncrono trifásico – Modelização", FEUP- 1996.
- Manuel Vaz Guedes "O alternador síncrono trifásico nos pequenos aproveitamentos hidroeléctricos", FEUP -1994.
- Manuel Vaz Guedes "Grandezas periódicas não sinusoidais" FEUP 1996.
- Dinâmica de Máquinas Eléctricas, Gil D. Marques, 2002, Documento pdf.
- Vector Control and Dynamics of AC Drives, D. W. Novotny and T. A. Lipo, 1996, Oxford Science Publications.
- Electric Drives, Ion Boldea S. A. Nasar, 1999, CRC Press.
- Accionamentos Electromecânicos de Velocidade Variável, João C. P. Palma, 1999, Fundação Calouste Gulbenkian.
- Vasco Santos, "Geradores Síncronos", ESTGV 2010
- Vasco Santos, "Geradores Assíncronos", ESTGV 2010

## **Mapa III - Electricidade Industrial**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Electricidade Industrial*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Eduardo Miguel Teixeira Mendonça Gouveia (T-19,5; PL-26)*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*N/A*

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

*Esta unidade curricular pretende dotar os alunos de competências relacionadas com o dimensionamento, alteração, operação e manutenção de instalações eléctricas de unidades industriais e de edifícios de serviços.*

*Competências a serem desenvolvidas pelos alunos:*

- a) *Seleccionar, dimensionar e manter sistemas de alimentação de instalações industriais e de edifícios de serviços;*
- b) *Operar e manter redes eléctricas industriais em BT e MT;*
- c) *Dimensionar alterações às instalações eléctricas industriais, incluindo as relativas à instalação de novos equipamentos;*
- d) *Compreender, identificar e mitigar problemas de qualidade de energia;*
- e) *Manter instalações eléctricas de locais com risco de explosão ou destinados a actividades sensíveis à presença de electricidade estática*
- f) *Seleccionar equipamentos para locais com risco de explosão*
- g) *Operar e manter sistemas de cogeração de energia e sistemas AVAC*

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

*This course aims to provide students with the skills involved in the design, modification, operation and maintenance of electrical installations in industrial and services facilities, including cogeneration systems*

*Skills to be developed by the students:*

- a) *Select, design and maintain power supply systems for industrial and services facilities;;*
- b) *Operate and maintain industrial power networks (LV and MV);*
- c) *Design modifications in industrial electrical installations, including those relating to the installation of new equipment;*
- d) *Understand, identify and mitigate problems of power quality;*
- e) *Maintain electrical installations and equipments of hazardous environments;*
- f) *Select equipment for locations with explosion hazard;*
- g) *Operation and maintenance of cogeneration, ventilation and air conditioning systems*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

#### **1. Instalações eléctricas industriais**

*Fontes de alimentação, estruturas de rede (MT e BT) e respectiva exploração e manutenção*

*Avaliação de potências em transformadores*

*Manutenção de postos de transformação e subestações*

*Dimensionamento, seleção, operação e manutenção de fontes de socorro*

*Dimensionamento de alterações e instalação de novos equipamentos*

#### **2. Problemas de qualidade de energia (revisão), consequências e soluções**

Conceitos e aplicações

Análise de instalações reais

Diagnósticos

Escolha das soluções

3. Instalações e equipamentos para ambientes com risco de explosão e sensíveis a eletricidade estática

Normas e equipamentos existentes

4. Produção Combinada de Energia Térmica e Elétrica

Princípios e vantagens da cogeração e da trigeração

Características dos geradores e da interface com a rede

Operação de centrais de produção combinada de calor e eletricidade.

5. Sistemas AVAC

### 3.2.5. Syllabus:

1. Industrial Electrical Installations

Power supply, network configurations (HV and LV)

Electrical network operations and maintenance

Sizing power transformers

Maintenance of power distribution transformers facilities and substations

Sizing, selection, operation and maintenance of Emergency Power Supply Units

Design of alterations and installation of new equipments

2. Power Quality Problems (revision), Consequences and Solutions

Analysis of actual installations

Diagnostics

Choice of solutions

3. Electrical Installations and Equipments within explosive atmospheres

Existing standards and equipment

4. Combined Heat and Power Generation

Principles and advantages of cogeneration and trigeneration

Characteristics of generators and of network interfaces

Operation combined heat and power Generation Systems

5. Heating, Ventilation and Air Conditioning Systems

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

Os conteúdos programáticos estão em perfeita consonância com os objetivos/competências. Com efeito, o capítulo 1 pretende satisfazer as competências a), b) e c). Deste caso são exemplos o dimensionamento de novas soluções industriais relativas a geradores de socorro ou transformadores de potência. O capítulo 2 responde à competência d). Para este caso muito contribuem os casos de estudo propostos que envolvem medições de qualidade de energia em quadros eléctricos industriais. O capítulo 3 permite adquirir as competências e) e f). Em concreto a identificação de locais com risco de explosão permite uma adequada escolha dos equipamentos a utilizar em atmosferas explosivas. Finalmente os capítulos 4 e 5, centrados no conhecimento das tecnologias e sua manutenção permitem a concretização da competência g).

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

The course contents are fully in concordance with the objectives/skills. Indeed Chapter 1 is intended to satisfy the skills a), b) and c). Examples of this case are the design of new industrial solutions concerning backup power supply sources or power transformers. Chapter 2 responds to skills d). To obtain this competence greatly contribute the proposed case studies involving power quality measurements in electrical industrial switchboards. Chapter 3 allows acquiring the skills e) and f). Specifically, the identification of locations with risk of explosion allows an appropriate choice of equipment for use in explosive atmospheres. Finally chapters 4 and 5, centered on knowledge of technologies and maintenance of installations allow the achievement of competence g).

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas serão divididas em duas partes, correspondendo a primeira a 85% da aula e a segunda a 15%. Na segunda parte de cada aula o docente disponibilizará informação e fornecerá orientações genéricas para que os alunos possam efetuar um estudo inicial do assunto a abordar na aula teórica seguinte. A primeira parte de cada aula teórica será destinada à apresentação e discussão do assunto proposto na aula anterior.

Nas aulas práticas os alunos serão convidados a resolver alguns problemas práticos formulados pelo docente. Parte destas aulas será dedicada à execução/acompanhamento de um trabalho prático que constitui parte da avaliação final do aluno.

A avaliação dos alunos terá duas componentes:

- prova escrita - 50%

- trabalho prático - 50%

Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores.

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

The theoretical classes will be divided into two parts, the first occupying about 85% of the class and the second about 15%. The second part of each class will be used to provide information and guidelines to the students, allowing them

to perform an early study of the subjects of the following class. The first part will be used to present and discuss the subjects introduced during the second part of the previous class.

In the practical classes, students will have to solve some practical problems required by the teacher. Part of those classes will be used to perform/follow a practical work.

The final grade of the students will be based on:

- a written exam - 50%
- a project work - 50%

Each evaluation component will receive a score between 0 and 20. The students must achieve a minimum of 9.5 on each component. The students will be approved if their final grade is equal or superior to 9.5 on a 0-20 scale.

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

A presente UC insere-se na área de energia do curso. As estratégias adotadas foram sempre direcionadas para a aplicação de casos reais ao nível industrial. Na aplicação desta estratégia a metodologia de ensino consistiu na construção de situações equivalentes encontradas às do meio industrial sendo o aluno solicitado a participar na resolução dos problemas propostos. Os problemas eleitos são completamente coerentes com os objetivos uma vez que de uma forma geral cobrem a generalidade das competências solicitadas.

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

This course falls under the energy field, one of the main areas of the present master's degree course. The strategies adopted were always directed to the application of real cases at the industry. For implementing these strategies, the teaching methodology consisted of the construction of situations equivalent to the industrial environment. Then the student is invited to participate and solve the problems proposed. The chosen problems are completely consistent with the objectives once cover the majority of the skills required.

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

Filho, J. Mamede, "Instalações Eléctricas Industriais, LTC, 2001 (Cota ESTGV -621.3 FIL INS)  
Dugan R. C. "Electrical power systems quality", McGraw-Hill, 2003 (621.3.05 ELE)  
Seip, Gunter G, "Electrical Installations Handbook" Siemens, 2000 (Cota ESTGV -621.3 SEI)  
Schlabach J., Blume D., Stephanblome T., "Voltage quality in electrical power systems", Stevenage 2001 Cota ESTGV - 621.3.05 SCH)  
EC, ATEX Guidelines, Second Edition, 2011,  
[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/atex/guide/atexguidelines-may2011\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/atex/guide/atexguidelines-may2011_en.pdf)  
Morais J. L., Pereira J. M., "Guia técnico das instalações eléctricas : de acordo com as novas regras técnicas das instalações eléctricas de baixa tensão", CERTIEL 2007, (Cota ESGV - 621.3 MOR).  
Çengel Y. A., Boles M. A., "Thermodynamics : an engineering approach", McGraw-Hill, (Cota ESTGV - 536.7 CEN)

## **Mapa III - Protecção e Comando em Sistemas Eléctricos**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Protecção e Comando em Sistemas Eléctricos*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Paulo Moisés Almeida da Costa (T-19,5; PL-26)*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*N/A*

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

*Esta unidade curricular pretende dotar os alunos dos conhecimentos adequados para que possam dimensionar, operar, alterar e manter sistemas de protecção e comando em sistemas eléctricos industriais, de unidades de produção distribuída e de redes eléctricas de distribuição.*

*No final da unidade curricular os mestrandos deverão ter adquirido os conhecimentos, capacidades e competências que lhes permitam:*

- Dimensionar, regular e manter sistemas de protecção para motores, transformadores e geradores eléctricos integrados em instalações eléctricas industriais/serviços ou em unidades de produção distribuída;
- Regular e manter sistemas de protecção para redes eléctricas (incluindo a coordenação de protecções);
- Dimensionar, operar e manter sistemas de protecção contra descargas atmosféricas;
- Operar e manter sistemas de protecção de pessoas e animais;



- *Conceber operar e manter sistemas de comando em sistemas industriais.*

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

*The course aims to provide students with the knowledge to design, operate, reconfig and maintain protection and command systems on industrial, distributed generation and distribution networks facilities.*

*Competencies to be acquired:*

- *Design, regulate and maintain protection systems of motors, transformers and generators integrated on industrial/services facilities or at distributed generation plants;*

- *Regulate and maintain protection systems of electrical networks (including the coordination of protection);*

- *Design, operate and maintain systems of protection against lightning;*

- *Operate and maintain systems to protect people and animals against electrical shocks;*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Tipos de defeitos elétricos*
2. *Cálculo de correntes de curto-circuito*
3. *Requisitos das proteções contra defeitos elétricos*
4. *Tipos de relés de proteção (eletromecânicos e eletrônicos)*
5. *Transformadores de medida (corrente, tensão e somador)*
6. *Proteção em redes elétricas de distribuição*
7. *Proteção de transformadores*
8. *Proteção de geradores elétricos*
9. *Proteção de motores elétricos*
10. *Proteção em instalações elétricas industriais*
11. *Proteção de pessoas em instalações elétricas*
12. *Proteção contra sobretensões e descargas atmosféricas*
13. *Automatismos para comando e proteção em sistemas industriais e em unidades de produção distribuída de eletricidade*
14. *Considerações económicas sobre sistemas de proteção e comando*

### **3.2.5. Syllabus:**

1. *Types of electrical faults*
2. *Short-circuit current calculations*
3. *Protection requirements*
4. *Types of protective relays (electromechanical and electronic)*
5. *Instrument transformers*
6. *Protection of Electricity Distribution Networks*
7. *Transformer protection*
8. *Generator protection*
9. *Motor protection*
10. *Protection of industrial networks*
11. *Protection against electric shock*
12. *Protection against overvoltages and atmospheric discharges*
13. *Automatisms for control and protection in industrial and distributed generation facilities*
14. *Economic considerations about control and protection systems*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Os conteúdos programáticos da unidade curricular abrangem o estudo de sistemas de proteção a aplicar nas máquinas elétricas mais comumente utilizadas (como motor e como gerador), bem como na proteção de instalações elétricas industriais e de unidades de produção distribuída. A identificação dos principais defeitos em sistemas elétricos e os tipos de proteções existentes e respetivos requisitos são também abordados. O cálculo de correntes de curto-circuito e a sua importância para a seleção e configuração de proteções é outro dos pilares presente nos conteúdos da UC. Adicionalmente, os conteúdos programáticos incluem a integração dos sistemas de proteção nos automatismos de comando. Por conseguinte, os conteúdos programáticos estão coerentes com os objetivos da UC, permitindo aos mestrandos a aquisição dos conhecimentos, competências e capacidades necessárias ao dimensionamento, operação, alteração e manutenção de sistemas de proteção em sistemas elétricos.*

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

*The syllabus of the course covers the study of protection systems to apply to electrical machines (motors, generators and transformers) as well as in the protection of electrical industrial installations and units of distributed generation. The identification of the main fault situations in electrical systems and of the types of protections and their requirements are also studied. The calculation of short-circuit currents and its importance to the selection and configuration of the protection devices is another pillar of the contents of this UC. Additionally, the program contents include the integration of the protection devices in automatic control systems. Therefore, the program contents are consistent with the goals of the UC, enabling the acquisition of knowledge, skills and abilities required for the design, operation, modification and maintenance of protection systems in electrical systems.*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*As aulas teóricas são lecionadas, na sua maioria, com recurso à projeção de acetatos, sendo os alunos incentivados a participar na discussão dos conteúdos. O docente procura ligar os conceitos em discussão à aplicação prática.*

*Nas aulas práticas os alunos são convidados a resolver alguns problemas práticos formulados pelo docente. Parte destas aulas é dedicada à execução/acompanhamento de um trabalho prático que constitui parte da avaliação final do aluno.*

*A avaliação dos alunos terá duas componentes:*

- prova escrita - 50%*
- trabalho prático - 50%*

*Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores.*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The theoretical contents are mostly taught using the projection of power point presentations. The students are encouraged to participate in the discussion of the contents. The contents are taught trying to link the concepts under discussion to the practical application.*

*In the lab classes, the students will have to solve some practical problems required by the teacher. Part of those classes will be used to perform/follow a practical work.*

*The final grade of the students will be based on:*

- a written exam - 50%*
- a project work - 50%*

*Each evaluation component will receive a grade between 0 and 20. The students must achieve a minimum of 9.5 on each component. The students will be approved if their final grade is equal or superior to 9.5 on a 0-20 scale.*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A exposição teórica dos diversos conceitos associados à unidade curricular permite a apresentação, explicação e a aquisição do conhecimento teóricos sobre o dimensionamento, a operação, a alteração e a manutenção de sistemas de proteção e comando em sistemas elétricos industriais, de unidades de produção distribuída e de redes elétricas de distribuição.*

*A exposição teórica procura, sempre que possível, estabelecer uma ligação à aplicação prática, apresentando exemplos de aplicação que permitam uma melhor compreensão dos assuntos. A promoção da participação ativa dos alunos nas aulas, discutindo os conceitos em apresentação, contribui para que os mestrandos atinjam os objetivos de aprendizagem da UC. O envolvimento dos alunos nas aulas teóricas é incentivado, nomeadamente através do estímulo para que estes efetuem algum estudo prévio dos assuntos a abordar durante as aulas. A utilização dos conhecimentos de alguns alunos, particularmente os obtidos na sua vida prática, é também uma ferramenta que permite uma transmissão de conhecimentos mais sustentada.*

*As aulas práticas-laboratoriais procuram fomentar o trabalho independente dos alunos, nomeadamente na resolução dos exercícios/problemas propostos e na realização dos trabalhos práticos da UC. Nestas aulas os alunos procedem ao cálculo de correntes de curto-circuito e estabelecem a ligação entre os valores obtidos e a sua utilidade prática no que concerne à escolha/configuração das proteções bem como ao cálculo de outros elementos das instalações elétricas. Algumas das aulas são dedicadas à exploração (ligação/configuração) de relés industriais com diferentes funções de proteção, permitindo aos alunos o reforço das competências.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The theoretical exposition of the various concepts associated with the UC allows the presentation, explanation and knowledge acquisition about sizing, operation, modification and maintenance of protection and control systems.*

*The theoretical exposition seeks, wherever possible, establish a connection to practical application, with application examples that allow a better understanding of the issues. The promotion of active participation of students in classes, discussing the concepts presented, contributes to the achievement of the learning objectives of the UC. The involvement of the students in the lectures is encouraged, particularly through the stimulus for the previous study of the issues to be addressed during class. The use of knowledge of some students, particularly those obtained in its practical life, is also a tool that allows a more sustained transmission of knowledge.*

*The practical classes seek to foster independent work of students, particularly in solving exercises / problems. In these classes the students proceed to the calculation of short-circuit currents and establish the link between the obtained values and their practical utility concerning the choice and configuration of the protection devices as well as the calculation of other elements of electrical installations. Some of the classes are dedicated to the exploration (connection / configuration) of industrial relays with different protection functions, allowing students to strengthen skills.*

*The development and presentation of a practical work, partially implemented on practical classes, also contribute to the accomplishment of the UC objectives.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

*Davies, T., Protection of industrial power systems, Oxford ; Boston, Mass. : Butterworth Heinemann, 1996*

*Stanley H. Horowitz, Arun G. Phadke, "Power System Relaying", Third Edition, ISBN: 978-0-470-05712-4, Wiley*

*C. Christopoulos, A. Wright, "Electrical Power System Protection", 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers*

*João Mamede Filho, "Instalações Eléctricas Industriais", Livros Técnicos e Científicos, Editora S. A., 1997*

*Leslie Hewitson, Mark Brown, Ramesh Balakrishnan, "Practical Power System Protection", Elsevier, 2005*

*Protection Application Handbook, ABB*

*ABB Electrical Installation Handbook, Vol. 1*

*Johns, A. T.; Digital protection for power systems. ISBN: 0-86341-303-X*

*The Electricity Training Association 340; Power System Protection. ISBN: 0-85296-834-5 (vol.1)*

*J. Gers and E. Holmes; Protection of Electricity Distribution Networks, 2nd Edition, THE IEE, 2007. ISBN: 0-86341-537-7 / 978-0-86341-537-1*

## **Mapa III - Sistemas Robóticos**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Sistemas Robóticos*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*António Manuel Pereira Ferrolho (T-19,5; PL-26)*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*N/A*

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

*Esta unidade curricular pretende dotar os alunos de competências relacionadas com o funcionamento dos sistemas robóticos na indústria atual.*

*Conhecimentos, capacidade e competências a adquirir:*

- Identificar as vantagens que resultam da utilização de sistemas robóticos nos modernos processos de fabrico;*
- Conhecer e saber utilizar atuadores e sensores em robótica industrial;*
- Saber programar robôs industriais;*
- Selecionar e integrar robôs manipuladores em sistemas industriais;*
- Compreender a importância das novas tecnologias da produção;*
- Saber elaborar programas CNC com o recurso a tecnologias de auxílio por computador (CAD/CAM);*
- Conhecer os diferentes tipos e funcionamentos das máquinas CNC.*

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

*The main aim of this course is to provide the students with qualification to understand the industrial robotics systems.*

*Competencies to be acquired:*

- Identify and understanding the advantages of industrial robotics in modern production systems;*
- Know and use sensors and actuators in industrial robotic;*
- Know programming industrial robots manipulators;*
- Select and integration of industrial robots in industrial systems;*
- Understand the aim of new production technology;*
- Develop CNC programming with CAD/CAM technology;*
- Know and programming CNC machines tools.*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Aspectos Tecnológicos da Robótica: configurações de robôs, sensores e tuadores*
- 2. Análise da Cinemática e da Dinâmica em robôs manipuladores industriais*
- 3. Linguagens de programação de robôs industriais*

4. Exemplos de aplicações de robôs industriais
5. Veículos Industriais Auto-Guiados
6. Células robotizadas e armazéns automáticos
7. Desenho Assistido por Computador (CAD)
8. Fabrico Assistido por Computador (CAM)
9. Fundamentos do Processo CAD/CAM
10. Máquinas-ferramenta de controlo numérico: programação e tecnologia

### 3.2.5. Syllabus:

1. Robotics technologies: configurations, sensors and actuators
2. Kinematics and dynamics in industrial robots
3. Programming languages for industrial robots
4. Industrial robots applications
5. Automated guided vehicle (AGV)
6. Automated storage and retrieval system (AS/RS)
7. Computer-aided design (CAD)
8. Computer-aided manufacturing (CAM)
9. CAD/CAM process
10. CNC machines: programacion and technology

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

*Os conteúdos programáticos estão distribuídos de forma a que o grau de complexidade aumente de forma gradual ao longo do tempo permitindo ao aluno, desta forma, atingir os objetivos propostos.*

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objetivos da unidade curricular uma vez que todos os tópicos incluídos no programa foram selecionados de modo a proporcionarem conhecimentos fundamentais na área dos Sistemas Robóticos. Com efeito, os capítulos 1, 2, 3 e 4 servem as competências a), b), c) e d). Os capítulos 5, 6, 7, 8 e 9 respondem às competências e) e f). Finalmente o capítulo 10 permite a concretização da competência g).*

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

*The syllabus is distributed in a way that the degree of complexity increases gradually over the time, allowing thereby the student to achieve the proposed objectives.*

*The syllabus is consistent with the objectives of the course, since all the topics included have been selected to provide fundamental knowledge on the Robotics Systems. The chapters 1, 2, 3 and 4 intended to meet the skills a), b), c) and d). The chapters 5, 6, 7, 8 and 9 answers to the skills e) and f). Finally, chapter 10 gives the achievement of skill g).*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Nas aulas teóricas é feita a apresentação das matérias teóricas, acompanhada pela realização de exercícios ilustrativos.*

*Nas aulas práticas os alunos são convidados a resolver alguns problemas práticos formulados pelo docente. Parte destas aulas é dedicada à execução/acompanhamento de um trabalho prático que constitui parte da avaliação final do aluno.*

*A avaliação dos alunos terá duas componentes:*

- prova escrita - 60%
- trabalho prático - 40%

*Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores.*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The theoretical lessons are made of the theoretical presentation, accompanied by illustrative exercises.*

*In practical lessons, students are asked to solve some practical problems formulated by the teacher. Part of these classes is devoted to the implementation/monitoring of practical work which is part of the final evaluation of the student.*

*Evaluation Methodology:*

1. Evaluation by final exam with the minimum score of 9.5 out of 20 (60% of grade);
2. Evaluation through practical work - reports, work in classrooms, computer programs and presentations (40% of grade).

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

*A metodologia de ensino apresentada permite que os alunos adquiram conhecimento quer dos fundamentos teóricos quer das aplicações práticas. Nas aulas teóricas são expostos os conceitos teóricos, sempre acompanhados com a resolução de exercícios ilustrativos das matérias dadas. Nas aulas práticas os alunos são convidados a resolver alguns problemas reais típicos da indústria.*

*O acompanhamento dos conteúdos por parte dos alunos ao longo do semestre é efetivado pela obrigatoriedade da realização e apresentação de trabalhos práticos laboratoriais. Apesar do principal objetivo destes trabalhos ser a aplicação das matérias ministradas e o acompanhamento da matéria lecionada, eles também contribuem de forma quantitativa para a classificação final da unidade curricular e são também um meio de frequência do horário tutorial para esclarecimentos de eventuais dúvidas.*

*A frequência das aulas, a atitude proativa do aluno perante as realidades que a unidade curricular apresenta e o esforço para a assimilação dos conteúdos programáticos, são cruciais para atingir os objetivos e competências da unidade.*

*A comunicação na unidade curricular é facilitada pela utilização das plataformas moodle e pelo web site interno da ESTGV (\\172.16.0.5\web\antferrolho), onde são disponibilizados elementos relacionados com a mesma, nomeadamente o programa e as normas, o enunciado dos trabalhos práticos, enunciados das provas de avaliação e os apontamentos preparados pelo docente referentes a todos os tópicos ministrados.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodology presented allows students to acquire knowledge of either the theoretical or practical applications. Theoretical classes are exposed theoretical concepts, always accompanied by solved exercises illustrative of the matters given. In practical classes, students are asked to solve some real problems typical of the industry.*

*The monitoring of the contents by the students throughout the semester is accomplished by mandating the completion and submission of practical laboratory work. Although the main objective of this work is the application of the subjects taught and monitoring of matter taught, they also contribute to the quantitative classification end of the course and are also a means of frequency of tutorial time for clarification of any doubts.*

*A communication course is facilitated by the use of Moodle platforms and the internal web site ESTGV (\\172.16.0.5\web\antferrolho), which are available elements related to it, including the program and the rules, the statement of practical work, set of assessment tests and notes prepared by the teacher regarding all topics taught.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

- H. Asada and J. J. E. Slotine - Robot Analysis and Control. John Wiley & Sons, Inc., 1986.
- CRAIG, John G. - Introduction to robotics: mechanics & control. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, 1986. ISBN 0-201-10326-5. Cota[681.5 CRA INT]
- MCKERROW, Phillip John - Introduction to robotics. Singapore: Addison-Wesley, 1990. ISBN 0-201-18240-8.
- FU, K.S.; GONZALEZ, R.C.; LEE, C.S.G. - Robotics: control, sensing, vision, and intelligence. New York: McGraw-Hill, 1987. ISBN 0-07-022625-3. Cota[681.5 FU ROB]
- GROOVER, Mikell - Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing / Mikell P. Groover. 2ª ed. New Jersey: Prentice-hall, 2001. ISBN 0-13-088978-4. Cota[681.5 GRO]
- Y. Koren - Computer Control of Manufacturing Systems. Mc Graw Hill, 1983.
- U. Rembold, B.O. Nnaji and A. Storr - Computer Integrated Manufacturing and Engineering. Addison-Wesley, 1993.

## **Mapa III - Sistemas de Automação**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Sistemas de Automação*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Miguel Francisco Martins de Lima (T-19,5; PL-26)*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*N/A*

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

*Pretende-se dotar o aluno com conhecimentos acerca da supervisão de processos industriais. Serão estudadas ferramentas de modelação dos sistemas de automação que permitirão otimizar estes sistemas. Adicionalmente serão abordadas técnicas da inteligência artificial utilizadas no domínio da automação. Serão também estudados os aspectos das avarias e da manutenção dos sistemas de automação.*

*Competências a adquirir:*

*O1 -Conhecimento dos componentes da cadeia de supervisão.*

*O2 - Capacidade para analisar, otimizar e integrar sistemas de automação industriais.*

*O3 - Aplicar técnicas de inteligência artificial à automação.*

*O4 - Conhecer e aplicar técnicas de inspeção dos equipamentos.*

*O5 - Capacidade para conceber e realizar planos de manutenção.*

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

*Analysis of techniques used in supervision of industrial processes. Several modeling tools used in the automation field will be studied which allow the optimization of the systems. Additionally, some artificial intelligence techniques used in the automation field will be presented. The failure and maintenance aspects will be studied too.*

**Competencies to acquire:**

- O1- Knowledge about the components of the supervision chain.*
- O2 - Capability to analyze, optimize and Integration of industrial systems.*
- O3 - Ability to apply techniques of artificial intelligence to the automation systems*
- O4 - Knowledge and capability to apply inspection techniques to the equipments*
- O5 - Capability to develop maintenance plans.*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Supervisão de processos industriais*

*Métodos de supervisão e controlo*

*HMI*

*Ferramentas SCADA*

*Tecnologia OPC*

*Deteção de falhas*

*2. Modelação de sistemas de automação*

*Revisões de Graficet*

*Redes de Petri*

*Relação entre as redes de Petri e o Graficet*

*3. Métodos de Inteligência artificial*

*Sistemas periciais: conceitos básicos, estrutura e Aplicações*

*Lógica Fuzzy: conceitos básicos e terminologia*

*Sistemas de inferência Fuzzy*

*Tipos de controladores Fuzzy e aplicações*

*Redes neuronais: Conceitos básicos e aplicações*

*4. Manutenção*

*Ciclo de vida do projeto: implementação, operação e desativação*

*Modelos de manutenção e a função custo*

*Fiabilidade e disponibilidade*

*Taxa de avarias e função de risco, probabilidades e fiabilidade, modelos estatísticos, distribuições mais comuns de fiabilidade, análise de risco*

*Sistemas redundantes e fiabilidade de conjuntos*

*5. Técnicas de inspeção: análise de vibrações, termografia por infravermelhos e outras técnicas*

### **3.2.5. Syllabus:**

*1. Supervision of industrial processes*

*Methods for supervision and control*

*HMIs*

*SCADA tools*

*Integration of equipments: OPC technology*

*Fault detection*

*2. Modeling the automation systems*

*Review of Graficet concepts*

*Petri Nets*

*Petri Nets versus Graficet*

*3. Artificial intelligence methods*

*Expert systems: fundamental concepts, structure and applications*

*Fuzzy logic: fundamental concepts and terminology*

*Fuzzy inference systems*

*Types of Fuzzy controllers and applications*

*Neural networks: fundamental concepts and applications*

*4. Maintenance*

*Project Life Cycle: implementation, production and shut-down*

*Maintenance models and the cost function*

*Reliability and availability*

*Failure rates and the risk function, probabilities and reliability, statistical models, common distributions of reliability, risk analysis*

*Redundant systems and reliability*

*5. Inspection techniques: vibrations analysis, infrared thermographic inspection and other techniques.*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Os conteúdos programáticos estão organizados de forma que os conteúdos subsequentes possam aproveitar o conhecimento adquirido nos conteúdos anteriormente ministrados. São propostos aos alunos trabalhos práticos relativos aos assuntos ministrados nas aulas teóricas. A demonstração da coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (On), como a seguir se explicita:*

*O1 – Capítulo 1 do programa*

*O2 – Todos os assuntos ministrados nas aulas teóricas e práticas contribuem para este objetivo.*

*O3 – Capítulo 3 do programa*

O4 – Capítulo 5 do programa

O5 – Capítulos 4 e 5 do programa

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

*The contents are organized in such a way that the subsequent contents take advantage of the knowledge acquired in the contents previously taught. Several practical works related to the syllabus chapters are proposed to the students. The demonstration of coherence arises from the interconnection of the syllabus with the learning objectives (On), as following explained:*

O1 – Chapter 1 of syllabus

O2 – All the chapters of syllabus add to this Competency:

O3 – Chapter 3 of syllabus

O4 – Chapter 5 of syllabus

O5 – Chapters 4 and 5 of syllabus

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Metodologias:*

*M1 - Aulas teóricas – método expositivo com utilização do projetor de vídeo e quadro.*

*M2 - Aulas práticas - os alunos são convidados a resolver alguns problemas práticos formulados pelo docente. Parte destas aulas será dedicada à execução/acompanhamento de um trabalho prático diferente para cada grupo de trabalho e que constitui parte da avaliação final.*

*M3 Os trabalhos realizados pelos alunos permitem consolidar conhecimentos sobre os assuntos das aulas teóricas.*

*M4 No final do semestre todos os grupos apresentam o trabalho, de forma que todos os alunos tenham uma visão dos trabalhos diferentes realizados.*

*A avaliação dos alunos terá três componentes:*

*- prova escrita - 50%*

*- trabalho prático - 40%*

*- assistência e participação nas aulas - 10%*

*Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores.*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Methodologies:*

*M1 Lectures – expository method using the video projector and black/white board.*

*M2 Practical lessons – The students implement practical works that contribute to the final evaluation.*

*M3 The practical works allow students to consolidate knowledge on the subjects taught in Lectures*

*M4 At the end of the semester all the workgroups present the own work, so that all students have a view of the different works done.*

*The final grade of the students will be based on three components:*

*- a written exam - 50%*

*- a project work - 40%*

*- the attendance and the participation – 10%*

*Each evaluation component will receive a grade between 0 and 20. The students must achieve a minimum of 9.5 on each component. The students will be approved if their final grade is equal or superior to 9.5 on a 0-20 scale.*

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

*As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos. Neste sentido apresentam-se a seguir as principais interligações entre as metodologias de ensino (Mn) e os respetivos objetivos de aprendizagem (On).*

*- Metodologia M1: Objetivos de aprendizagem: todos*

*- Metodologia M2 e M3: Cada grupo de trabalho irá aprofundar um ou mais dos objetivos de aprendizagem, dependendo do trabalho escolhido e realizado.*

*- Metodologia M4: Objetivos de aprendizagem: todos*

*A metodologia de ensino apresentada permite que os alunos adquiram conhecimento dos fundamentos teóricos, bem como a sua aplicação. Nas aulas teóricas são expostos os conceitos teóricos, acompanhados de exemplos reais. Nas aulas práticas são resolvidos/implementados trabalhos ilustrativos das matérias dadas.*

*O acompanhamento ao longo do semestre dos principais conteúdos por parte dos alunos é efetivado pela obrigatoriedade da realização do trabalho de grupo. Apesar do principal objetivo dos trabalhos ser a aplicação das matérias ministradas, eles também contribuem de forma quantitativa para a classificação final da unidade curricular.*

*A frequência das aulas, a atitude proativa do aluno perante as realidades que a unidade curricular apresenta e o esforço para a assimilação dos conteúdos programáticos, são cruciais para atingir os objetivos e competências da unidade.*

A comunicação na unidade curricular é facilitada pela utilização da plataforma moodle, onde são disponibilizados elementos relacionados com a mesma, nomeadamente o programa e as normas, o enunciado dos trabalhos, enunciado de um exemplo de uma prova de avaliação e os apontamentos preparados pelo docente referentes a todos os capítulos ministrados.

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The goal of teaching-learning methodologies is the development of the main learning skills of the students. In this line of thought the major interconnections between the teaching methodologies (Mn) and the respective learning objectives (On) are presented:

-M1 methodology: learning outcomes: all

-M2 and M3 methodologies: Each workgroup will deepen their knowledge of the learning outcomes, depending on the work done.

-M3 methodology: learning outcomes: all

-M4 methodology: learning outcomes: all

The teaching methodology presented allows students to acquire knowledge of the theoretical foundations as well as their application. In the lectures classes the theoretical concepts are exposed, accompanied by real examples. In the practical classes are resolved/implemented works illustrative of the subjects taught in lectures.

The compulsory work, that have to be presented to the colleagues and deliver in the form of report, allow students to follow the main contents of syllabus. Although the main objective of the individual works is the application and the tracking of matter taught, they also contribute quantitatively to the final mark.

In order to achieve the objectives and competences of the unit is very important the students attend the classes and be proactive.

The moodle is adopted as the main platform to share contents related to the curricular unit. In this platform are available several elements related to the unit, in particular the syllabus and the rules of assessment, the homework description, an evaluation exam example and the notes for all the syllabus chapters prepared by the professor.

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:

- Practical SCADA for Industry, David Bailey, Edwin Wright, Elsevier, 2003.
- Practical Modern SCADA Protocols, Gordon Clarke, Deon Reynders, Edwin Wright, Elsevier, 2004
- Computer Integrated Manufacturing and Engineering, U. Rembold, B.O. Nnaji, A. Storr, Addison-Wesley, 1993.
- Técnicas de Automação, J. R. Caldas Pinto, Lidel-edições técnicas, 2004.
- Fuzzy Control, Kevin Passino, Stephen Yurkovich, Addison-Wesley, 1998.
- Manutenção centrada na fiabilidade, Rui Assis, Lidel, 1997
- Souris, J.P., Manutenção Industrial – Custo ou Benefício?, LIDEL – Edições Técnica, 1992
- Teacher-prepared notes

## Mapa III - Produção Renovável de Electricidade

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Produção Renovável de Electricidade*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Eduardo Miguel Teixeira Mendonça Gouveia (T-19,5; PL-18)*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Vasco Eduardo Graça Santos (PL-8)*

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

*Esta unidade curricular pretende dotar os alunos de competências no âmbito da produção renovável de eletricidade, particularmente no que se refere a unidades ligadas às redes de média e de alta tensão.*

*Competências a adquirir:*

- a) *Enquadrar a produção distribuída de eletricidade no âmbito da problemática ambiental e na política energética Portuguesa e Europeia*
- b) *Operar e manter unidades de produção distribuída ligadas às redes de média e alta tensão*
- c) *Interpretar esquemas eléctricos e definir planos de manutenção para unidades de produção distribuída*
- d) *Integrar equipas de projeto e dimensionamento de unidades de produção distribuída*
- e) *Compreender e atuar no sentido de mitigar os problemas inerentes à integração da produção distribuída nas redes eléctricas*



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

*This course aims to provide students with skills in the renewable electricity generation, mainly regarding the units connected to MV and HV networks.*

*Competencies to be acquired:*

- *Contextualize the distributed generation of electricity in the environmental issues, mainly regarding the Portuguese and UE electricity policies;*
- *Operate and maintain distributed generation units connected to MV and HV networks;*
- *Analyze wiring diagrams and define maintenance plans for distributed generation units;*
- *Integrate teams for distributed generation units project;*
- *Understand and act to mitigate the problems related to integration of distributed generation in the electricity networks.*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

#### 1.Energia e Ambiente

*Questões ambientais*

*Produção convencional e produção distribuída de energia*

*Legislação aplicável e remuneração da produção distribuída de eletricidade em Portugal*

#### 2.Energia Eólica

*Potencial eólico*

*Princípios da conversão da energia eólica em eletricidade*

*Geradores eólicos*

#### 3.Energia hídrica

*Princípios da conversão da energia hídrica em eletricidade*

*Tipos de turbinas, geradores eléctricos e de aproveitamentos*

*Critérios básicos de projeto*

#### 4.Energia da biomassa

*Conceitos, tecnologias e equipamentos na conversão da energia da biomassa em eletricidade*

#### 5.Energia das ondas e das marés

*Conceitos, tecnologias e equipamentos na conversão da energia das ondas e das marés em eletricidade*

#### 6.Operação e manutenção de centrais eléctricas

*Turbinas, Geradores, Equipamentos*

*Exploração(esquemas eléctricos)*

#### 7.Impactos da integração técnica da produção distribuída nas redes

#### 8.Dimensionamento dos ramais de ligação da produção distribuída

### 3.2.5. Syllabus:

#### 1.Energy and Environment

*Environmental issues*

*Conventional generation and distributed generation*

*Applicable laws and remuneration of distributed generation in Portugal*

#### 2.Wind Power

*Wind power availability*

*Principles of converting wind energy into electricity*

*Generators*

#### 3.Hydroelectric Power

*Principles of conversion of hydropower into electricity*

*Types of turbines, electric generators and hydroelectric facilities*

*Basic design criteria*

#### 4.Biomass Energy

*Concepts, technologies and equipments in the conversion of biomass energy into electricity*

#### 5.Wave energy

*Concepts, technologies and equipments in the conversion of wave energy into electricity*

#### 6.Operation and maintenance of electrical power facilities

*Turbines, Generators, Equipments*

*Operation (wiring diagrams)*

#### 7.Technical impacts of distributed generation

#### 8.Design of the connections of distributed generation facilities to MV networks

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

*Os conteúdos programáticos estão em perfeita consonância com os objetivos/competências. Com efeito o capítulo 1 pretende satisfazer a competência a). Deste caso são exemplo a análise de registos de produção de parques eólicos e o cálculo do preço da energia injectado na rede receptora portuguesa. Os capítulos 2, 3, 4, 5 respondem às competências b) e d). Na aquisição destas competências, o estudo das várias tecnologias de produção incluindo a influência de vários factores (altura das turbinas, dados hidrológicos, coordenação de protecções, etc) nas estimativas da energia produzida é determinante. Também o capítulo 8, onde se faz o dimensionamento dos ramais contribui para aquisição da competência d). O capítulo 6, onde por exemplo se identificam e definem acções de manutenção em função do tipo de geradores, observa a competência c). O capítulo 7 que é implementando recorrendo, em parte, a programas de fluxo de cargas atende à competência e).*

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

*The course contents are fully in concordance with the objectives/skills. Indeed Chapter 1 1 is intended to meet the skill a). This is the situation of the analysis of generation data of wind farms and energy price calculation injected into the Portuguese distribution network. Chapters 2, 3, 4, 5 replies to skills b) and d). For the acquisition of these skills, the study of the various generation technologies including the influence of several factors (height of the turbines, hydrologic data, coordination of electrical protections, etc.) in the estimates of the energy produced is significant. Also chapter 8, where it is performed the design of the connections from distributed generation facilities contributes to acquire competence d). Chapter 6, where among other issues are defined maintenance actions depending on the type of generators, provides the competence c). Chapter 7 which is implemented using (in part) power flow programs meets the competence e).*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas teóricas serão divididas em duas partes, correspondendo a primeira a 85% da aula e a segunda a 15%. Na segunda parte de cada aula o docente disponibilizará informação e fornecerá orientações genéricas para que os alunos possam efectuar um estudo inicial do assunto a abordar na aula teórica seguinte. A primeira parte de cada aula teórica será destinada à apresentação e discussão do assunto proposto na aula anterior.*

*Nas aulas práticas os alunos serão convidados a resolver alguns problemas práticos formulados pelo docente. Parte destas aulas será dedicada à execução/acompanhamento de um trabalho prático que constitui parte da avaliação final do aluno.*

*A avaliação dos alunos terá duas componentes:*

- prova escrita - 50%*
- trabalho prático - 50%*

*Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores.*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The theoretical classes will be divided into two parts, the first occupying about 85% of the class and the second about 15%. The second part of each class will be used to provide information and guidelines to the students, allowing them to perform an early study of the subjects of the following class. The first part will be used to present and discuss the subjects introduced during the second part of the previous class.*

*In the practical classes, students will have to solve some practical problems required by the teacher. Part of those classes will be used to perform/follow a practical work.*

*The final grade of the students will be based on:*

- a written exam - 50%*
- a project work - 50%*

*Each evaluation component will receive a score between 0 and 20. The students must achieve a minimum of 9.5 on each component. The students will be approved if their final grade is equal or superior to 9.5 on a 0-20 scale.*

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

*A presente UC insere-se na área de energia do curso. As estratégias adotadas foram sempre direcionadas para a aplicação de casos reais ao nível industrial. Na aplicação desta estratégia a metodologia de ensino consistiu na construção de situações equivalentes encontradas às do meio industrial sendo o aluno solicitado a participar na resolução dos problemas propostos. Os problemas eleitos são completamente coerentes com os objetivos uma vez que de uma forma geral cobrem a generalidade das competências solicitadas.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*This course falls under the energy field, one of the main areas of the present master's degree course. The strategies adopted were always directed to the application of real cases at the industry. For implementing this strategy the teaching methodology consisted of the construction of situations equivalent to the industrial environment. Then the student is invited to participate and solve the problems proposed. The chosen problems are completely consistent with the objectives once cover the majority of the skills required.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:

*Mukund R. Patel, "Wind and Solar Power Systems", Taylor & Francis, 2006 (Cota ESTGV - 621.31 PAT)*

*Karni, Shlomo, "Analysis of electrical networks/ Shlomo Karni . - Singapore: John Wiley, 1986 (Cota ESTGV - 621.3.04 KAR ANA)*

*Scott A. Spiewak, Larry Weiss, "Cogeneration & Small Power Production Manual", The Fairmont Press, Inc, 1997 (Cota ESTGV - 620.9 SPI)*

*Ackermann T, "Wind Power in Power Systems", Willey, January 2005, (Cota ESTGV - 621.31 WIN)*

*Eutsche Gesellschaft Für Sonnenenergie, "Planning and installing photovoltaic systems: a guide for installers,*

architects, and engineers”, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie . - 2nd ed . - London: Earthscan, 2008 (Cota ESTGV 620.9 PLA)

Alerich, W. N., Keljik J. “Electricity 3: Power generation and delivery” 7th ed . - Australia: Delmar, 2001 (Cota ESTGV: 621.313 ALE)

### Mapa III - Electrónica Industrial

#### 3.2.1. Unidade curricular:

*Electrónica Industrial*

#### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Daniel Filipe Albuquerque (T-19.5; PL-26)*

#### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*N/A*

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

*A Unidade Curricular de Electrónica Industrial tem como principal objetivo transmitir ao aluno os conceitos de acondicionamento eletrónico de energia eléctrica. A disciplina pretende dotar o aluno com a capacidade de analisar e projetar conversores baseados em electrónica de potência, com aplicabilidade em fontes comutadas e sistemas de energia renováveis; escolher de forma apropriada topologias de conversão e controladores adequados às possíveis aplicações; utilizar pacotes de simulação para análise e projeto.*

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

*The course Industrial Electronics has the main goal of provide the student with skills related to electrical energy conditioning based on electronics. The course aims to provide students with the ability Design and analysis of electronic power converters to be applied switched power sources and renewable power systems; Select converter topologies and controllers to specific applications; use of simulation software for design and analysis.*

#### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Componentes semicondutores utilizados em electrónica de potência*
- 2. Circuitos eléctricos e magnéticos aplicados*
- 3. Estruturas de processamento de energia eléctrica, baseadas nos semicondutores (conversores)*
- 4. Topologias de sistemas de processamento de energia eléctrica*
- 5. Controle dos sistemas de processamento de energia eléctrica*
- 6. Tecnologias de suporte aos sistemas de processamento*
- 7. Mecânica de simulação*
- 8. Aplicações (unidades de alimentação/transmissão (redes)/energias renováveis/...)*

#### 3.2.5. Syllabus:

- 1. Main semiconductor components used in power electronics*
- 2. Structural electrical and magnetic circuits*
- 3. Semiconductor based structures for electrical power processing (power converters)*
- 4. Topologies for electrical energy processing*
- 5. Electrical energy processing systems control*
- 6. Supporting technologies for electrical processing systems*
- 7. Simulation mechanics*
- 8. Applications (source/transmission units/renewable energies/...)*

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

*Os conteúdos programáticos estão distribuídos com um grau de complexidade crescente permitindo ao aluno atingir os objetivos propostos. Numa primeira abordagem são apresentados os componentes eletrónicos usados no acondicionamento eletrónico de energia eléctrica, bem como alguns circuitos simples. Durante a exposição teórica serão apresentados vários exemplos práticos simples que estes poderão implementar e testar na componente prática. Após a compreensão do princípio de funcionamento dos diversos componentes e circuitos serão introduzidos diversas técnicas de processamento e controlo das grandezas adquiridas com um grau de complexidade crescente. Durante a exposição teórica serão apresentados vários exemplos simples que o aluno poderá implementar e analisar usando software de simulação. Os conceitos adquiridos serão utilizados gradualmente no desenvolvimento de um trabalho prático de aplicação, que deverá ser implementado e testado pelos alunos no decorrer da unidade.*

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

*The syllabus are distributed in a way that the degree of complexity increases gradually over time, allowing thereby the student to achieve the proposed objectives. In a first approach the components and circuits used for electrical energy conditioning based on electronics are presented. During the theoretical exposition will be presented several simple examples that can be implemented and tested in the practical component. After understanding the principle of*

operation of the circuits and components previously presented, several techniques for processing and control of the acquired quantities are introduced. During the theoretical exposition will be presented several simple examples that students can implement and analyze using software for simulation. The acquired concepts will be used gradually in the development of a practical application, which should be implemented and tested by students during the unit.

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*As aulas teóricas serão divididas em duas partes, correspondendo a primeira a 66% da aula e a segunda a 33%. Na segunda parte o docente disponibilizará informação e fornecerá orientações para que os alunos possam efetuar um estudo do assunto a abordar na aula seguinte. A primeira parte será destinada à apresentação e discussão do assunto proposto na aula anterior.*

*Nas aulas práticas os alunos efetuarão montagens propostas pelo docente e retirarão conclusões baseadas na variação das condições de aplicação. Parte destas aulas será dedicada ao acompanhamento de um trabalho prático que constitui parte da avaliação.*

*A avaliação dos alunos terá duas componentes:*

*- prova escrita - 40%*

*- parte prática: assistência e participação – 10% + avaliação da execução do trabalho – 30% + relatório final – 20%*

*Em cada componente da avaliação, o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final ponderada superior a 9,5 valores.*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The lecture classes will be divided into two parts, the first occupying 66% of the time and the second 33%. The second part will be used to provide information and guidelines to the students, allowing them to address the subjects for discussion on the following lecture. The first part will be used to present and discuss the subjects introduced on the previous lecture.*

*In the lab classes, the students will assemble applications and to draw conclusion based on the change of parameters. Part of the lab classes will be used to follow a practical work that accounts for the final grading.*

*The grading evaluation has three components:*

*- a written test - 50%*

*- a practical part: attendance and participation – 10% + running execution of the practical work – 30% + final report – 20%*

*In each evaluation component (written/lab) the student must attain a minimum of 9.5 in a scale of 0 to 20. The student will get the grade if he reaches a final weighted grade of 9.5 in a 0 to 20 scale.*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino apresentada permite que os alunos adquiram conhecimento dos fundamentos teóricos, bem como a sua aplicação prática. Na segunda parte das aulas teóricas é feita uma exposição detalhada da matéria, utilizando sempre que possível, problemas reais que o aluno poderá encontrar na sua carreira profissional. A metodologia apresentada fomenta a interação com o aluno através discussão de soluções para os diversos problemas apresentados. Na primeira parte das aulas teóricas serão apresentados e resolvidos diversos problemas por parte dos alunos, com a supervisão do docente, relativos à matéria exposta na segunda parte, estimulando sempre que possível a iniciativa e capacidade para resolução de problemas tanto em grupo como individualmente. Nas aulas práticas serão realizados diversos trabalhos práticos e simulações, que permitem aplicar os conceitos teóricos adquiridos. Para além disso será realizado um trabalho prático de aplicação para a resolução de um problema real. O qual deverá ser acompanhado de um relatório escrito onde terão de defender as soluções e opções tomadas no decorrer do trabalho.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The presented teaching methodology allows students to acquire knowledge of the theoretical foundations as well as their practical application. In the second part of the lectures is presented a detailed subject exposition, using wherever possible, real problems that students may encounter in their professional careers. The presented teaching methodologies, promotes interaction with students through discussion of solutions to several presented problems. The first part of the lectures are oriented to solving several problems with the teacher supervision of the subject presented in the second part of the lecture, stimulating the initiative wherever possible and capacity for solving problems in both group and individually. In the laboratory classes will be conducted several practical works and simulations applying this way, all acquired knowledge to solve a real problem. Additionally the students will develop a practical work to solve a real problem application. Which must be followed by a written report which will have to defend the solutions and options made during the work.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

*Mohan, Ned; Robbins, William P.; Undeland, Tore M.; Power Electronics: Converters, Applications, and Design; John Wiley & Sons. 1995 [621.38 MOH POW]*

*Blaabjerg, Frede; Kazmierkowski, Marian; Krishnan, R.; Control in Power Electronics; Academic Press. 2002 [621.38 CONJ]*

*Bose, Bimal K.; Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends; Elsevier. 2006 [621.38 BOS]*

*Cirstea, M. N.; Neural and Fuzzy Logic Control of Drives and Power Systems; Newnes. 2002 [681.5 NEU]*

*Luo, Fang Lin; Rashid, Muhammad; Ye, Hong; Digital Power Electronics and Applications; Elsevier. 2005 [621.38 LUO]*

*Saccomanno, Fabio; Electric Power Systems, Analysis and Control; IEEE Press. 2003 [621.3.05 SAC]*

### Mapa III - Mercados de Energia, Optimização Energética e Microgeração

#### 3.2.1. Unidade curricular:

*Mercados de Energia, Optimização Energética e Microgeração*

#### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Paulo Moisés Almada da Costa (T-19,5; PL-26)*

#### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*N/A*

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

*Esta unidade curricular pretende dotar os alunos de um conjunto de competências relativas ao funcionamento dos mercados de eletricidade. Pretende-se ainda que os alunos adquiram competências relativas à definição de estratégias de otimização energética em instalações industriais e de edifícios de serviços.*

*Conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:*

- *Compreender e atuar no ambiente regulatório, comercial e empresarial que caracteriza os atuais sistemas elétricos;*
- *Definir políticas de aquisição de eletricidade;*
- *Identificar e propor soluções para melhoria da eficiência energética em instalações elétricas industriais e de edifícios de serviços, incluindo soluções baseadas em domótica e na utilização de sistemas de gestão de energia;*
- *Projetar e otimizar a exploração de sistemas de microgeração;*
- *Compreender e atuar no âmbito dos conceitos emergentes de microrede e de redes de distribuição inteligentes.*

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

*It is intended to provide students a set of skills related to the operation of electricity markets. Moreover, students are expected to acquire skills related to energy optimization in industrial and services facilities.*

*Competencies to be acquired:*

- *Understand and act in the regulatory, trade and business environment that characterized the current electrical systems*
- *Define policies for electricity purchase*
- *Identify and propose solutions for improving energy efficiency in industrial and services facilities, including solutions based on domotic and Energy consumption control systems*
- *Design and optimize microgeneration facilities*
- *Understand and act within the emerging concepts of microgrids and intelligent distribution networks*

#### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Mercados de energia elétrica ( Reestruturação dos sistemas elétricos, organização e gestão do sistema elétrico português, mercado ibérico de eletricidade)*
- 2. Auditorias energéticas (vertente elétrica)*
- 3. Medidas para otimização energética em instalações industriais/serviços (incluindo a análise de opções tarifárias e a utilização de modelos de otimização de aquisição de eletricidade em ambiente de mercado)*
- 4. Sistemas de controlo e gestão de consumos*
- 5. Qualidade de energia elétrica*
- 6. Microgeração de eletricidade (sistemas PV, micro-eólicos, micro-CHP, sistemas isolados, sistemas interligados)*
- 7. Microredes elétricas e redes de distribuição inteligentes*

#### 3.2.5. Syllabus:

- 1. Electricity markets (Power system restructuring, organization and management of Portuguese power system, Iberian electricity market)*
- 2. Electrical energy audit*
- 3. Measures for energy optimization in industrial/services facilities (including analysis of tariff options and use of optimization models for purchasing electricity in a market environment)*
- 4. Energy consumption control systems*
- 5. Power quality*
- 6. Microgeneration of electricity (PV, micro-wind, micro-CHP systems, stand alone and interconnected systems)*
- 7. Microgrids and smartgrids*

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

*A UC inicia-se com o estudo de mercados de energia com especial ênfase no mercado Ibérico de eletricidade, permitindo aos alunos a compreensão destes conceitos e o desenvolvimento de capacidade de atuação neste âmbito, nomeadamente no que se refere à definição de políticas de aquisição de eletricidade. Em seguida são estudadas medidas de otimização energética, com ênfase na parte elétrica, permitindo aos alunos a identificação de soluções*

para racionalização de consumos. Neste âmbito são ainda estudados sistemas de gestão de energia bem como a sua utilidade em ambiente de mercado e na definição de políticas de aquisição de eletricidade. A qualidade da energia e a sua relação com os custos da energia e com custos relacionados com perdas de produção são igualmente abordados. Finalmente, a UC permite aos estudantes estudar os conceitos de microprodução e a respetiva otimização, bem como conceitos emergentes como as microrredes e as redes inteligentes.

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

*The UC begins with the study of energy markets with emphasis on the Iberian electricity market. This gives the students the understanding of these concepts and the ability to define policies of purchasing electricity. Then, the students study energy optimization measures, with emphasis on the electrical energy, allowing the identification of solutions for rationalization of consumptions. Within this framework are still studied energy management systems as well as its usefulness in the definition of policies for electricity acquisition in market environment. The electrical power quality and its relation to energy costs and costs related to production losses are also dealt with. Finally, the contents of the UC include the concepts of microgeneration and its optimization, as well as emerging concepts as microgrids and smart grids.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas teóricas são lecionadas, na sua maioria, com recurso à projeção de acetatos, sendo os alunos incentivados a participar na discussão dos conteúdos. O docente procura ligar os conceitos em discussão à aplicação prática.*

*Nas aulas práticas os alunos serão convidados a resolver alguns problemas propostos pelo docente. Parte destas aulas será dedicada à execução/acompanhamento de um trabalho prático que constitui parte da avaliação final do aluno.*

*A avaliação dos alunos terá duas componentes:*

- prova escrita - 50%*
- trabalho prático - 50%*

*Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores.*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The theoretical contents are mostly taught using the projection of power point presentations. The students are encouraged to participate in the discussion of the contents. The contents are taught trying to link the concepts under discussion to the practical application.*

*In the lab classes, the students will have to solve some practical problems required by the teacher. Part of those classes will be used to perform/follow a practical work.*

*The final grade of the students will be based on:*

- a written exam - 50%*
- a project work - 50%*

*Each evaluation component will receive a grade between 0 and 20. The students must achieve a minimum of 9.5 on each component. The students will be approved if their final grade is equal or superior to 9.5 on a 0-20 scale.*

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

*A exposição teórica dos diversos conceitos associados à unidade curricular permite a apresentação, explicação e a aquisição do conhecimento sobre o funcionamento dos mercados de energia e as suas implicações no papel dos modernos gestores de energia. A realização de exercícios sobre o comportamento dos preços da eletricidade e do acesso às redes e sobre o funcionamento de um mercado diário de eletricidade facilitam a perceção do funcionamento dos mercados. A ligação dos conceitos apresentados a situações práticas permite que os alunos apreendam com maior facilidade os conceitos inerentes aos mercados de eletricidade.*

*No que se refere às auditorias elétricas, são apresentados acetatos com apresentação teórica dos pontos mais importantes a considerar na realização de tais estudos. Na prática são analisados diversos casos de estudo visando determinar situações de otimização diversas (compensação do fator de potência, escolha de motores de alto rendimento, determinação de secção económica, etc.), o que contribui decisivamente para a aquisição de competências. Adicionalmente são resolvidos exercícios relativos ao cálculo dos custos evitados e à respetiva análise económica, permitindo dotar os alunos de ferramentas de apoio à decisão sobre a realização de investimentos. Uma vez mais, procura-se ligar os conceitos teóricos à realidade prática, nomeadamente tentando mostrar que nem sempre as medidas de racionalização são viáveis, devido às dificuldades técnicas e financeiras. Os sistemas de gestão de consumos são, neste contexto, abordados com alguma profundidade, procurando transmitir aos alunos a ideia de que se tratam de sistemas para auxílio do gestor de energia e não para sua substituição. O SGCI é abordado em profundidade, sendo que os alunos resolvem exercícios relativos à determinação de indicadores como a intensidade energética ou a intensidade carbónica de um processo de produção industrial.*

*A exposição dos conceitos de micro e miniprodução é efetuada recorrendo a apresentações em power point. As tecnologias mais relevantes aplicáveis são apresentadas e discutidas, bem como as técnicas de dimensionamento. Nas aulas práticas são resolvidos casos de estudo que permitem estimar a produção de aproveitamentos eólicos e*

fotovoltaicos, prever o respetivo desempenho económico e dimensionar uma instalação deste género. A interligação dos conceitos de microgeração e minigeração com conceitos emergentes como as virtual power plants, a resposta dos consumidores aos preços da energia, o fornecimento de serviços à rede e as “smart grids” permite alargar os horizontes dos alunos, preparando-os para lidarem com sistemas que, num futuro próximo, poderão começar a disseminar-se pelas redes elétricas de distribuição.

A realização e apresentação de um trabalho prático final, baseado e parcialmente concretizado em aulas práticas, contribuem também para a aquisição das referidas competências.

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The theoretical exposition of the various concepts associated with the UC allows the presentation, explanation and the acquisition of knowledge about the functioning of energy markets and their implications for the role of modern energy managers. The exercises about the prices of electricity and of the access to networks as well as about the functioning of a daily market of electricity allows a easier perception of concepts. The connection of the presented concepts to practical situations also contributes for the acquisition of the concepts by the students.*

*Regarding electrical audits, acetates are used to present the theoretical concepts, namely relating to the most important points to consider when conducting such studies. In practical classes, a set of case studies are analyzed, involving various optimization situations (power factor compensation, choice of energy efficient motors, determination of the economic section, etc.). This contributes decisively to the acquisition of skills by the students. Additionally are solved exercises on the calculation of avoided costs and the respective economic analysis, allowing to provide students with tools to support decision making investments. Again, we try to connect the concepts to practical reality, namely trying to show that not always the measures of consumption rationalization are feasible due to technical and financial constraints. The energy consumption control systems are discussed, trying to convey to students the idea that these are systems to help the energy manager and not for their replacement. The SGCIE is discussed in depth, and students solve exercises related to the determination of indicators such as energy intensity or carbon intensity of an industrial production process.*

*The exposition of the concepts of microgeneration and minigeneration is performed. The most relevant applicable technologies are discussed as well as the techniques of sizing. In practical classes are solved case studies that allow estimating the production of wind farms and photovoltaic facilities. Some exercises about the prediction of the economic performance and about the sizing of such generation systems are also solved. The connection of the concepts of microgeneration and minigeneration to emerging concepts such as virtual power plants, the demand response, the provision of network services and the "smart grids" allows broaden students' horizons, preparing them to deal with systems that, in the near future, may be spread through the electrical distribution networks.*

*The development and presentation of a practical work, partially implemented on practical classes, also contribute to the accomplishment of the UC objectives.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

- Steven Stoft, "Designing markets for electricity", New York : IEEE Press, 2002
- "Power system restructuring and deregulation: trading, performance and information technology", Jonh Wiley & Sonscop, 2000
- Ross Baldick, "Applied optimization : Formulation and algorithms for engineering systems / Ross Baldick", Cambridge University Press, 2006
- Narayan S. Rau, "Optimization Principles: Practical Applications to the Operation and Markets of the Electric Power Industry, IEEE Press Series on Power Engineering, 2003
- A. Panesi, "Fundamentos de Eficiência Energética", Ensino Prof, 2006
- Kenneth E. Bannister, Jane Alexander, "Industrial Energy Efficiency Handbook", McGraw-Hill, 2008
- Dave Parker, "Microgeneration: Low energy strategies for larger buildings", Elsevier, 2009
- Alexandre Chamusca, "Domótica & Segurança Electrónica – A inteligência que se instala", Edição da Ordem dos Engenheiros / Ingenium Edições, Lda

## **Mapa III - Sistemas Flexíveis de Fabrico**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Sistemas Flexíveis de Fabrico*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*António Manuel Pereira Ferrolho (T-19,5; PL-26)*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*N/A*

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

*Compreender a importância e o funcionamento dos modernos Sistemas Flexíveis de Fabrico na indústria atual.*

*Conhecimentos, capacidade e competências a adquirir:*

- Dominar os aspetos tecnológicos envolvidos nos Sistemas Flexíveis de Fabrico;
- Identificar as vantagens que resultam dos modernos Sistemas Flexíveis de Fabrico, as tecnologias envolvidas e as suas limitações;
- Selecionar e integrar equipamentos em sistemas industriais;
- Desenvolvimento de software e interfaces robóticas para Sistemas Flexíveis de Fabrico;
- Compreender, desenvolver e aplicar algoritmos de sequenciamento aos modernos sistemas de produção.

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

*The main aim of this course is to provide the students with qualification to understand the flexible manufacturing systems.*

*Competencies to be acquired:*

- Know the flexible manufacturing systems;
- Identify the advantages resulting from the use of robots in modern manufacturing systems;
- Select and integrate equipments in industrial systems;
- Software development and robotics interface for flexible manufacturing systems;
- Understand and apply scheduling algorithms in modern manufacturing systems.

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. Importância dos modernos Sistemas Flexíveis de Fabrico na atualidade
2. Sistemas Flexíveis de Fabrico: desenvolvimento, coordenação, integração e controlo
3. Integração de robôs e máquinas CNC em sistemas industriais
4. Desenvolvimento de software e interfaces robóticas para Sistemas Flexíveis de Fabrico
5. Sequenciamento de tarefas em Sistemas Flexíveis de Fabrico
6. Problemas de sequenciamento com uma só máquina
7. Problemas de sequenciamento com duas ou mais máquinas
8. Algoritmos Genéticos
9. Sequenciamento com Algoritmos Genéticos

### 3.2.5. Syllabus:

1. Benefits of flexible manufacturing systems
2. Flexible manufacturing cell: development, coordination, integration and control
3. Integration of robots and CNC machines
4. Software development and robotics interface for flexible manufacturing systems
5. Scheduling problems in flexible manufacturing systems
6. Single machine scheduling
7. Scheduling problems with two machines
8. Genetic Algorithms
9. Scheduling with Genetic Algorithms

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

*Os conteúdos programáticos estão distribuídos de forma a que o grau de complexidade aumente de forma gradual ao longo do tempo permitindo ao aluno, desta forma, atingir os objetivos propostos.*

*Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objetivos da unidade curricular uma vez que todos os tópicos incluídos no programa foram selecionados de modo a proporcionarem conhecimentos fundamentais na área dos Sistemas Flexíveis de Fabrico. Com efeito, os capítulos 1, 2, 3 e 4 servem as competências a), b) e c). Os capítulos 5, 6, 7 e 8 e 9 respondem às competências d) e e).*

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

*The syllabus are distributed in a way that the degree of complexity increases gradually over time, allowing thereby the student to achieve the proposed objectives.*

*The syllabus is consistent with the objectives of the course, since all the topics included have been selected to provide fundamental knowledge on the Flexible Manufacturing Systems. The chapters 1, 2, 3 and 4 intended to meet the skills a), b) and c). The chapters 5, 6, 7, 8 and 9 answers to the skills d) and e).*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Nas aulas teóricas é feita a apresentação das matérias teóricas, acompanhada pela realização de exercícios ilustrativos.*

*Nas aulas práticas os alunos são convidados a resolver alguns problemas práticos formulados pelo docente. Parte destas aulas é dedicada à execução/acompanhamento de um trabalho prático que constitui parte da avaliação final do aluno.*

*A avaliação dos alunos terá duas componentes:*

- prova escrita - 60%
- trabalho prático - 40%



*Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores.*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The theoretical lessons are made of theoretical presentations, accompanied by illustrative exercises.*

*In practical lessons, students are asked to solve some practical problems formulated by the teacher. Part of these classes is devoted to the implementation/monitoring of practical work which is part of the final evaluation of the student.*

*Evaluation Methodology:*

- 1. Evaluation by final exam with the minimum score of 9.5 out of 20 (60% of grade);*
- 2. Evaluation through practical work - reports, work in classrooms, computer programs and presentations (40% of grade).*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino apresentada permite que os alunos adquiram conhecimento quer dos fundamentos teóricos quer das aplicações práticas. Nas aulas teóricas são expostos os conceitos teóricos, sempre acompanhados com a resolução de exercícios ilustrativos das matérias dadas. Nas aulas práticas os alunos são convidados a resolver alguns problemas reais típicos da indústria.*

*O acompanhamento dos conteúdos por parte dos alunos ao longo do semestre é efetivado pela obrigatoriedade da realização e apresentação de trabalhos práticos laboratoriais. Apesar do principal objetivo destes trabalhos ser a aplicação das matérias ministradas e o acompanhamento da matéria lecionada, eles também contribuem de forma quantitativa para a classificação final da unidade curricular e são também um meio de frequência do horário tutorial para esclarecimentos de eventuais dúvidas.*

*A frequência das aulas, a atitude proactiva do aluno perante as realidades que a unidade curricular apresenta e o esforço para a assimilação dos conteúdos programáticos, são cruciais para atingir os objetivos e competências da unidade.*

*A comunicação na unidade curricular é facilitada pela utilização das plataformas moodle e pelo web site interno da ESTGV (\\172.16.0.5\web\antferrolho), onde são disponibilizados elementos relacionados com a mesma, nomeadamente o programa e as normas, o enunciado dos trabalhos práticos, enunciados das provas de avaliação e os apontamentos preparados pelo docente referentes a todos os tópicos ministrados.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodology presented allows students to acquire knowledge of either the theoretical or practical applications. Theoretical classes are exposed theoretical concepts, always accompanied by solved exercises illustrative of the matters given. In practical classes, students are asked to solve some real problems typical of the industry.*

*The monitoring of the contents by the students throughout the semester is accomplished by mandating the completion and submission of practical laboratory work. Although the main objective of this work is the application of the subjects taught and monitoring of matter taught, they also contribute to the quantitative classification end of the course and are also a means of frequency of tutorial time for clarification of any doubts.*

*A communication course is facilitated by the use of Moodle platforms and the internal web site ESTGV (\\172.16.0.5\web\antferrolho), which are available elements related to it, including the program and the rules, the statement of practical work, set of assessment tests and notes prepared by the teacher regarding all topics taught.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

- J. B. Waldner - CIM, Principles of Computer Integrated Manufacturing. John Wiley & Sons, 1992.*
- GROOVER, Mikell - Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing / Mikell P. Groover. 2ª ed. New Jersey: Prentice-hall, 2001. ISBN 0-13-088978-4. Cota[681.5 GRO]*
- Kusiak - Modelling and Design of Flexible Manufacturing Systems. Elsevier Science Publishers, 1986.*
- Viswanadham and Y. Narahari - Performance Modeling of Automated Manufacturing Systems. Prentice-Hall, INC.,1992.*
- Blazewicz, J Dileep R. Sule - Industrial Scheduling. PWS Publishing Company, pp. 152, 1996.*
- French, S. - Sequencing and Scheduling: An Introduction to the Mathematics of the Job Shop. Ellis Horwood,Chichester, 1982.*
- D. E. Goldberg - Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison-Wesley, 1989.*

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Processamento de Imagem e Visão Artificial*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Paulo Rogério Perfeito Tomé (T-19,5)*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Daniel Filipe Albuquerque (PL-26)*

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

*Finda a frequência desta Unidade, os alunos terão competências para:*

- *Aplicar técnicas de melhoria de imagem*
- *Analisar imagens através da segmentação e extracção de atributos*
- *Aplicar técnicas de classificação de atributos*
- *Implementar algoritmos de processamento digital de imagem e de visão por computador*

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

*After attending this course the students will be able to:*

- *Apply image enhancement techniques*
- *Analyze images through segmentation and feature extraction*
- *Apply attribute classification techniques*
- *Implement digital image processing algorithms and computer vision*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

#### *1. Introdução à visão computacional*

- *Conceitos*
- *Áreas de Aplicação*
- *Relação com outros domínios de conhecimento*
- *Processamento de baixo e alto nível*

#### *2. Fundamentos da imagem digital*

- *Conceitos básicos*
- *Digitalização de imagem*
- *Propriedades de imagem digital*

#### *3. Estruturas de dados para análise de imagem*

- *Níveis de representação imagem*
- *Estruturas de dados tradicionais*
- *Estruturas de dados hierárquicas*

#### *4. Melhoria de imagem*

- *Transformações no brilho dos pixéis*
- *Transformações geométricas*
- *Pre-processamento local*
- *Restauração de imagem*

#### *4. Análise de imagem: segmentação e atributos*

- *Thresholding*
- *Segmentação baseada em contornos*
- *Segmentação baseada em regiões*
- *Matching*

#### *5. Reconhecimento*

- *Reconhecimento de padrões baseado em estatísticas*
- *Reconhecimento de padrões sintático*

#### *6. Compressão de imagem*

- *Propriedades da imagem*
- *Transformações discretas*
- *Métodos de compressão preditivos*
- *Quantização vectorial*

#### *7. Aplicações*

### 3.2.5. Syllabus:

#### *1. Introduction to computer vision*

- *Concepts*
- *Areas of Application*
- *Relationship with other fields of knowledge*

- Low processing and high level

## 2. Fundamentals of digital image

- Basic concepts
- Image Scanning
- Digital Image Properties

## 3. Data structures for image analysis

- Image representation Levels
- Traditional Data Structures
- Hierarchical data structures

## 4. Image Improvement

- Changes in the brightness of the pixels
- Geometric Transformations
- Pre-processing site
- Image Restoration

## 4. Image analysis: Segmentation and attributes

- Thresholding
- Segmentation based on contours
- Regions based segmentation
- Matching

## 5. Recognition

- Pattern recognition based on statistics
- Recognition of syntactic patterns

## 6. Image Compression

- Image properties
- Discrete Transformations
- Predictive compression methods
- Vector quantization

## 7. Applications

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

*Os objetivos da disciplina são materializados num conjunto de capítulos do conteúdo programático. Os capítulos 2, 3, 4 e 5 estão diretamente relacionados com as competências/objetivos da UC.*

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

*The course objectives are materialized in a number of chapters of the syllabus. The chapters 2, 3, 4 and 5 are directly related to the skills/objectives of the UC.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Nesta Unidade Curricular recorre-se nas aulas teórica à exposição de conteúdos com recurso a diapositivos. Nas aulas práticas os alunos efectuem tarefas orientadas. Complementa-se a disciplina com um conjunto de actividades suportadas pela ferramenta de e-Learning.*

*1 - A avaliação da disciplina é feita tendo em consideração um exame, uma componente prática (um trabalho prático) e mini-tarefas (avaliação contínua).*

*2 - Exame corresponde a 60% da nota final.*

*3 - O trabalho prático corresponde a 30% da nota final.*

*4 - Avaliação contínua 10%.*

*5 - O trabalho prático tem uma duração predefinida.*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*In this course, in the theoretical lessons, slides are used. In the practical classes the students do some tasks. The course is complemented with a set of activities supported by e-learning tool.*

*1 - The evaluation is made in consideration of an exam, a practical component (practical work) and mini-tasks (continuous evaluation).*

*2 - Examination is 60% of the final grade.*

3 - Practical work corresponds to 30% of the final grade.

4 - Continuous assessment 10%.

5 - The practical work has a predefined duration.

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

*Nas aulas teóricas procuram-se expor os conceitos fazendo-se uma associação às várias técnicas e ferramentas do processamento de imagem e da visão computacional. Nas aulas práticas são ensinadas e aplicadas as técnicas/métodos tendo em conta exemplos/situações reais.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*In the theoretical classes the concepts are exposed making up an association to various techniques and tools of image processing and computer vision. In the practical classes are taught and applied the techniques / methods in real situations.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

*W. Gonzalez, 2002, Digital Image Processing, Prentice Hall;*

*R. Hartley, A. Zissermann, 2000, Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press;*

*J. Ponce, D. Forsyth, 2002, Computer Vision : A modern approach, Academic Press ;*

*L. Shapiro e G. Stockman , 2000, Samples of Computer Vision, Prentice Hall*

*M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle 1999, Image Processing, Analysis and Machine Vision, PWS Publishing*

**Mapa III - Controlo Moderno**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Controlo Moderno*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Miguel Francisco Martins de Lima (T-19,5; PL-26)*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*N/A*

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

*Objetivos:*

*Estudo das ferramentas matemáticas necessárias para a análise de desempenho dos sistemas contínuos, assim como métodos de projecto de controladores, por realimentação da saída e dos estados. Com a aplicação destas ferramentas pretende-se melhorar o desempenho destes sistemas, quer em regime transitório quer em regime permanente, tendo em vista a sua utilização prática em diversos ramos da engenharia industrial. Adicionalmente, os alunos aprenderão a projectar observadores utilizados na estimativa dos estados de sistemas industriais.*

*Competências a adquirir:*

*O1 - Analisar e projectar controladores para sistemas lineares utilizando a representação no espaço de estados.*

*O2 - Projectar observadores para sistemas lineares.*

*O3 - Capacidade para estabelecer a relação existente entre a teoria de controlo moderno e os processos utilizados na prática industrial.*

*O4 - Aplicação de ferramentas que possam contribuir para a inovação dos processos.*

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

*Objectives:*

*Study of the mathematical tools for the performance analysis of the continuous systems, including methods for controllers design, both with the output feedback and with the state space. These tools allow the improvement of the industrial systems performance, both in the transient and in the steady-state responses. Additionally, after completing this course, students should be able to design observers to estimate the states of industrial systems.*

*Competencies to acquire:*

*O1- Analysis and design of controllers for linear systems using the state space representation.*

*O2- Design observers for linear systems.*

*O3- Capability to relate the modern control approach and the industrial processes.*

*O4- Ability to apply the learned tools to improve the industrial processes.*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Modelo matemático dos sistemas de controlo*

*Representação pelas variáveis de estado e função de transferência*

*Sistemas de controlo multivariável*

*Espaço de estados*

*Resolução de equações de estado*

*Relação função de transferência / equações de estado*

*Diferentes formas de representações no espaço de estados*

*2. Projecto de controladores*

*Critérios de desempenho*

*Realimentação da saída*

*Realimentação do estado: controlabilidade e observabilidade*

*3. Realimentação por variáveis de estado*

*Colocação dos pólos*

*Problemas de regulação e de perseguição*

*Sistemas com multivariáveis*

*Vectores próprios da matriz do processo e a sua contribuição para a resposta temporal*

*4. Observadores e estimativa dos estados*

*Observadores simples, de ordem completa e de ordem reduzida*

*Observadores em sistemas com malha fechada*

*Projecto de observadores. Teorema da separação.*

### **3.2.5. Syllabus:**

*1. Mathematical model of the control systems*

*State space and transfer function representation*

*Multivariable control systems*

*State space*

*Resolution of the state equation*

*Transfer function versus state equations*

*Canonical form representations of the state space*

*2. Design of controllers*

*Performance specifications*

*Output feedback*

*State feedback: controllability and observability*

*3. State variable feedback*

*Pole placement*

*The problem of regulation and tracking*

*Multivariable systems*

*Eigen vectors of the plant matrix and their contribution to the time response*

*4. Observers and state estimation*

*Simple, full and reduced order observers*

*Use of observers in close-loop systems*

*Design of observers. Separation theorem.*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Os conteúdos programáticos estão organizados de forma que os conteúdos subsequentes possam aproveitar o conhecimento adquirido nos conteúdos anteriormente ministrados. São propostos aos alunos trabalhos práticos relativos aos assuntos ministrados nas aulas teóricas. A demonstração da coerência decorre da interligação dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem (On), como a seguir se explicita:*

*O1 – Capítulos 1, 2 e 3 do programa*

*O2 – Capítulo 4 do programa*

*O3 – Todos os capítulos do programa*

*O4 – Todos os capítulos do programa*

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

*The contents are organized in such a way that the subsequent contents take advantage of the knowledge acquired in the contents previously taught. Several practical works related to the syllabus chapters are proposed to the students. The demonstration of coherence arises from the interconnection of the syllabus with the learning objectives (On), as following explained:*

*O1 – Chapters 1, 2 and 3 of syllabus*

*O2 – Chapter 4 of syllabus*

*O3 – All the chapters of syllabus add to this Competency*

*O4 – All the chapters of syllabus add to this Competency*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**Metodologias:**

*M1 - Aulas teóricas – método expositivo com utilização do projetor de vídeo e quadro.*

*M2 - Aulas práticas - os alunos são convidados a resolver alguns problemas práticos formulados pelo docente. Parte destas aulas será dedicada à execução/acompanhamento de um trabalho prático diferente para cada grupo de trabalho e que constitui parte da avaliação final.*

*M3 Os trabalhos realizados pelos alunos permitem consolidar conhecimentos sobre os assuntos das aulas teóricas.*

*M4 No final do semestre todos os grupos apresentam o trabalho, de forma que todos os alunos tenham uma visão dos trabalhos diferentes realizados.*

*A avaliação dos alunos tem três componentes:*

*- prova escrita - 50%*

*- trabalho prático - 40%*

*- assistência e participação nas aulas - 10%*

*Em cada componente da avaliação o aluno terá de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno será aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores.*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

**Methodologies:**

*M1 Lectures – expository method using the video projector and black/white board.*

*M2 Practical lessons – The students implement practical works that contribute to the final evaluation.*

*M3 The practical works allow students to consolidate knowledge on the subjects taught in Lectures*

*M4 At the end of the semester all the workgroups present the own work, so that all students have a view of the different works done.*

*The final grade of the students will be based on three components:*

*- a written exam - 50%*

*- a project work - 40%*

*- the attendance and the participation – 10%*

*Each evaluation component will receive a grade between 0 and 20. The students must achieve a minimum of 9.5 on each component. The students will be approved if their final grade is equal or superior to 9.5 on a 0-20 scale.*

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

*As metodologias de ensino-aprendizagem visam o desenvolvimento das principais competências de aprendizagem dos alunos. Neste sentido apresentam-se a seguir as principais interligações entre as metodologias de ensino (Mn) e os respetivos objetivos de aprendizagem (On).*

*- Metodologia M1: Objetivos de aprendizagem: todos*

*- Metodologia M2 e M3: Cada grupo de trabalho irá aprofundar um ou mais dos objetivos de aprendizagem, dependendo do trabalho escolhido e realizado.*

*- Metodologia M4: Objetivos de aprendizagem: todos*

*A metodologia de ensino apresentada permite que os alunos adquiram conhecimento dos fundamentos teóricos, bem como a sua aplicação. Nas aulas teóricas são expostos os conceitos teóricos, acompanhados de exemplos reais. Nas aulas práticas são resolvidos/implementados trabalhos ilustrativos das matérias dadas.*

*O acompanhamento ao longo do semestre dos principais conteúdos por parte dos alunos é efetivado pela obrigatoriedade da realização do trabalho de grupo. Apesar do principal objetivo dos trabalhos ser a aplicação das matérias ministradas, eles também contribuem de forma quantitativa para a classificação final da unidade curricular.*

*A frequência das aulas, a atitude proativa do aluno perante as realidades que a unidade curricular apresenta e o esforço para a assimilação dos conteúdos programáticos, são cruciais para atingir os objetivos e competências da unidade.*

*A comunicação na unidade curricular é facilitada pela utilização da plataforma moodle, onde são disponibilizados elementos relacionados com a mesma, nomeadamente o programa e as normas, o enunciado dos trabalhos, enunciado de uma prova exemplo de avaliação e os apontamentos preparados pelo docente referentes a todos os capítulos ministrados.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The goal of teaching-learning methodologies is the development of the main learning skills of the students. In this line of thought the major interconnections between the teaching methodologies (Mn) and the respective learning objectives (On) are presented:*

*-M1 methodology: learning outcomes: all*

*-M2 and M3 methodologies: Each workgroup will deepen their knowledge of the learning outcomes, depending on the work done.*

*-M3 methodology: learning outcomes: all*

*-M4 methodology: learning outcomes: all*

*The teaching methodology presented allows students to acquire knowledge of the theoretical foundations as well as their application. In the lectures classes the theoretical concepts are exposed, accompanied by real examples. In the*

practical classes are resolved/implemented works illustrative of the subjects taught in lectures.

The compulsory work, that have to be presented to the colleagues and deliver in the form of report, allow students to follow the main contents of syllabus. Although the main objective of the individual works is the application and the tracking of matter taught, they also contribute quantitatively to the final mark.

In order to achieve the objectives and competences of the unit is very important the students attend the classes and be proactive.

The moodle is adopted as the main platform to share contents related to the curricular unit. In this platform are available several elements related to the unit, in particular the syllabus and the rules of assessment, the homework description, an evaluation exam example and the notes for all the syllabus chapters prepared by the professor.

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:

- A. FRANK D'SOUZA, *Design of Control Systems*, Prentice-Hall International, Inc, (1988)
- JOHN J. D'AZZO, CONSTANTINE H. HOUPIS, *Linear Control System Analysis and Design - Conventional and Modern*, McGraw-Hill, 3 Edition (1988)
- GENE F. FANKLIN, J. DAVID POWELL, ABBAS EMAMI-NAEINI, *Feedback control of dynamic systems*, 3rd edition
- K. OGATA, *Engenharia de Controle Moderno*, Prentice-Hall Brasil, 2edição, (1990)
- J. L. MARTINS DE CARVALHO, *Dynamical Systems and Automatic Control*, Prentice-Hall International Series in systems and Control Engineering
- RICHARD C. DORF, ROBERT H. BISHOP, *Modern Control Systems*, Addison-Wesley, 8th edition (1998)
- NORMAN S. NISE, *Control systems engineering*, Addison-Wesley, 2nd edition (1995)
- K. DUTTON, STEVE THOMPSON, BILL BARRACLOUGH, *The Art of CONTROL ENGINEERING*, Addison-Wesley (1997)
- Teacher-prepared notes

## Mapa III - Gestão de Empresas e Empreendedorismo

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Gestão de Empresas e Empreendedorismo*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*José Alberto da Costa Ferreira (T-19,5)*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Carlos Alberto Ribeiro Rua (TP-13)*

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

- Conhecer as várias teorias de gestão e empreendedorismo e as suas interligações;
- Perceber e avaliar os diferentes factores que influenciam a inovação;
- Fomentar a capacidade para gerir o risco e desenvolver um plano de negócios onde se reflectam os diferentes processos de inovação e de empreendedorismo;
- Gerir o processo de inserção das inovações nos produtos e a melhoria da consequente oferta no mercado.

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

- Know the various theories of management and entrepreneurship and their interconnections;
- Understand and evaluate the different factors influencing innovation;
- Foster the ability to manage risk and develop a business plan where they reflect the different processes of innovation and entrepreneurship;
- Manage the process of insertion of new product innovations and the consequent improvement of supply in the market.

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. A gestão e o empreendedorismo.
2. A evolução do pensamento em gestão.
3. A empresa como sistema de funções.
4. Empreendedorismo e competitividade.
5. O empreendedorismo e a inovação.
6. A inovação organizacional e a cultura organizacional inovadora.
7. A aprendizagem e a inovação.
8. A inovação na perspectiva da empresa.
9. Interligações Tecnologia / Produto e serviço / Mercado.
10. Processo de desenvolvimento de produtos e sua organização.
11. Gestão de risco.
12. Análise económica e fontes de financiamento.
13. Aspectos legais associados à criação de empresas.
14. Plano de negócios.

### 3.2.5. Syllabus:

1. *The management and entrepreneurship.*
2. *The evolution of management thought.*
3. *The company functions as a system.*
4. *Entrepreneurship and competitiveness.*
5. *The entrepreneurship and innovation.*
6. *Organizational innovation and innovative organizational culture.*
7. *The learning and innovation.*
8. *Perspective on innovation company.*
9. *Interconnections Technology / Product and service / market.*
10. *Product development process and its organization.*
11. *Risk management.*
12. *Economic analysis and financing sources.*
13. *Legal aspects associated with business creation.*
14. *Business plan.*

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

*Os pontos 1 a 4 do programa visam o primeiro objetivo.  
Os pontos 5 a 8 do programa visam o segundo objetivo.  
Os pontos 9 e 10 do programa visam o quarto objetivo.  
Os restantes pontos do programa visam o terceiro objetivo.*

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

*Points 1-4 of the program aimed at the first goal.  
Points 5-8 of the program aimed at the second goal.  
Items 9 and 10 of the program aimed at the fourth goal.  
The remaining points of the program aimed at the third goal.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas teóricas são divididas em duas partes, correspondendo a primeira a 80% da aula e a segunda a 20%. Na segunda parte de cada aula o docente disponibiliza informação e fornece orientações genéricas para que os alunos possam efectuar um estudo inicial do assunto a abordar na aula teórica seguinte. A primeira parte de cada aula teórica é destinada à apresentação e discussão do assunto proposto na aula anterior.*

*A avaliação dos alunos tem três componentes:*

- *prova escrita: 50%;*
- *trabalho prático (a entregar até ao dia da primeira prova escrita da disciplina): 40%;*
- *assistência e participação nas aulas: 10%.*

*Em cada componente da avaliação o aluno tem de ter nota mínima de 9,5 valores numa escala 0-20. O aluno é aprovado se obtiver uma classificação global final, de acordo com os factores de ponderação, superior a 9,5 valores.*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*The lectures are divided into two parts, the first corresponding to 80% of the class and the second at 20%. In the second part of each lesson the teacher provides information and provides general guidelines for the students to carry out an initial study of the subject to be addressed in the next lecture. The first part of each lecture is devoted to the presentation and discussion of the issue proposed in the previous class.*

*Student assessment has three components:*

- *Written test: 50%;*
- *Practical work (to deliver until the day of the first written evidence of the discipline): 40%;*
- *Attendance and participation in class: 10%.*

*In each component of the assessment the student must have a minimum score of 9.5 on a scale 0-20. The student is approved if it obtains a final overall score, according to the weighting factors greater than 9.5.*

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

*O conhecimento das várias teorias de gestão e empreendedorismo e as suas interligações e a percepção e avaliação dos diferentes factores que influenciam a inovação são transmitidos nas aulas teóricas.*

*Para fomentar a capacidade para gerir o risco e desenvolver um plano de negócios e o processo de inserção das inovações nos produtos e a melhoria da consequente oferta no mercado, são elaborados os casos e os trabalhos práticos.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*Knowledge of the various theories of management and entrepreneurship and their interconnections and the perception and evaluation of the different factors influencing innovation are transmitted in lectures.*

*To foster the ability to manage risk and develop a business plan and the process of integration of product innovations and the consequent improvement of supply in the market, are designed cases and practical work*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:

- *Aidis, R. & Welter F. (2008). Innovation and entrepreneurship: Successful start-ups and businesses emerging economies. London: Edgar Elgar Publishing.*



- Cagan, J. & Craig V. (2002). *Creating Breakthrough Products*. New York: Financial Times Prentice Hall.
- Drucker, P. F. (2006). *Innovation and Entrepreneurship*. New York: HarperBusiness.
- Esperança, J. P. & Matias, F. (2009). *Finanças empresariais*. (2ªed.). Alfragide: Texto Editores, Lda.
- Grant, Robert M. (2009). *Contemporary strategic management*, (7ª ed.) Malden MA USA: Blackwell Publishing.
- McCraw, Thomas K. (2007). *Prophet of Innovation: Joseph Schumpeter and Creative Destruction*. Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Rogers, E. M. & Everett R. (2003). *Diffusion of innovations* (5th Ed.). London: Free Press.
- Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2004). *Product Design & Development*. (3rd Ed.). London: McGraw-Hill/Irwin.

### Mapa III - Comunicações em Sistemas Industriais

#### 3.2.1. Unidade curricular:

*Comunicações em Sistemas Industriais*

#### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Bruno Filipe Garcia Marques (T-13; PL-26)*

#### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*N/A*

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

*Esta unidade curricular pretende dotar os alunos de competências relacionadas com soluções de comunicação em sistemas de automação industrial, incluindo formas emergentes de comunicação.*

*Conhecimentos, capacidades e competências:*

- Conhecer as soluções existentes na indústria para redes comunicação (ex. ProfiNet)
- Conhecer, seleccionar e implementar soluções emergentes de comunicação, nomeadamente sem fios (ex. ZigBee, 6LoWPAN, WirelessHART e ISA100.11a)
- Integrar soluções de comunicação emergentes com soluções de comunicação existentes (ex. Ethernet/IP).

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

*This course aims to provide students with skills related to communication solutions in industrial automation systems, including emerging forms of communication.*

*Knowledge, skills & competencies:*

- Understand existing data network solutions in the industry (eg ProfiNet)
- Understand, select & implement solutions for emerging communications (eg. ZigBee, 6LoWPAN, WirelessHART and ISA100.11a)
- Integrating communication solutions with existent ones (eg, Ethernet/IP)

#### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

*Parte I - Princípios Tecnológicos*

- 1.1. Métodos de acesso ao meio
- 1.2. Meios de acesso "Full-Duplex"
- 1.3. Conceitos de arbitragem de acesso síncrono
- 1.4. Conceitos de arbitragem de acesso estatístico
- 1.5. Mecanismos "Carrier Sense" com algoritmo exponencial "Backoff"
- 1.6. Outros problemas no acesso ao meio
- 2.1. Encaminhamento "Routing" em redes sem fios
- 2.2. Protocolos de encaminhamento e sua classificação
- 2.3. Família de protocolos de encaminhamento para redes "Ad Hoc"
3. Redes industriais de Sensores sem Fios

*Parte II – Tecnologias dos sistemas de comunicação em ambiente industrial*

4. Profinet
5. Hart
6. ZigBee
7. 6LoWPAN: o protocolo IP para Redes de Sensores sem Fio e para Objetos Cooperativos Inteligentes
8. WirelessHart/ISA100.11a
9. Tendências e Desafios nos Sistemas de Comunicação Industrial emergentes

#### 3.2.5. Syllabus:

*Part I - Principles Technology*

- 1.1. Methods medium access
- 1.2. Means of access "Full-Duplex"

- 1.3. Concepts arbitration synchronous access
- 1.4. Concepts of statistical arbitrage access
- 1.5. Mechanisms "Carrier Sense" algorithm with exponential "backoff"
- 1.6. Other problems in the medium access
- 2.1. Routing "Routing" in wireless networks
- 2.2. Routing protocols and their classification
- 2.3. Family of routing protocols for networks "Ad Hoc"
- 3. Industrial Wireless Sensor Networks

*Part II - Technologies of communication systems in an industrial environment*

- 4. Profinet
- 5. Hart
- 6. ZigBee
- 7. 6LoWPAN: IP Protocol for Wireless Sensor Networks and intelligent Cooperating Objects
- 8. WirelessHart/ISA100.11a
- 9. Trends and Challenges in Emerging Industrial Communication Systems

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

*Os conteúdos programáticos são organizados de forma a permitir o desenvolvimento gradual das competências a atingir pelos alunos.*

*Os conteúdos foram divididos em duas partes:*

*1) Princípios Tecnológicos:*

*apresentação de conceitos funcionamento dos sistemas industriais de comunicação, nomeadamente:*

- Métodos de acesso ao meio;
- Conceitos de arbitragem de acesso síncrono e acesso estatístico;
- Mecanismos "Carrier Sense" com algoritmo exponencial "Backoff";
- Encaminhamento em redes sem fios e sua classificação;
- Redes industriais de Sensores sem Fios;

*2) Tecnologias dos sistemas de comunicação em ambiente industrial: apresentação da arquitetura e funcionamento de alguns sistemas de comunicação cablada (Profinet e Hart) e sem fios ( ZigBee, 6LoWPAN e WirelessHart). Para concluir, apresentam-se algumas tendências e desafios nos Sistemas de Comunicação Industrial emergentes.*

*Os tópicos que constituem o programa são ilustrados com alguns exemplos elucidativos.*

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

*The syllabus is organized to allow the gradual development of competencies to be achieved by students.*

*The contents were divided into two parts:*

*1) Technological Principles:*

*presentation of concepts functioning of industrial communication systems, in particular:*

- Medium Access Methods;
- Synchronous arbitration access concepts and statistical arbitration access concepts;
- "Carrier Sense" mechanisms with exponential "Backoff" algorithm;
- Routing in wireless networks and their classification;
- Industrial WSNs;

*2) technologies of communication systems in an industrial environment: architecture and functioning of some communication systems: architecture presentation and operation of some wired communication systems (eg. Profinet and Hart), and wireless communication systems (eg. ZigBee, 6LoWPAN and WirelessHART). Finally, we present some trends and challenges in emergent industrial C.S.*

*Topics constituting the program are illustrated with some illustrative examples.*

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

*As aulas estão divididas em aulas teóricas e aulas de prática laboratorial. Nas aulas teóricas serão introduzidos e discutidos os conceitos previstos no programa da unidade curricular, utilizando para o efeito o método expositivo baseado na projeção de apresentações.*

*Nas aulas de prática laboratorial os alunos são convidados a realizar alguns trabalhos de aplicação dos conceitos lecionados nas aulas teóricas, procurando desta forma cimentar esses conceitos e reforçar a aquisição de competências.*

*A avaliação dos alunos é baseada numa prova escrita. O aluno é aprovado se obtiver uma classificação final superior a 9,5 valores numa escala 0 a 20.*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The classes are divided into lectures and laboratory practical lessons. In the lectures will be introduced and discussed the concepts set out in the syllabus, by using the expositive method based on power point presentations.*

*In the laboratory practical classes the students are asked to perform some application work of the concepts taught in the lectures, seeking to cement these concepts and enhance skills acquisition.*

*The evaluation of students is based on a written test. A student is approved if it obtains a final grade higher than 9.5 on a scale 0-20.*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino apresentada permite que os alunos adquiram um sólido conhecimento quer dos fundamentos teóricos quer das aplicações práticas das matérias lecionadas.*

*Nas aulas teóricas são expostos os fundamentos teóricos da unidade curricular, sempre acompanhados com exemplos ilustrativos da aplicabilidade da matéria.*

*Nas aulas práticas é proposto aos alunos um conjunto de exercícios práticos para resolverem, aplicando assim os conhecimentos adquiridos previamente. Assim, nas aulas práticas os alunos têm a possibilidade de exercitar com acompanhamento alguns dos tópicos teóricos abordados, resolvendo um conjunto de problemas práticos propostos, que os ajudarão a desenvolver as competências esperadas pelos objetivos da unidade curricular.*

*O acompanhamento dos conteúdos por parte dos alunos ao longo do semestre é incentivado pela proposta de resolução de alguns trabalhos práticos cujo objetivo principal é o acompanhamento de matéria leccionada e contribuição qualitativa para a classificação final da unidade curricular. A comunicação na unidade curricular é facilitada pela utilização da plataforma moodle, onde são disponibilizados de elementos relacionados com a mesma, nomeadamente o programa, sumários e material de apoio ao estudo.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodology presented allows students to acquire a solid knowledge either of the theoretical or practical applications of subjects taught.*

*Theoretical classes are exposed the theoretical foundations of course, always accompanied with illustrative examples of the applicability of matter.*

*In practical classes is offered to the students a set of practical exercises to solve, thus applying the knowledge acquired previously. Thus, in practical classes students have the opportunity to work with some of the accompanying theoretical topics addressed by solving a set of practical problems proposed, which will help them develop competencies expected by the objectives of the course.*

*The monitoring of the contents by the students during the semester is encouraged by proposal for solving some practical work, whose main objective is tracking matter taught and qualitative contribution to the final grade of the course.*

*A communication course is facilitated by the use of the Moodle platform, where they are available elements related to it, including the program, the summaries and studying material.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:**

*-B. Wilamowski, J. David Irwin (Ed.). "The Industrial Electronics Handbook-Industrial communication systems", 2nd Ed, ISBN 9781439802892, CRC Press,2011*

*-Pigan, Raimond and Metter, Mark. "Automating with PROFINET: Industrial communication based on Industrial Ethernet", ISBN 9783895782947, Wiley-VCH,2008*

*-Deji Chen, Mark Nixon, Aloysius Mok. "WirelessHART, Real-Time Mesh Network for Industrial Automation", DOI 10.1007/978-1-4419-6047-4, Springer,2010*

*-Jean-Philippe Vasseur and Adam Dunkels. "Interconnecting Smart Objects with IP-The Next Internet", ISBN 978-0-12-375165-2, Morgan Kaufmann,2010*

*-Shelby, Zach and Bormann, Carsten. "6LoWPAN: The Wireless Embedded Internet", ISBN 0470747994, Wiley Publishing,2010*

*-Chris Sanders. "Practical Packet Analysis - Using Wireshark to Solve Real-World Network Problems", 2nd Ed, ISBN 978-1-59327-266-1, No Starch Press,2011*

*-Laura Chappell. "Wireshark Network Analysis, The Official Wireshark Certified Network Analyst Study Guide", ISBN 978-1-893939-99-8.*

## **Mapa III - Mobilidade Eléctrica**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Mobilidade Eléctrica*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Joaquim Duarte Barroca Delgado (T-13)*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

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

1. *Compreender as mudanças nos sectores energético e da mobilidade para que possam actuar no novo contexto, no sentido de maximizar a segurança, a fiabilidade e a eficiência energética*
2. *Adquirir capacidade crítica sobre todos os domínios da nova realidade.*
3. *Actuar ao nível da carroceria e sistema propulsor por forma a otimizar os fluxos de energia. Saber dimensionar o sistema de armazenamento de energia, bem como o propulsor (controlador e motor eléctrico) para atingir uma determinada autonomia e performance.*
4. *Escolher os componentes em função do tipo de utilização do veículo. Programar controladores de forma a maximizar a capacidade quer de propulsão, quer regenerativa da tecnologia de mobilidade eléctrica.*
5. *Comparar os custos totais de operação de uma frota eléctrica versus com propulsão convencional.*
6. *Quantificar as taxas de emissão efectivas de CO<sub>2</sub> de cada alternativa, tendo em conta o mix de geração da fonte de onde o veículo eléctrico é abastecido.*

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

1. *Understand the changes in the energy and mobility sectors so the students can act in the new context, in order to maximize the safety, reliability and energy efficiency.*
2. *Acquiring critical capacity on all areas of the new reality.*
3. *Act at the level of carroceria and propulsion system to optimize energy flows. Acquiring competences to design energy storage and power drive systems (controller and electric motor) to achieve a given range and performance.*
4. *Choose the components depending on the type of use of the vehicle. Programming controllers to maximize the capability of both propulsion or the regenerative electric mobility technology.*
5. *Evaluate and compare the total cost of ownership (TCO) of an electric fleet versus conventional fleet.*
6. *Quantifying the actual emission rates of CO<sub>2</sub> of each alternative, taking into account the mix of the electricity generation from the electric vehicle is supplied.*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Evolução histórica dos sistemas de mobilidade.*
2. *Obstáculos para a penetração dos veículos eléctricos.*
3. *Estudo da cinemática e dinâmica da mobilidade eléctrica.*
4. *Metodologias de redução de atritos, aerodinâmico, de rolamento e de transmissão.*
5. *Arquitecturas dos sistemas de mobilidade eléctricos.*
6. *Tecnologias de armazenamento de energia.*
7. *Tecnologias de condicionamento de potência.*
8. *Tecnologias de propulsão.*
9. *Tecnologias de extensão da autonomia.*
10. *Áreas para a melhoria da eficiência energética do veículo eléctrico.*
11. *Segurança em sistemas eléctricos de mobilidade (normas internacionais).*
12. *Infraestrutura de abastecimento, carregamento lento, carregamento rápido, etc.*
13. *O Papel da mobilidade eléctrica no paradigma das Smart Grids, da geração distribuída e da integração da produção intermitente das fontes renováveis.*
14. *O conceito V2G (Vehicle to Grid).*
15. *Estudos de viabilidade da mobilidade eléctrica versus com combustível tradicional.*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Historical development of (auto) mobility systems.*
2. *Obstacles to the penetration of electric vehicles.*
3. *Study of kinematics and dynamics of electric vehicles.*
4. *Methods for reducing friction in aerodynamic, bearing and transmission.*
5. *Architectures of electric vehicle systems.*
6. *Energy storage technologies.*
7. *Power conditioning technologies.*
8. *Propulsion technologies.*
9. *Range extender technologies.*
10. *Areas for improving energy efficiency of the electric vehicle.*
11. *Security in electric mobility systems (international standards).*
12. *Infrastructure supply, slow charging, fast charging, etc.*
13. *The Role of electric mobility in the paradigm of Smart Grids, distributed generation and integration of intermittent generation from renewable sources.*
14. *The V2G (Vehicle to Grid) concept.*
15. *Feasibility studies of electric vehicles versus with traditional cars.*

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

*Todos os conteúdos programáticos leccionados nas aulas teóricas, juntamente com os exercícios desenvolvidos nas aulas práticas, as visitas de estudo e o Test-drive com um veículo eléctrico real, visam (por ordem sequencial) desenvolver competências para compreender o funcionamento dos veículos eléctricos e compreender como se podem actuar na melhoria da eficiência energética (global) do sistema de transportes. Assim por exemplo: O estudo da cinemática e dinâmica da mobilidade eléctrica (ponto 3. do programa) e das metodologias de redução de atritos, aerodinâmico, de rolamento e de transmissão (ponto 4. do programa) visam permitir aos alunos - "Actuar ao nível da carroceria e sistema propulsor por forma a otimizar os fluxos de energia.*

Saber dimensionar o sistema de armazenamento de energia, bem como o propulsor (controlador e motor eléctrico) para atingir uma determinada autonomia e performance" (ponto 3, dos objectivos/competências).

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

All the program of studies supported in lectures, along with the exercises developed in practical classes, visits of case studies and test-drive with a real electric vehicle, aim (in sequential order) to develop skills in the students to understand the operation of electric vehicles and how they can improve the current energy efficiency of transport system.

So for example: The study of kinematics and dynamics of electric mobility (point 3 of the program) and friction reduction methodologies, streamlined, bearing and transmission (point 4 of the program) are intended to let students - "Act to level corroceria and propulsion system to optimize energy flows. Design energy storage system and the propulsion system (controller plus electric motor) to achieve a certain autonomy and performance "(paragraph 3, of the objectives/skills).

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Método expositivo com recurso a meios audiovisuais, vídeos, livros recentes e artigos do docente e de revistas relacionados com a mobilidade eléctrica e as suas implicações nos sistemas tradicionais de transporte, serviços de apoio e serviços energéticos. Serão, sempre que possível, utilizados exemplos relevantes de Start-ups, recorrendo a casos estudo.

- aulas teóricas: Exposição das matérias de acordo com o conteúdo programático da disciplina.

- aulas teóricas/práticas: Análise de vídeos, estudo de casos e resolução de exercícios.

- aulas práticas: Desenvolvimento de trabalhos práticos relacionados com as matérias leccionadas nas aulas teóricas e teórico/práticas.

Critérios de avaliação:

Realização de exame classificado de 0 (zero) a 20 (vinte) valores. Aproveitamento com nota superior a 9.5 valores.

Realização de um trabalho prático, classificado de 0 (zero) a 20 (vinte) valores.

A classificação final é a média das duas componentes, peso de 50% para cada uma das partes.

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

Expositive method using power point slides, videos, recent books, articles and magazines to teach what are electric vehicles and its implications over the traditional transport systems, support and energy services. Shall, whenever possible, using relevant examples of start-ups, as case studies.

- Lectures: exposure of the material according to the syllabus of the program course.

- Theoretical/practical classes: analysis of videos, case studies and solving practical exercises related with all the subjects.

- Practical classes: development of practical work related to the subjects taught in lectures and theoretical/practical. Simulations in Matlab, etc.

Evaluation criteria:

Realization of a written test classified from 0 (zero) to 20 (twenty) points. For graduate the minimum score is 9.5.

Completion of a practical work, also classified from 0 (zero) to 20 (twenty) points.

The final classification is the arithmetic average of the two components, 50% weight to each one.

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

A metodologia de ensino tem início com o estudo da cinemática do veículo automóvel e das forças de atrito que nele actuam. São de seguida quantificadas as grandezas do sistema propulsor responsável por desenvolver uma força motora para vencer as forças de atrito e provocar o movimento. Essa força é originada por um binário aplicado às rodas motoras através do sistema de transmissão de energia mecânica com origem no motor do veículo.

Efectua-se o estudo de sistemas de transmissão, com base em exercícios práticos com sistemas simples como por exemplo em bicicletas com corrente e correia dentada. Para uma dada performance dinâmica desejada (aceleração e velocidade máxima) e curva de binário do motor, calculam-se a relação de transmissão a implementar, bem como o binário, a velocidade e a potência mecânica debitada em cada ponto de funcionamento e desenvolvida pelo motor eléctrico. Para aplicar essa potência esse tem que ser alimentado com energia eléctrica (tensão e corrente). Tendo em conta os rendimentos energéticos de motores eléctricos e controladores (conversores DC/AC), calcula-se a potência máxima que terá que ser debitada pela bateria.

Esse valor vai determinar a escolha das células e o seu modo de associação (em série e em paralelo) para alcançar a tensão e correntes pretendidas. A capacidade de armazenamento da bateria vai delimitar a autonomia alcançável. Fala-se depois da eficiência das tecnologias de armazenamento de energia e dos sistemas e recarga da bateria (conversores AC/DC) para estimar o rendimento global do veículo eléctrico desde a tomada até à roda (Plug-to-Wheel) e o seu consumo e performance ambiental (emissão de CO<sub>2</sub>) para um dado mix de geração. Em cada fase do estudo é dada especial ênfase às perdas de energia por forma a sensibilizar os alunos para a importância da optimização em toda a cascata de transmissão de energia.

Esta metodologia visa desenvolver as competências com uma abordagem de baixo para cima com vista a alcançar todos os objectivos da aprendizagem.

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The teaching methodology starts with the study of the electric vehicle kinematics and the frictional forces acting on it. Next is quantified the propulsion system responsible for developing a driving force to overcome the frictional forces and cause movement. The required driving force is created by a torque applied to the driving wheels through the transmission system with mechanical energy produced by the vehicle motor.

After is carried out a study of transmission systems based on practical exercises with simple examples such as in bicycles with chain and toothed belt. For a given desired dynamic performance (acceleration and maximum speed) and

engine torque curve, is then calculated the transmission ratio to be implemented, as well as torque, speed and mechanical power charged in each operating point, and developed by the electric motor. To produce that power the electric motor must be fed with electrical energy (voltage and current). Taking into account the energy efficiency of electric motors and controllers (converters DC/AC), the maximum power that the battery has to deliver is then calculated.

The battery requirements will determine the type of cells to use and their association mode (in serial and parallel) to achieve the desired voltage and current. The battery storage capacity will define the reachable autonomy. Next are analyzed the energy efficiency of energy storage technologies and battery recharging systems (AC/DC converters) to estimate the overall efficiency of the electric vehicle from plug-to-wheels, the energy consumption per kilometer and environmental performance (CO<sub>2</sub> emissions) for a given generation mix. In each step of the study is given special emphasis to energy losses in order to alert students to the importance of optimization across the entire power transmission cascade.

This methodology aims to develop skills with a bottom-up approach in order to achieve all the learning outcomes.

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:

1. "Manual de Mobilidade Eléctrica", 2ª edição da ESTGV, 2012.
  2. "Electric Vehicle Technology Explained", J. Larmie and J. Lowry, Wiley 2003, ISBN 0-470-85163-5.
  3. "PLUGGED IN – The end of Oil Age", Gary Kendall, WWF European Policy Office edition, 2008.
  4. "Build your own Electric Vehicle", Seth Leitman and Bob Brant, second edition, 2009.
  5. "Integration of Electric Vehicles in the Electric Power System", Peças Lopes et al., Proceedings of IEEE, January 2011.
  6. Vehicle to Grid demonstration project: Grid Regulation ancillary service with a Battery Electric Vehicle", Alec Brooks, www.acpropulsion.com, 2008.
  7. "Electrification Roadmap – Revolutionizing Transportation and Achieving Energy Security", Electrification coalition.org, November 2009.
  8. Normas e legislação já publicada, relacionada com a mobilidade eléctrica em Portugal.
  9. "Fuelling Our Future – An introduction to Sustainable Energy", Robert L. Evans, Cambridge University Press, 2008.
- Cota: 620.9 EVA

### Mapa III - Dissertação/Projecto/Estágio

#### 3.2.1. Unidade curricular:

*Dissertação/Projecto/Estágio*

#### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Paulo Moisés Almeida da Costa*

#### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Vasco Eduardo Graça Santos  
Joaquim Duarte Barroca Delgado  
Eduardo Miguel Teixeira Mendonça Gouveia  
António Manuel Pereira Ferrolho  
Miguel Francisco Martins de Lima  
Daniel Filipe Albuquerque  
Paulo Rogério Perfeito Tomé  
José Eduardo Monney de Sá Paiva*

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

*Os principais objetivos desta unidade curricular estão relacionados com a aplicação das competências e conhecimentos adquiridas pelos alunos nas restantes unidades curriculares do curso.*

*Conhecimentos, capacidades e competências a adquirir:*

- compreender esquematizar e resolver problemas;
- comunicar, de forma clara, as soluções adotadas e os resultados obtidos ou a obter;
- desenvolver as capacidades de autoaprendizagem e de tomada de decisão.

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

*The main objectives of this curricular unit are related with the application of the competencies and knowledge obtained by the students in the remaining curricular units of the course.*

*Competenciesto be acquired:*

- understand, represent schematically; and solve problems;
- communicate the solutions adopted and the results obtained/to be obtained, in a clear way;
- develop the skills of self-learning and decision taking;

#### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

*Realização de uma Dissertação/Projeto/Estágio, preferencialmente desenvolvido em colaboração com instituições públicas ou privadas (particularmente com empresas), e orientado para a resolução de um desafio enquadrado no domínio da formação conferida. A Dissertação/Projeto/Estágio poderá ser desenvolvido predominantemente numa das duas áreas primordiais do curso, a saber: Energia e Automação Industrial*

### **3.2.5. Syllabus:**

*Perform an Dissertation/Project work / Training period, preferably in collaboration with public or private institutions. The Dissertation/Project work / Training period will be devoted to solve a challenge framed in one of the the main training areas of the course (Energy or Industrial Automation).*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio representa 40% do total de créditos ECTS (48 créditos) do Curso, permitindo aos alunos a aplicação das competências adquiridas ao longo do mesmo, bem como de competências adquiridas no 1.º ciclo de estudos.*

*A Dissertação/Projeto/Estágio será, preferencialmente, desenvolvida em colaboração com instituições públicas ou privadas e orientada para a resolução de um desafio prático enquadrado nos domínios da formação conferida.*

*Esta componente poderá ser desenvolvida em apenas uma das áreas principais do curso (Energia e Automação Industrial) ou em ambas as áreas.*

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

*The curricular unit of Dissertation/Project/Training Period represents 40% of the total ECTS credits (48 credits) of the Course. This curricular unit allows the students to apply the skills acquired along the course, as well as the skills acquired in the 1st cycle of studies.*

*The Dissertation/Project/Training Period is preferentially developed in collaboration with public or private institutions and oriented to solving a practical problem framed in the given training.*

*The work to be developed is related to one or both the areas of the course (Energy and Industrial Automation).*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Os alunos desenvolvem trabalho individual e autónomo de Dissertação/Projeto/Estágio sobre orientação de um docente Doutorado do DEE, podendo ainda existir coorientadores. Nas situações em que os trabalhos são desenvolvidos em empresas os alunos são acompanhados por um Monitor indicado pela empresa e cuja formação respeita o disposto nas normas de seleção e avaliação de monitores previamente definidas pela ESTGV.*

*Os orientadores asseguram o encaminhamento técnico-científico dos trabalhos a realizar, nomeadamente através de reuniões de acompanhamento dos trabalhos.*

*A avaliação será efetuada em concordância com o definido no artigo 22.º do Decreto-Lei N.º 115/2013 de 7 de agosto.*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Students develop individual and autonomous work of Dissertation/Project/Training Period supervised by a PhD Professor of the DEE . There may exist also co-supervisors. In situations where the Dissertation/Project/Training Period is developed in companies the students are accompanied by a monitor appointed by the company and whose training should meet the requirements of the standards of selection and evaluation of monitors, previously established by ESTGV.*

*The supervisors should ensure the technical and scientific quality of the work to be done, namely through regular meetings.*

*The evaluation will be conducted in accordance to the terms of Article 22 of the Decree-Law No. 115/2013 of 7 august.*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*O trabalho autónomo e individual que os alunos têm de desenvolver, visando a resolução de um desafio enquadrado no domínio da formação conferida, contribui decisivamente para que os mestrandos atinjam os objetivos da unidade curricular.*

*Com efeito, o enfrentarem um problema que lhes é colocado tendo que, de forma autónoma, refletir sobre as potenciais soluções, impõe o desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e competências relacionadas com:*

- i) a compreensão e a esquematização e resolução de problemas;*
- ii) a definição de formas de comunicação das soluções adotadas e dos resultados obtidos ou a obter;*
- iii) o desesenvolvimento das capacidades de autoaprendizagem e de tomada de decisão.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The autonomous and individual work that the students must develop, in order to solve a problem in the field of the given training , contributes decisively to accomplishment of the objectives of the curricular unit.*

Indeed, the students should face a problem, in an autonomous way, and reflect on potential solutions. This requires the students develop knowledge, skills and competencies related to:

- understand, represent schematically; and solve problems;
- communicate the solutions adopted and the results obtained/to be obtained, in a clear way;
- develop the skills of self-learning and decision taking;

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existencia obrigatória:

*A bibliografia será definida pelo orientador da Dissertação/Projeto/Estágio em função do trabalho a desenvolver.*

*The bibliography will be defined by the supervisor of the Dissertation/Project/Training according to the work to be developed.*

## 4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

### 4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

---

#### 4.1.1. Fichas curriculares

##### Mapa IV - Cecília Maria Martins Agostinho Soares Pinto

#### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Cecília Maria Martins Agostinho Soares Pinto*

#### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*Instituto Politécnico de Viseu*

#### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

#### 4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

#### 4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

##### Mapa IV - Vasco Eduardo Graça Santos

#### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Vasco Eduardo Graça Santos*

#### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*Instituto Politécnico de Viseu*

#### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

#### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

#### 4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

#### 4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

##### Mapa IV - Joaquim Duarte Barroca Delgado



4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Joaquim Duarte Barroca Delgado*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa IV - Eduardo Miguel Teixeira Mendonça Gouveia**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Eduardo Miguel Teixeira Mendonça Gouveia*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa IV - Paulo Moisés Almeida da Costa**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Paulo Moisés Almeida da Costa*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa IV - António Manuel Pereira Ferrolho**

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*António Manuel Pereira Ferrolho*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### Mapa IV - Miguel Francisco Martins de Lima

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Miguel Francisco Martins de Lima*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### Mapa IV - Daniel Filipe Albuquerque

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Daniel Filipe Albuquerque*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

#### Mapa IV - Paulo Rogério Perfeito Tomé

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Paulo Rogério Perfeito Tomé*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa IV - Bruno Filipe Lopes Garcia Marques

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Bruno Filipe Lopes Garcia Marques*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Equiparado a Assistente ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa IV - José Alberto da Costa Ferreira

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*José Alberto da Costa Ferreira*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Adjunto ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa IV - Carlos Alberto Ribeiro Rua

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Carlos Alberto Ribeiro Rua*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
*Instituto Politécnico de Viseu*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa IV - José Eduardo Monney de Sá Paiva**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Eduardo Monney de Sá Paiva*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Instituto Politécnico de Viseu*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Adjunto ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos**

**4.1.2. Mapa IX -Equipa docente do ciclo de estudos / Map IX - Study programme's teaching staff**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Cecília Maria Martins Agostinho Soares Pinto	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Vasco Eduardo Graça Santos	Doutor	Engenharia Eletrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Joaquim Duarte Barroca Delgado	Doutor	Engenharia Eletrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Eduardo Miguel Teixeira Mendonça Gouveia	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Moisés Almeida da Costa	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Manuel Pereira Ferrolho	Doutor	Engenharia Eletrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Miguel Francisco Martins de Lima	Doutor	Engenharia Eletrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Daniel Filipe Albuquerque	Doutor	Eng.º Eletrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo Rogério Perfeito Tomé	Doutor	Tecnologias e Sistemas de Informação	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Bruno Filipe Lopes Garcia Marques	Mestre	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Alberto da Costa Ferreira	Mestre	Gestão	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carlos Alberto Ribeiro Rua	Licenciado	Gestão de Empresas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Eduardo Monney de Sá Paiva	Doutor	Engª Electrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
			<b>1300</b>	

<sem resposta>

**4.2. Dados percentuais da equipa docente do ciclo de estudos (todas as percentagens são sobre o nº total de docentes ETI)**

**4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos**

#### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem* / Percentage*
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	13	100

#### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

##### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	N.º / No.	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	10	76,92

#### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

##### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº / No.	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	9	69,23
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0

#### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

##### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	N.º / No.	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	13	100
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	1	7,69

#### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

##### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente atualização:

*Os docentes que prestam serviço docente nas unidades orgânicas do Instituto Politécnico de Viseu (IPV), seja qual for a sua categoria, e que contem pelo menos seis meses de relação jurídica de emprego e seis meses de serviço efetivo de funções docentes na instituição estão sujeitos a avaliação.*

*As atividades dos docentes sujeitas a avaliação são agrupadas em 3 dimensões: Científica, Pedagógica e Organizacional.*

*A Dimensão Pedagógica é composta, designadamente pelas atividades de ensino e apoio aos estudantes, resultados dos inquéritos de avaliação pedagógica realizados pelos estudantes, entre outros elementos.*

*A Dimensão Científica é composta por parâmetros como a produção científica, coordenação e participação em projetos científicos, acompanhamento e orientação científica de estudantes e atividades de avaliação em júris de concursos e provas académicas.*

*A Dimensão Organizacional é composta por fatores como a participação/colaboração nos processos de construção normativa, incluindo normas técnicas e regulamentares, prestação de serviços e consultorias em nome do IPV ou das Unidades Orgânicas, serviços à comunidade científica e à sociedade e ações de formação profissional, cargos em órgãos do IPV ou das Unidades Orgânicas, participação em cursos e tarefas temporárias, bem como outras atividades de relevo para o funcionamento das Escolas.*

*Cada uma destas dimensões é ponderada em função do perfil de desempenho que cada docente adotar no início de cada período de avaliação: O perfil poderá ser Científico, Organizacional ou Misto. Em qualquer um destes perfis, a dimensão pedagógica terá sempre um peso de 60%.*

No perfil científico, a dimensão científica terá um peso de 30%, enquanto a organizacional será de 10%. No perfil organizacional, a dimensão organizacional tem um peso de 30%, enquanto o científico terá um peso de 10%. Finalmente, no perfil misto, a dimensão científica e organizacional têm o mesmo peso de 20%.

O regulamento completo da avaliação do pessoal docente, publicado no Diário da República, está disponível no seguinte link: [http://www.ipv.pt/jur\\_ad.htm](http://www.ipv.pt/jur_ad.htm)

#### 4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

The faculty staff that teaches at the Polytechnic Institute of Viseu, regardless of their category, and that have at least a six month contract with the Institute, will be subject to performance evaluation.

The faculty staffs' activities are divided in 3 dimensions: Scientific, Pedagogical and Organizational.

The Pedagogical Dimension is composed mainly by the teaching activities, the results from the evaluation questionnaires that students fill out, among other items.

The Scientific Dimension is composed by elements such as scientific production, coordination and participation in scientific projects, supervising students and participation in academic juries.

The Organizational dimension is evaluated by occupying positions at the organic unit or institute and other relevant and important activities for the well running of the school.

Each dimension is weighted according to the profile that each professor chooses at the beginning of the evaluation period: The profile can be Scientific, Organizational or Mixed. In all of these profiles, the pedagogical dimension is worth 60%. In the Scientific profile, the scientific dimension is weighted with 30%, while the organizational dimension is weighted with 10%. In organizational profile, the organizational dimension is weighted with 30%, while the scientific dimension is worth 10%. Finally, in the mixed profile, both scientific and organizational are worth 20%.

The complete regulation, published in the Official Journal, is available at: [http://www.ipv.pt/jur\\_ad.htm](http://www.ipv.pt/jur_ad.htm)

## 5. Atividades de formação e investigação

### Mapa V - 5.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

#### 5.1. Mapa V Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	Observações / Observations
Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência - INESC TEC	Excelente	Universidade do Porto e outras IES	
Instituto de Sistemas e Robótica	Excelente	Universidade de Coimbra	
Instituto de Engenharia Electrónica e Telemática de Aveiro (IEETA)	Bom	Universidade de Aveiro	
Centro de Estudos em Educação, Tecnologias e Saúde	Insuficiente	Instituto Politécnico de Viseu	

#### Perguntas 5.2 e 5.3

#### 5.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/97fedecd-ccda-2718-d5e7-563b6662f6d3>

#### 5.3. 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:

- Na UC de Dissertação/Projeto/Estágio do Curso foram desenvolvidas atividades em colaboração com diversas empresas da região, culminando em projetos de aplicação prática que constituíram soluções tecnológicas para satisfazer necessidades das empresas (projetos podem ser consultados em (<http://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/188>))

- Alguns docentes participaram em projetos de investigação nacionais e europeus, nomeadamente: *EESEVS: Economic and Environmental Sustainability of Electric Vehicle Systems (MIT/MCA/0066/20099)*; *Solutions to the Intermittence between Renewable Energies in Madeira (SIRE)*; *Projectos europeus MICROGRIDS; MORE MICROGRIDS e EUROFORM*

- Participação na realização do curso internacional "Developing Microgeneration and Microgrids", realizado pelo

- Vários docentes são revisores de algumas das mais conceituadas revistas nas áreas da energia e da automação bem como membros de comissões científicas

### 5.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

- As part of the Dissertation/Project/Training Period of the MSc, several activities were developed in collaboration with companies in the region that have culminated in practical applications that constituted technological solutions to meet the needs of these companies (projects can be found at (<http://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/188>)).

- Some teachers have participated in research projects, namely: EESEVS: Economic and Environmental Sustainability of Electric Vehicle Systems; Solutions to the intermittence between Renewable Energies in Madeira (SIRE); European projects microgrids; MORE microgrids and EUROFORM.

- Participation in the realization of the international course "Developing Microgeneration and Microgrids", organized by INESC Porto and integrated into the training programs of the European EES-UETP consortium

- Several teachers are reviewers of some of the most respected journals in the areas of energy and automation, as well as members of Scientific Committees

## 6. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

### 6.1. Descreva estas atividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:

As competências dos recursos humanos e os equipamentos existentes permitem a oferta de prestação de serviços a entidades externas ao IPV, nomeadamente no que se refere à formação e à prestação de serviços técnicos e de investigação aplicada nas áreas da energia e da automação industrial. Este tipo de atividades tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos, particularmente no âmbito de trabalhos de Dissertação/Projeto/Estágio do Curso. Este facto indicia a adequação das competências e equipamentos do DEE às necessidades do mercado. O IPV pretende atuar como agente dinamizador destas atividades especializadas nas áreas da Energia e da Automação Industrial, valorizando as competências resultantes dos trabalhos de investigação dos seus docentes. Note-se que a prestação de serviços à comunidade e a formação de alto nível enquadram-se na missão e objetivos do IPV. Assim, a oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição.

### 6.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:

The skills of human resources and existing equipment enables the provision of services to entities outside the BTI, in particular as regards training and the provision of technical services and applied research in the areas of energy and industrial automation. This type of activity has been increasing over the past few years, particularly in the context of the Dissertation/Project/Training period of the Course. This indicates the matching of skills and DEE facilities to market needs. The IPV intends to act as a catalyst of these specialized activities in the areas of Energy and Industrial Automation, valuing the skills resulting from the research of its teachers. Note that the provision of services and high-level training to the community are within the mission and objectives of IPV. Thus, the offer meets the needs of the market and the mission and objectives of the institution.

## 7. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 7.1. e 7.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

---

Mapa VI - Protocolos de Cooperação

Mapa VI - Martifer Solar

#### 7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Martifer Solar*

#### 7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Martifer Solar - Susana Ribeiro.pdf](#)

Mapa VI - Meivcore

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Meivcore*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Meivcore - Tiago Figueiredo.pdf](#)

#### **Mapa VI - Município de Tondela**

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Município de Tondela*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Município de Tondela - Ana Sofia.pdf](#)

#### **Mapa VI - Borgstena Textile Portugal**

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Borgstena Textile Portugal*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Borgstena Textile Portuga, Unipessoal, Ldal .pdf](#)

#### **Mapa VI - Cerutil Cerâmicas Utilitárias**

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Cerutil Cerâmicas Utilitárias*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Cerutil Cerâmicas Utilitárias, SA.pdf](#)

#### **Mapa VI - Eda - Estofagem de Assentos Unipessoal, Lda**

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Eda - Estofagem de Assentos Unipessoal, Lda*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Eda - Estofagem de Assentos Unipessoal, Lda.pdf](#)

#### **Mapa VI - Fábrica de Plásticos Favir**

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Fábrica de Plásticos Favir*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Fábrica de Plásticos Favir, Lda.pdf](#)

#### **Mapa VI - Tecsisel - tecnologia e Sistemas Eléctricos, Lda**

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Tecsisel - tecnologia e Sistemas Eléctricos, Lda*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Tecsisel - tecnologia e Sistemas Eléctricos, Lda.pdf](#)

#### **Mapa VI - Tojaltec, Lda**

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Tojaltec, Lda*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Tojaltec, Lda.pdf](#)

#### **Mapa VI - Lactogal - Produtos Alimentares,SA**

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Lactogal - Produtos Alimentares,SA*



7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Lactogal - Produtos Alimentares,SA.pdf](#)

**Mapa VI - Cacia,SA**

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Cacia,SA*

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Cacia,SA.pdf](#)

**Mapa VI - Centro Hospitalar de Trás-os-Montes**

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Centro Hospitalar de Trás-os-Montes*

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Centro Hospitalar de Trás-os-Montes.pdf](#)

**Mapa VI - Finiluz**

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Finiluz*

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Finiluz.pdf](#)

**Mapa VI - Generg, Lda**

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Generg, Lda*

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Generg, Lda.pdf](#)

**Mapa VI - Labesfal - Laboratórios Almiro, SA**

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Labesfal - Laboratórios Almiro, SA*

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Labesfal - Laboratórios Almiro, SA.pdf](#)

**Mapa VI - Marcovil,SA**

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Marcovil,SA*

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Marcovil,SA.pdf](#)

**Mapa VI - Martifer,SA**

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Martifer,SA*

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Martifer,SA.pdf](#)

**Mapa VI - MOB,SA**

7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*MOB,SA*

7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

### [7.1.2.\\_MOB,SA.pdf](#)

#### Mapa VI - Movid,SA

##### 7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Movida,SA*

##### 7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Movida,SA.pdf](#)

#### Mapa VI - Peugeot Citroen - Centro de Produção de Mangualde

##### 7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Peugeot Citroen - Centro de Produção de Mangualde*

##### 7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Peugeot Citroen.pdf](#)

#### Mapa VI - Pinewells,SA

##### 7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Pinewells,SA*

##### 7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Pinewells,SA.pdf](#)

#### Mapa VI - Soane Indústria, SA

##### 7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Soane Indústria, SA*

##### 7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Soane Indústria, SA.pdf](#)

#### Mapa VI - Visabeira Indústria SGPS

##### 7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Visabeira Indústria SGPS*

##### 7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Visabeira Indústria SGPS.pdf](#)

#### Mapa VI - Zipor,SA

##### 7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Zipor,SA*

##### 7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[7.1.2.\\_Zipor,SA.pdf](#)

#### Mapa VII. Plano de distribuição dos estudantes

7.2. Mapa VII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

[7.2.\\_Mapa VII.pdf](#)

#### 7.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

---

##### 7.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

*Os alunos que desenvolvam Projeto/Estágio em empresa são acompanhados por um Orientador doutorado afeto ao Curso de mestrado. Quando tal se justifique poderá existir um co-orientador. O acompanhamento é efectuado através de: i) reuniões de acompanhamento, podendo algumas destas ser efetuadas com a presença do responsável da entidade na qual os alunos desenvolvem o projeto; ii) visitas aos locais onde se desenvolve o Projeto; utilização do correio electrónico ou outros meios de comunicação para, quando tal se revelar necessário, obter apoio adicional do orientador.*

Os 2 técnicos superiores afetos aos laboratórios estão também disponíveis para apoiar os estudantes na realização de eventuais experiências laboratoriais necessárias à concretização do trabalho em desenvolvimento no âmbito dos Projectos. Os equipamentos afectos aos laboratórios estão igualmente disponíveis, salvo em períodos em que estes sejam necessários para atividades lectivas.

### 7.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:

The in-service training periods of the students is supervised by the doctorate academic staff engaged in the MSc course. The supervision is done through: i) follow-up meetings, some of these with the participation of the monitors of the in-service training; ii) visits to the places of training; iii) when necessary, students can use e-mail and other means of communication to ask the support of their supervisor, or request additional meetings.

The 2 lab technicians will also be available to support students in carrying out any laboratory experiments necessary to accomplish the work in progress. Of course, the equipment of the IPV's laboratories will be available for use by students, except for the periods when it is needed for school activities.

## 7.4. Orientadores cooperantes

Mapa VIII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes

7.4.1 Mapa VIII. Mecanismos de avaliação e selecção 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):

[7.4.1\\_Mapa VIII.pdf](#)

Mapa IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)

Mapa IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / Map IX. External supervisors responsible for following the students' activities (only for teacher training study programmes)

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
Ver Nota c) Quadro A17. Observação	N/A	N/A	N/A	0

## 8. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

### 8.1. Caracterização dos estudantes

8.1.1. Caracterização dos estudantes inscritos no ciclo de estudos, incluindo o seu género e idade

8.1.1.1. Por Género

8.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	81
Feminino / Female	19

8.1.1.2. Por Idade

8.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	0
20-23 anos / 20-23 years	30
24-27 anos / 24-27 years	40
28 e mais anos / 28 years and more	30

### 8.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso)

#### 8.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso) / Number of students per curricular year (current academic year)

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
1º ano curricular	10
2º ano curricular	17
	27

### 8.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos.

#### 8.1.3. Procura do ciclo de estudos / Study programme's demand

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	25	25	25
N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates	12	16	10
Nota mínima do último colocado na 1ª fase / Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st fase	0	0	0
N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase enrolments	12	16	10
N.º total matriculados / Total no. enrolled students	12	16	10

### 8.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

#### 8.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

N/A

#### 8.1.4. Additional information about the students' characterisation (information about the students' distribution by the branches)

N/A

## 9. Resultados académicos e internacionalização do ensino

### 9.1. Resultados Académicos

#### 9.1.1. Eficiência formativa.

##### 9.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º diplomados / No. of graduates	9	5	7
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	3	2	2
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	6	3	5
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

#### Perguntas 9.1.2. a 9.1.3.

#### 9.1.2. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.

*O sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do curso é elevado. Efetivamente, tomando como referência o ano letivo 2014/2015, o sucesso nas diversas áreas (n.º aprovados/n.º avaliados) foi o seguinte (considerando*

exclusivamente a parte letiva do curso):

Energia - 97%  
Automação - 100%  
Matemática - 77%  
Gestão - 100%

A UC com maior insucesso é a de Matemática Aplicada à Eletrotécnica (77%) sendo que em todas as restantes o insucesso é pontual.

Na unidade curricular de "Dissertação/Projecto/Estágio" tem-se registado uma taxa de aprovação inferior, principalmente na primeira inscrição dos alunos. No entanto, os alunos acabam por se inscrever no ano seguinte, tendo aumentado consideravelmente o número de alunos que terminam o mestrado com êxito.

### 9.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

The academic success in the different scientific areas of the course is high. Indeed, with reference to the school year of 2014/2015, the success in the various areas (n.º of approved / n.º of evaluated) was as follows (considering only the taught part of the course):

Energy - 97%  
Automation - 100%  
Mathematics - 77%  
Management - 100%

The UC with higher unsuccess is the "Matemática Aplicada à Eletrotécnica" (77%). The unsuccess in the rest of the curricular units is residual.

In curricular unit of "Dissertation / Project / Internship" there has been a lower success rate, especially in the first enrollment of students. However, students enroll again in the following year and complete the course successfully.

### 9.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de ações de melhoria do mesmo.

No que concerne às unidades curriculares da parte letiva do curso, não tem sido necessária a definição de ações de melhoria uma vez que as taxas de insucesso são residuais (e frequente relacionadas com opções efetuadas pelos alunos trabalhadores-estudante). No caso da unidade curricular de "Matemática Aplicada à Eletrotécnica", a docente tem vindo a disponibilizar horas de atendimento para os alunos, em horários adaptados às respetivas realidades.

Na UC de Dissertação/Projeto/Estágio, os docentes com responsabilidade de orientação têm procurado incentivar os alunos a cumprir o respetivo plano de trabalhos (aprovado em Conselho Técnico-Científico).

### 9.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

Regarding the curricular units belonging to the taught part of the course has not been necessary to define improvement actions, once the unsuccess rates are residual (and often related to choices made by the students that are employed). In the case of the curricular unit of "Matemática Aplicada à Eletrotécnica" the teacher provides hours for the students clarify their doubts, which are adapted to the respective realities.

In the curricular unit of Dissertation/Project/Training period, the teachers with the responsibility of orientation have sought to encourage students to fulfill the respective work plan (approved by the Scientific-Technical Council).

### 9.1.4. Empregabilidade.

#### 9.1.4. Empregabilidade / Employability

	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de atividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study programme's area.	85.7
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de atividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	4.8
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	85.7

## 9.2. Internacionalização do ensino

### 9.2.1. Nível de internacionalização (dados relativos ao ciclo de estudos) / Internationalisation level (Study programme

data)

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Percentage of foreign students enrolled in the study programme	3.7
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	0
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs (out)	0
Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign teaching staff (in)	15.4
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out)	0

## 10. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 10.1. Pontos fortes:

- *Empregabilidade dos alunos formados;*
- *Objetivos do curso bem definidos;*
- *Conhecimentos/capacidades/competências a serem adquiridos pelos estudantes bem definidos e capazes de garantir a satisfação das expectativas dos alunos e as necessidades das empresas e organizações locais/nacionais;*
- *Áreas e domínios em que se centra o curso são de grande atualidade e relevância para o desenvolvimento regional e nacional;*
- *Corpo docente estável, qualificado, jovem, motivado e com experiência num ensino de índole predominantemente prática, contribuindo para a empregabilidade dos futuros diplomados;*
- *Cerca de 90% dos docentes que lecionam as UC das áreas nucleares do curso (Energia e Automação) são doutorados;*
- *Corpo docente afeto a unidades curriculares afins à sua formação;*
- *Corpo técnico e administrativo empenhado e adequado às necessidades;*
- *Técnicos superiores com formação académica em Engenharia Electrotécnica, sendo um deles licenciado e dois mestres;*
- *Instalações físicas de muito boa qualidade e Laboratórios razoavelmente equipados e adequados a um curso desta natureza;*
- *Boa ligação ao meio envolvente, comprovado pelo número e importância das entidades que se disponibilizaram a colaborar na realização de trabalhos de Dissertação/Projeto/Estágio e pelos projetos já concretizados com empresas;*
- *Uma parte significativa dos trabalhos de dissertação/projeto/estágio são realizados em colaboração com empresas da região;*
- *Elevada assiduidade e pontualidade dos estudantes;*
- *Os docentes promovem o trabalho autónomo dos alunos;*
- *Aceitação social e elevada empregabilidade dos diplomados pelo IPV;*
- *Relacionamento entre docentes e alunos;*
- *Satisfação com o ciclo de estudos e com o Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE) por parte dos alunos;*
- *Boa opinião dos empregadores acerca da preparação técnico-científica dos diplomados;*
- *Existência de um sistema de garantia da qualidade;*
- *Existência do GAIVA (Gabinete de Apoio à Inserção na Vida Activa);*
- *Disponibilização no Moodle de informação das diferentes UC;*

### 10.1. Strengths:

- *Employability of graduates;*
- *Objectives of the course are well defined;*
- *Competencies to be acquired by the students are well defined and able to meet the expectations of students and the needs of local and national enterprises/organizations;*
- *The core areas of the course are up to date and relevant to the regional and national development;*
- *The Academic staff is stable, qualified, young, motivated and experienced in a predominantly practical teaching, contributing to the employability of future graduates;*
- *Approximately 90% of teachers who teach the UC's belonging to the nuclear areas of the course (Energy and Automation) are doctorates;*
- *Academic staff affect to curricular units related to their training;*
- *Physical facilities of very good quality, and equipped laboratories, appropriate for a course of this nature;*
- *Good relationship with the community, evidenced by the number and importance of the entities who agreed to collaborate in the Project work/Training Period of the course as well as by the number of projects already developed with enterprises;*
- *A significant part of the students opt for develop their dissertation/project/training period in collaboration with companies of the region;*
- *High attendance of students;*
- *Teachers promote the autonomous work of the students;*
- *Social acceptance and high employability of the graduates by the IPV;*
- *Relationships between lecturers and students;*
- *Degree of satisfaction with the study cycle and with the Department of Electrical Engineering (DEE) by the students;*
- *Good opinion of the employers about the technical and scientific preparation of the graduates;*
- *Existence of GAIVA;*
- *Information from all curricular units is available on Moodle;*
- *Existence of a system of quality assurance;*

### 10.2. Pontos fracos:

- Número limitado de estudantes em cada edição do curso, o que também limita as condições do IPV para o desenvolvimento de atividades de I&D na área do curso;
- Envolvimento de entidades externas na parte letiva do curso precisa de ser reforçada;
- Nível de internacionalização e de captação de alunos estrangeiros;
- Fraca participação dos alunos no preenchimento dos inquéritos de avaliação docente e de funcionamento das unidades curriculares (no âmbito do sistema de Gestão de qualidade do IPV).
- Apesar do aumento que se tem vindo a verificar, é necessário incrementar a divulgação da produção técnico-científica resultante dos trabalhos desenvolvidos no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio.

### 10.2. Weaknesses:

- Limited number of students at each course edition, which also limits the ability of IPV in developing R&D activities in the field of the course;
- Involvement of external parties in the taught part of the course needs to be strengthened;
- Reduced level of internationalization and low capability for attracting foreign students;
- Low participation of students in filling of the teaching evaluation surveys and functioning of courses (under the IPV Quality Management System);
- Despite the increase that has been observed, it is necessary to increase the dissemination of the technical and scientific production resulting from the work developed in curricular unit of Dissertation/Project/Training Period.

### 10.3. Oportunidades:

- Fixação de quadros altamente qualificados (Doutorados) na região de Viseu;
- Disponibilização de competências nas áreas da Energia e da Automação Industrial ao tecido socioeconómico da região em que o IPV se insere;
- Desenvolvimento de investigação nas áreas da Energia e Automação Industrial, particularmente investigação aplicada;
- Afirmação do IPV como instituição de ensino superior politécnico de referência, procurando desta forma potenciar a atração de alunos;
- Reforço da ligação do IPV ao tecido socioeconómico regional e nacional, através do reforço da prestação de serviços, da realização de trabalhos de Dissertação/Projeto/Estágio e de investigação aplicada;
- Potenciar a Qualificação/Requalificação de ativos das empresas/organizações, contribuindo para aumentar a respetiva competitividade;
- Dinamizar os programas de mobilidade, incluindo o alargamento do Programa Erasmus+ a outras instituições europeias;
- Aproveitar o relativamente baixo número de alunos para potenciar um acompanhamento mais personalizado pelos docentes;

### 10.3. Opportunities:

- Fixing of highly qualified people (PhDs) in Viseu region;
- Availability of specialized skills in the areas of Energy and Industrial Automation to be offered to the socio-economic entities of the region in which the IPV is inserted;
- Affirmation of IPV in the field of applied research, particularly in the areas of Energy and Industrial Automation;
- Affirmation of IPV as a Polytechnic institution of reference, increasing the attractiveness for students;
- Reinforcement of the ties of the IPV with the regional and national community, namely through the increased ability to provide services and to participate on partnerships of R&D .
- Increased qualification of the actives of the companies, helping to increase their competitiveness;
- Stimulate the mobility programs, including extending the Erasmus+ to other European institutions;
- Take advantage of the relatively low number of students to leverage a more personalized follow-up by teachers;

### 10.4. Constrangimentos:

- Contínuo declínio demográfico, particularmente nas regiões do interior, o que condiciona a procura do curso;
- Localização geográfica em região do interior do país;
- Dificuldades crescentes na obtenção de financiamento que permita a aquisição de equipamentos e a contratação de novos recursos humanos, restringindo o desenvolvimento de mais atividades e de melhor qualidade, incluindo a investigação aplicada;
- Concorrência de cursos de mestrado oferecidos por outras instituições de ensino;
- Esforço solicitado aos estudantes já inseridos no mercado de trabalho para poderem assistir às aulas e realizarem os trabalhos práticos determinados em cada unidade curricular;
- Maior dificuldade no acesso a apoios sociais (bolsas);
- Dificuldade económicas das famílias para suportar os custos inerentes à frequência do ensino superior;
- Diminuição dos candidatos ao ensino superior.
- Fraco desenvolvimento do tecido económico e empresarial da região;
- Número cada vez mais reduzido de bolsas para intercâmbio (Erasmus+), quer de docentes, quer de alunos.
- A elevada carga de tarefas administrativas dos docentes não lhes disponibiliza muito tempo para a investigação científica, particularmente no caso dos docentes com funções de direção;

### 10.4. Threats:

- Declining population, particularly in the interior of the country, which may limit the course demand;
- Geographical location in the interior of the country;
- Difficulties in obtaining financing that allows the purchase of equipment and the hiring of new human resources, restricting the development of more and better activities, including applied research;
- Competition of MsC courses offered by other institutions;
- Effort required to students that are already entered the labor market in order to attend classes and perform practical work determined in each curricular unit;
- Greater difficulty in accessing social support (scholarships);
- Economic difficulties of the families to support the costs of attending higher education;
- Decrease in the number of higher education applicants;
- Poor economic development of the companies in the region;
- Increasingly small number of scholarships for mobility (Erasmus+), for teachers as well as for students;
- High burden of administrative tasks of teachers that limit the available time to be devoted to scientific research, - namely concerning the teachers with management functions.;

## 11. Proposta de ações de melhoria

### 11.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

---

#### 11.1.1. Ação de melhoria

*Desenvolver formas de divulgação do Curso junto de potenciais interessados que se encontrem já a exercer atividade profissional e junto de empresas que possam ter interesse na requalificação ou aumento de qualificação dos seus colaboradores.*

#### 11.1.1. Improvement measure

*Develop ways to disseminate the course to potentially interested people that are already exercising professional activities and to companies that may be interested in requalify and/or increase the qualification of its employees.*

#### 11.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

*Alta*

*6 meses*

#### 11.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

*High*

*6 months*

#### 11.1.3. Indicadores de implementação

*Número de ações de divulgação.*

#### 11.1.3. Implementation indicators

*Number of dissemination actions.*

### 11.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

---

#### 11.1.1. Ação de melhoria

*Promover um maior envolvimento de empresas/entidades que desenvolvem as suas atividades nas áreas da Energia e da Automação Industrial na parte letiva do curso. Tal permitirá facultar aos alunos um maior contacto com a prática relacionada com os assuntos lecionados nas diversas unidades curriculares que constituem a parte letiva do curso. Esta ação poderá ser desenvolvida no âmbito das unidades curriculares ou em seminários promovidos para o efeito.*

#### 11.1.1. Improvement measure

*Promote a greater involvement of companies / entities developing their activities in the areas of Energy and Industrial Automation on the taught part of the course. This will provide students with a greater contact with practice related to the subjects taught in the course.*

#### 11.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

*Alta*

*1 ano*

#### 11.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.



*High*

*1 year*

### **11.1.3. Indicadores de implementação**

*Número de ações de colaboração entre empresas e o curso*

### **11.1.3. Implementation indicators**

*Number of actions of collaboration between companies and the course*

## **11.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos**

---

### **11.1.1. Ação de melhoria**

*Aumentar o nível de internacionalização do curso tendo em consideração as restrições orçamentais existentes. Esta internacionalização poderá envolver docente e/ou alunos (do curso para instituições estrangeiras e de instituições estrangeiras para o curso).*

### **11.1.1. Improvement measure**

*Increase the internationalization of the course taking into account the budgetary constraints. This internationalization may involve teachers and/or students.*

### **11.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida**

*Média*

*2/3 anos*

### **11.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.**

*Medium*

*2/3 years*

### **11.1.3. Indicadores de implementação**

*Número de alunos de instituições estrangeiras que venham frequentar o curso;  
Número de alunos do Curso a irem frequentar instituições estrangeiras;  
Número de professores de instituições estrangeiras que venham lecionar em unidades curriculares do curso;  
Número de professores do Curso em missões de ensino a instituições estrangeiras.*

### **11.1.3. Implementation indicators**

*Number of students of foreign institutions that will attend the course;  
Number of teachers from foreign institutions that will teach in the course;  
Number of teachers from foreign institutions that will teach in the course;  
Number of teachers of the Course in teaching assignments to foreign institutions.*

## **11.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos**

---

### **11.1.1. Ação de melhoria**

*Incentivar os alunos a que efetuem o preenchimento dos inquéritos de avaliação docente e de funcionamento das unidades curriculares (no âmbito do sistema de Gestão de qualidade do IPV).*

### **11.1.1. Improvement measure**

*Encourage the students to fill out the surveys on evaluation of teachers and of the organization of the curricular units (under the Quality Management System of the IPV).*

### **11.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida**

*Alta*

*1 ano*

**11.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.**

*High*

*1 year*

**11.1.3. Indicadores de implementação**

*% dos estudantes que responderam aos inquéritos*

**11.1.3. Implementation indicators**

*% of the students who responded to the surveys*

**11.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos**

---

**11.1.1. Ação de melhoria**

*Promover a divulgação da produção técnico-científica resultante dos trabalhos desenvolvidos no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio.*

**11.1.1. Improvement measure**

*Promote the dissemination of the technical and scientific production obtained through the work developed in the curricular unit of Dissertation/Project/Training period.*

**11.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida**

*Alta*

*1 ano*

**11.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.**

*High*

*1 year*

**11.1.3. Indicadores de implementação**

*- Número de artigos publicados*

*- Número de ações de divulgação*

**11.1.3. Implementation indicators**

*- Number of submitted papers to be published*

*- Number of dissemination actions*