

# ACEF/1819/0217177 — Guião para a auto-avaliação

---

## I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

### 1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

---

#### 1.1. Referência do anterior processo de avaliação.

*ACEF/1213/17177*

#### 1.2. Decisão do Conselho de Administração.

*Acreditar*

#### 1.3. Data da decisão.

*2013-11-18*

### 2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE.

---

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE (Português e em Inglês, PDF, máx. 200kB).

[2.\\_Medidas de melhoria MEE\\_v3.pdf](#)

### 3. Alterações relativas à estrutura curricular e/ou ao plano de estudos(alterações não incluídas no ponto 2).

---

#### 3.1. A estrutura curricular foi alterada desde a submissão do guião na avaliação anterior?

*Não*

##### 3.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

*<sem resposta>*

##### 3.1.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.

*<no answer>*

#### 3.2. O plano de estudos foi alterado desde a submissão do guião na avaliação anterior?

*Não*

##### 3.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

*<sem resposta>*

##### 3.2.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.

*<no answer>*

### 4. Alterações relativas a instalações, parcerias e estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem (alterações não incluídas no ponto 2)

---

4.1. Registaram-se alterações significativas quanto a instalações e equipamentos desde o anterior processo de avaliação?

*Não*

##### 4.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma breve explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

*<sem resposta>*

##### 4.1.1. If the answer was yes, present a brief explanation and justification of those modifications.

<no answer>

**4.2. Registaram-se alterações significativas quanto a parcerias nacionais e internacionais no âmbito do ciclo de estudos desde o anterior processo de avaliação?**

*Sim*

**4.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.**

*No âmbito da área departamental do ciclo de estudos (ADEEEA), o ISEL passou a integrar a rede EduNet – Phoenix Contact. A parceria EduNet é um projeto desenvolvido pela empresa Phoenix Contact para promover o intercâmbio e a cooperação entre instituições do ensino superior e a indústria na área da automação onde se incentiva a partilha de conhecimentos dos seus utilizadores em relação à utilização de diferentes equipamentos e software. Os projetos resultantes da parceria EduNet promovem também a integração dos alunos no mundo profissional e contribuem para que as instituições possuam modernos laboratórios. A EduNet conta já com a colaboração de uma extensa lista de instituições de ensino superior a nível mundial.*

*Ao abrigo desta parceria, a Phoenix Contact ofereceu algum equipamento ao laboratório de Automação Industrial da ADEEEA e mantém o compromisso de o atualizar regularmente, para garantir que os estudantes trabalham com as versões mais recentes dos equipamentos.*

**4.2.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.**

*Within the departmental area of the study programme (ADEEEA), ISEL became part of the EduNet network - Phoenix Contact. The EduNet partnership is a worldwide project developed by Phoenix Contact to promote the exchange and cooperation between higher education institutions and the industry in the area of automation, where it is encouraged the sharing of knowledge of its users regarding the use of different equipment and software. The projects resulting from the EduNet partnership also promote the integration of students in the business world and contribute to have modern laboratories.*

*Under this partnership, Phoenix Contact offered some equipment to ADEEEA's Industrial Automation laboratory and remains committed to updating it regularly, to ensure that students work with the latest versions of the equipment.*

**4.3. Registaram-se alterações significativas quanto a estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem desde o anterior processo de avaliação?**

*Não*

**4.3.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.**

<sem resposta>

**4.3.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.**

<no answer>

**4.4. (Quando aplicável) registaram-se alterações significativas quanto a locais de estágio e/ou formação em serviço, protocolos com as respetivas entidades e garantia de acompanhamento efetivo dos estudantes durante o estágio desde o anterior processo de avaliação?**

*Não*

**4.4.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.**

<sem resposta>

**4.4.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.**

<no answer>

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

### **1.1 Instituição de ensino superior.**

*Instituto Politécnico De Lisboa*

#### **1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.**

**1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):***Instituto Superior De Engenharia De Lisboa***1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):****1.3. Ciclo de estudos.***Engenharia Electrotécnica***1.3. Study programme.***Electrical Engineering***1.4. Grau.***Mestre***1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).**[1.5.\\_Despacho 4519\\_2008.pdf](#)**1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.***Engenharia Electrotécnica***1.6. Main scientific area of the study programme.***Electrical Engineering***1.7.1. Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):***52***1.7.2. Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:***522***1.7.3. Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:***523***1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.***120***1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):***4 semestres***1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):***4 semesters***1.10. Número máximo de admissões.***60***1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.***<sem resposta>***1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.***<no answer>***1.11. Condições específicas de ingresso.***Podem candidatar-se ao acesso ao ciclo de estudos conducente ao grau de mestre:**a) Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal, em engenharia ou áreas afins;**b) Titulares de um grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos*

*organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um Estado aderente a este Processo;*

*c) Titulares de um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado pelo conselho científico;*

*d) Detentores de um currículo escolar, científico ou profissional, que seja reconhecido como atestando capacidade para realização deste ciclo de estudos pelo conselho científico.*

*(/www.isel.pt/plnst/Servicos/ServAcademicos/docs/Regulamentos/Regulamento\_Geral\_Mestrado.pdf)*

#### 1.11. Specific entry requirements.

*May apply to the study cycle leading to master's degree:*

*a) Holders of a degree in Electrical Engineering or legal equivalent;*

*b) Holders of a foreign academic degree in Electrical Engineering, or legal equivalent, conferred, following a first cycle of studies organized according to the principles of the Bologna Process, by a State acceding to this process;*

*c) Holders of a degree, or equivalent degree in any area, once recognized their ability to complete the study cycle leading to master's degree in Electrical Engineering, and whose curriculum vitae shows scientific adequate skills;*

*d) Holders of academic, scientific or professional curriculum in Electrical Engineering, once recognized competence to carry out this study cycle.*

#### 1.12. Regime de funcionamento.

*Outros*

##### 1.12.1. Se outro, especifique:

*Número de registo da DGES do Ciclo de Estudos: 6358 (com regime diurno e noturno), ver A.18 nota 2.*

##### 1.12.1. If other, specify:

*Study cycle DGES Registry number: 6358 (day and night parallel lectures), see A.18 remark 2.*

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

*Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*

*Rua Conselheiro Emídio Navarro 1, 1959-007, Lisboa*

#### 1.14. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB).

[1.14.\\_Despacho\\_14923\\_2015.pdf](#)

#### 1.15. Observações.

#### 1.15. Observations.

## 2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.

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

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

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Energia

Automação e Electrónica Industrial

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

Energy

Automation and Industrial Electronics

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

---

### 2.2. Estrutura Curricular - Energia

#### 2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).

*Energia*

#### 2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)

*Energy*

#### 2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à 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*	Observações / Observations
Engenharia Electrotécnica / Electrical Engineering	EE	96	12	O aluno pode optar por 12/18/24
Física / Physics	FIS	0	0	O aluno pode optar por 0/6
Economia e Gestão / Economics and Management	EG	0	0	O aluno pode optar por 0/6/12
ECTS optativos adicionais a realizar em qualquer uma das áreas científicas mencionadas (EE, FIS, EG)		0	12	
<b>(4 Items)</b>		<b>96</b>	<b>24</b>	

### 2.2. Estrutura Curricular - Automação e Electrónica Industrial

#### 2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).

*Automação e Electrónica Industrial*

#### 2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)

*Automation and Industrial Electronics*

#### 2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à 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*	Observações / Observations
Engenharia Electrotécnica / Electrical Engineering	EE	96	12	O aluno pode optar por 12/18/24
Física / Physics	FIS	0	0	O aluno pode optar por 0/6
Economia e Gestão / Economics and Management	EG	0	0	O aluno pode optar por 0/6/12
ECTS optativos adicionais a realizar em qualquer uma das áreas científicas mencionadas (EE, FIS, EG)			12	
<b>(4 Items)</b>		<b>96</b>	<b>24</b>	

## 2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

---

### 2.3.1. Formas de garantia de que as metodologias de ensino e aprendizagem são adequadas aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, favorecendo o seu papel ativo na criação do processo de aprendizagem.

*A Comissão Coordenadora está em contato permanente com estudantes e docentes, para verificar a forma como as UC são lecionadas, quer em relação à assistência nas aulas teóricas e laboratoriais, quer o*

*sucesso escolar e a satisfação dos alunos. Na maioria das UC, uma parte importante da aprendizagem passa pela realização de trabalhos de grupo, de forma ativa e com elevado grau de autonomia sempre supervisionada por um ou mais docentes. Tais atividades contribuem para consolidar os conhecimentos dos alunos nos conteúdos programáticos das UC desenvolvendo-se também competências mais gerais, nomeadamente a capacidade de organização e distribuição de trabalho, a utilização de tecnologias de informação para a apresentação do trabalho realizado, quer na forma escrita, quer na forma oral, bem como competências sociais e de participação em equipas que serão fundamentais para o bom desempenho de futuras atividades profissionais. Privilegia-se a componente experimental em ambiente laboratorial.*

**2.3.1. Means of ensuring that the learning and teaching methodologies are coherent with the learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be achieved by students, favouring their active role in the creation of the learning process.**

*The Course Coordination Committee is in permanent contact with students and teachers, being aware of the used methods in each course subject, and knowing the existing relationship between theoretical and laboratory classes' student attendance. In addition, is also committed with school success and student satisfaction.*

*Furthermore, the majority of course subjects have practical work development by a student's team, in an active way and always supervised by one or more teachers. These activities contribute for students' knowledge consolidation about the different course subjects. In addition, allows students to develop the ability to organize and use written language in oral form, as well as socialization development and team work that are fundamental for the good performance in future professional activities. In general, the course subject experimental component is lectured in a laboratorial environment.*

**2.3.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.**

*O cálculo do número de ECTS por UC é realizado de acordo com o Regulamento de ECTS do ISEL ([http://www.isel.pt/plnst/OrgaosdeGoverno/ConselhoTecnicoCientifico/Arquivo/ECTS\\_ISEL.pdf](http://www.isel.pt/plnst/OrgaosdeGoverno/ConselhoTecnicoCientifico/Arquivo/ECTS_ISEL.pdf)).*

*A divulgação na página da Área Departamental das FUCS do plano de estudos ([www.deea.isel.ipl.pt](http://www.deea.isel.ipl.pt)) permite a todos os estudantes conhecer o número de horas de trabalho semestral espetável e os respetivos ECTS (1 ECTS = 27 h). Por outro lado, os inquéritos efetuados aos estudantes que incluem o desempenho pedagógico em cada UC, realizados no âmbito das competências do Conselho pedagógico, permitem recolher a opinião dos alunos acerca de eventuais desvios entre o número de 'horas de trabalho do estudante' e aquele que os estudantes efetivamente despenderam. Situações de não conformidade são analisadas em sede de Comissão coordenadora do curso o que, com a representação dos estudantes, contribuem para evitar o prolongar de situações de discrepância entre o exigido e o estabelecido na FUC.*

**2.3.2. Means of verifying that the required average student workload corresponds to the estimated in ECTS.**

*The ECTS calculus for each course subject is performed accordingly to the ISEL ECTS Regulation, available in*

*([http://www.isel.pt/plnst/OrgaosdeGoverno/ConselhoTecnicoCientifico/Arquivo/ECTS\\_ISEL.pdf](http://www.isel.pt/plnst/OrgaosdeGoverno/ConselhoTecnicoCientifico/Arquivo/ECTS_ISEL.pdf)). Each course syllabus is disseminated in Electrical engineering department web page ([www.deea.isel.ipl.pt](http://www.deea.isel.ipl.pt)) allowing students to know the expected working hours for each semester and also giving information about the ECTS for each course subjects (1ECTS=27h). Furthermore, surveys that are carried out by ISEL's pedagogical committee and directed to students, include questions about pedagogical performance and thus allow to infer about possible deviations between the number of 'student's working hours' and the real ones. Situations of non-compliance are analyzed by the Course Coordination Committee which is constituted by teachers and students. This proximity is essential to quickly identify and avoid the prolongation of existing discrepancy situations between the expected and real workloads*

**2.3.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem.**

*A avaliação de conhecimentos incluída nas FUCS do ciclo de estudos rege-se pelas Normas de avaliação de conhecimentos do ISEL, aprovadas em Conselho pedagógico.*

*([www.isel.pt/plnst/OrgaosdeGoverno/ConselhoPedagogico/docs/NORMAS\\_AVALIA\\_CONHECIMENTOS.pdf](http://www.isel.pt/plnst/OrgaosdeGoverno/ConselhoPedagogico/docs/NORMAS_AVALIA_CONHECIMENTOS.pdf)).*

*A aplicação do método de avaliação constante da FUC compete ao docente responsável da respetiva UC. Desvios entre a avaliação de conhecimentos constante na FUC e o efetivamente praticado são resolvidos em sede de Comissão coordenadora de Curso usando os procedimentos já descritos no ponto anterior.*

**2.3.3. Means of ensuring that the student assessment methodologies are aligned with the intended learning outcomes.**

*The course subjects assessment is detailed in each course syllabus and are defined accordingly to the ISEL Knowledge Assessment Standards, approved by Pedagogical Council.*

*([www.isel.pt/plnst/OrgaosdeGoverno/Pogagogico/Docs/NORMS\\_AVALIA\\_CONHECIMENTOS.pdf](http://www.isel.pt/plnst/OrgaosdeGoverno/Pogagogico/Docs/NORMS_AVALIA_CONHECIMENTOS.pdf)).*

*The assessment implementation method is monitored by the teacher responsible for each course. Possible deviations between the course syllabus and real assessment implementation are discussed and solved by the Course Coordination Committee, using the defined procedures previously detailed*

## 2.4. Observações

---

2.4 Observações.

2.4 Observations.

## 3. Pessoal Docente

### 3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

---

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

*Luís Manuel dos Santos Redondo, Doutor, Dedicção Exclusiva*

*Maria da Graça Vieira de Brito Almeida, Doutor, Dedicção Exclusiva*

*Filipe André de Sousa Figueira Barata, Doutor, Dedicção Exclusiva*

*Luís José Lamy Rocha Encarnação, Doutor, Dedicção Exclusiva*

*Rita Marcos Fontes Murta Pereira, Doutor, Dedicção Exclusiva*

### 3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

---

#### 3.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Pedro Miguel Neves da Fonte	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Sistemas Sustentáveis de Energia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Constantino Vital Sopa Soares	Professor Coordenador Principal ou equivalente	Licenciado		Eng.ª Electrotécnica – Energia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carla Solange Pires Correia Viveiros	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Controlo e Energia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Cristina Inês Camus	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Energia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria da Graça Veira de Brito Almeida	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Eng. Eletrotécnica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Filipe André de Sousa Figueira Barata	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Eletrotécnica e Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Manuel dos Santos Redondo	Professor Coordenador Principal ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ricardo Jorge Ferreira Luís	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Vasco Emanuel Anjos Soares	Professor Coordenador Principal ou equivalente	Doutor		Eng. Electrotécnica e de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rita Marcos Fontes Murta Pereira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecatrónica e Energia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Paulo José Duarte Landeiro Gambôa	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Electrónica de Energia	100	Ficha submetida
Mafalda Maria Morais Seixas	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Armando José Leitão Cordeiro	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Eng <sup>a</sup> Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
João Hermínio Ninitas Lagarto	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Sistemas Sustentáveis de Energia	100	Ficha submetida
Nelson Filipe Pereira dos Santos	Assistente convidado ou equivalente	Mestre		Engenharia Eletrotécnica	55	Ficha submetida
Miguel Cabral Ferreira Chaves	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Manuel de Matos Fernandes	Professor Adjunto ou equivalente	Mestre	Título de especialista (DL 206/2009)	Eng. Electrotécnica e de Computadores	40	Ficha submetida
Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Eletrotécnica - Energia	60	Ficha submetida
Hiren Canacsinh	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Energia	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Martins Ferreira	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Luís José Lamy Rocha da Encarnação	Professor Adjunto ou equivalente	Doutor		Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Victor Manuel Fernandes Mendes	Professor Coordenador ou equivalente	Doutor		Eng <sup>a</sup> Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Eduardo Adelino Mateus Nunes Eusébio	Professor Adjunto ou equivalente	Mestre	Título de especialista (DL 206/2009)	Eng. Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
					<b>2155</b>	

<sem resposta>

### 3.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

#### 3.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

##### 3.4.1.1. Número total de docentes.

23

##### 3.4.1.2. Número total de ETI.

21.55

#### 3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

##### 3.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral / Number of teaching staff with a full time employment in the institution.\*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	20	92.807424593968



### 3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

#### 3.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor / Academically qualified teaching staff – staff holding a PhD

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	18.6	86.31090487239

### 3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

#### 3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialised teaching staff of the study programme

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	17.6	81.670533642691
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	1.4	6.4965197215777

### 3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

#### 3.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	20	92.807424593968
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0.55	2.5522041763341

## 4. Pessoal Não Docente

### 4.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

*Os ciclos de estudos dispõem de três técnicos superiores, e um assistente técnico, em regime de contracto por tempo indeterminado, diretamente envolvidos no apoio ao funcionamento dos laboratórios. Este pessoal não docente é partilhado com o ciclo de estudos da licenciatura em Engenharia Eletrotécnica. Competindo-lhes garantir o funcionamento das aulas práticas laboratoriais através de: gestão dos meios informáticos dos laboratórios; atualização do inventário do equipamento laboratorial; conservar, preparar e ensaiar os diversos materiais utilizados nos trabalhos práticos; acompanhar os docentes das aulas práticas de modo a garantir o bom funcionamento dos equipamentos utilizados.*

### 4.1. Number and employment regime of the non-academic staff allocated to the study programme in the present year.

*The study cycles have three senior technicians and a technical assistant, under contract for an indefinite period, directly involved in supporting the laboratories operation. This non-teaching staff is shared with the cycle of studies of the degree in Electrotechnical Engineering. They guarantee the practical laboratory classes operation through: the laboratories computer resources management; inventory updating of laboratory equipment; conserve, prepare and test the various materials used in practical works; to assist the teachers in practical classes and to ensure the equipments proper use and functioning.*

**4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.**

*O requisito mínimo de habilitação dos técnicos superiores é a posse de uma licenciatura. Desta forma garante-se que conhecem e dominam o funcionamento básico dos laboratórios, obtendo o resto da formação junto dos responsáveis dos laboratórios e docente afetos aos grupos disciplinares. Apesar dessa formação, a exigência do apoio aos laboratórios em ambos os ciclos de estudos (licenciatura e mestrado) tem motivado os técnicos superiores a obter mais formação, verificando-se assim que dois dos atuais técnicos superiores se encontram a finalizar o mestrado e um deles já possui o grau de mestre.*

**4.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.**

*The minimum qualification requirement for senior technicians is a bachelor's degree. By this mean it is guaranteed that they know and dominate the laboratories basic operation. The formation is also given by the teacher that are responsible for the laboratory and other teaching staff. Despite this formation, the requirement of support laboratories in both study cycles (undergraduate and masters) has motivated senior technicians to obtain more formation, thus is it verified that two technicians are finishing their master's degree and one of them already have the master degree.*

**5. Estudantes****5.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso****5.1.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso****5.1.1. Total de estudantes inscritos.**

127

**5.1.2. Caracterização por género****5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender**

Género / Gender	%
Masculino / Male	92.9
Feminino / Female	7.1

**5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.****5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular / Students enrolled in each curricular year**

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
1º ano curricular do 2º ciclo	95
2º ano curricular do 2º ciclo	32
	<b>127</b>

**5.2. Procura do ciclo de estudos.****5.2. 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	50	60	60
N.º de candidatos / No. of candidates	39	65	56
N.º de colocados / No. of accepted candidates	39	60	56
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	30	43	48
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	11	10	10

Nota média de entrada / Average entrance mark

12.7

12.9

12.9

### 5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

#### 5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

*O número de candidatos é maioritariamente do ciclo de estudos anterior, Licenciatura de Engenharia Eletrotécnica, sendo que o número de candidatos provenientes do PALOPS tem vindo a aumentar, em particular os do Brasil.*

#### 5.3. Eventual additional information characterising the students.

*The candidates are mostly from the previous studies cycle, Degree in Electrotechnical Engineering, and the number of candidates from PALOPS has been increasing, particularly in Brazil.*

## 6. Resultados

### 6.1. Resultados Académicos

#### 6.1.1. Eficiência formativa.

##### 6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	17	14	8
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	10	4	1
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	2	4	5
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	2	2	1
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	3	4	1

#### Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.

#### 6.1.2. Apresentar relação de teses defendidas nos três últimos anos, indicando, para cada uma, o título, o ano de conclusão e o resultado final (exclusivamente para cursos de doutoramento).

*Fonte Comutada de Baixa Tensão para Utilização em Supercondensadores como Fonte Primária de Energia;2016;17*

*Minimizar o Sobrecusto da Redução da Capacidade de Interligação com Recurso ao Counter-Trading;2016;17*

*Ferramenta Computacional para Medição de Deslocamento em Ensaios de Carga através de Técnicas de Processamento de imagem;2016;17*

*Análise e simulação de falhas em conversores AC-DC-AC num sistema de energia eólica;2016;16*

*Otimização da exploração de sistemas hídricos reversíveis em cascata;2016;17*

*Simulação de regimes de carga e descarga em baterias;2016;16*

*Análise e simulação de pontos quentes em painéis fotovoltaicos;2016;17*

*Ferramenta computacional seleção de proteções em parques eólicos e S/E's;2016;16*

*Processamento de imagem num simulador de armazenamento automático;2016;16*

*Modelação de mercados de energia elétrica com recurso a métodos de estatística circular ;2016;15*

*Utilização de baterias de iões de lítio em sistemas de armazenamento de energia;2016;15*

*Previsão da capacidade de transporte das linhas aéreas para o mercado diário do MIBEL;2016;16*

*Integração e supervisão de múltiplas redes de automação;2016;17*

*Análise de estratégias de licitação das empresas produtoras de energia elétrica no MIBEL;2016;14*

*Malhas de captura de fase para sincronização e processamento de sinais da rede elétrica;2017;15*

*Modelação e Análise da máquina linear tubular de ímanes permanentes, através do método dos elementos finitos;2017;16*

*Otimização da carteira de ativos de geração de energia elétrica de uma empresa que atua no mercado diário do MIBEL e no mercado de reserva secundária;2017;16*

*Sistema de conversão de energia solar fotovoltaica para carregamento de um veículo elétrico;2017;16*  
*2016/2017;2016;Desenvolvimento e aplicação de algoritmo de otimização evolucionária e análise de sensibilidade para a determinação da máxima injeção nodal em redes de energia elétrica ;2016;16*  
*Classificação dos anéis abertos na alta tensão;2017;14*  
*Estudo e implementação de um gerador de onda de choque;2017;17*  
*Sistemas inteligentes para melhoria da eficiência energética em edifícios;2017;17*  
*Avaliação económica da bombagem hidroelétrica no quadro do mercado ibérico de eletricidade ;2017;14*  
*Estudo do Galgamento em Conversor de Ondas Oceânicas;2017;15*  
*Ferramenta Computacional para Projeto de Linhas Aéreas de Média Tensão;2017;16*  
*Modelação de Observadores de Posição Aplicados ao Motor Linear Síncrono de Ímanes Permanentes;2017;16*  
*Desenvolvimento de Unidade Digital de Controlo Auxiliar para Baterias de Condensadores;2017;17*  
*Análise da influência do produtor-consumidor doméstico numa rede elétrica inteligente;2017;17*  
*Análise da integração dos mercados de banda de reserva secundária de Portugal e Espanha;2018;16*  
*Aplicação de painéis solares em edifícios públicos para autoconsumo fotovoltaico;2018;17*

**6.1.2. List of defended theses over the last three years, indicating the title, year of completion and the final result (only for PhD programmes).**

*Low Voltage Switchgear Used in Supercapacitors as a Primary Power Source;2016;17*  
*Minimize the Overhead of the Reduction of the Interconnection Capacity with Resource to the Counter-Trading;2016;17*  
*Computational Tool for Displacement Measurement in Load Tests through Image Processing Techniques;2016;17*  
*Analysis and simulation of faults in AC-DC-AC converters in a wind power system; 2016;16*  
*Cascade reversible water systems optimization and exploration;2016;17*  
*Batteries charge and discharge regime simulations;2016;16*  
*Analysis and simulation of hot spots on photovoltaic panels;2016;17*  
*Computational tool to select protections in wind farms and S / E's;2016;16*  
*Image processing in an automatic storage simulator; 2016; 16*  
*Electric energy markets modeling using circular statistical methods;2016;16*  
*Lithium-ion batteries in energy storage systems;2016;15*  
*Airline Transport Capacity Forecast to MIBEL daily market;2016;16*  
*Integration and supervision of multiple automation networks; 2016; 17*  
*Analysis of bidding strategies of electric power companies in MIBEL;2016;14*  
*Synchronization and signal processing in electrical network using phase capture meshes;2017;15*  
*Tubular linear magnet machine modeling and analysis, using the finite element method; 2017;16*  
*Electric power generation assets portfolio optimization of a company operating in the daily market of MIBEL and in the secondary reserve market;2017;16*  
*Photovoltaic solar energy conversion system for charging an electric vehicle; 2017;16*  
*Development and application of evolutionary optimization algorithm and sensitivity analysis for the determination of the maximum nodal injection in electric energy networks; 2016;16*  
*Open rings classification at high voltage;2017;14*  
*Study and implementation of a shock wave generator;2017;17*  
*Intelligent systems for improving energy efficiency in buildings; 2017;17*  
*Hydroelectric pumping economic evaluation under the Iberian electricity market framework; 2017;14*  
*Ocean Waves Converter with Gall study;2017;15*  
*Computational Tool for the Design of Medium Voltage Air Lines; 2017;16*  
*Position Observers Modeling Applied to Permanent Magnets Synchronous Linear Motor; 2017;16*  
*Development of Digital Auxiliary Control Unit for Condenser Batteries;2017;17*  
*Analysis of the domestic producer-consumer influence on an intelligent electricity grid;2017;17*  
*Integration of secondary reserve band analysis in Portugal and Spain markets;2018; 16*  
*Solar panels application in public buildings for self-consumption photovoltaic;2018;17*

**6.1.3. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.**

*O ciclo de estudos inclui uma área científica obrigatória, Engenharia Eletrotécnica (EE) (108 créditos) e duas opcionais de Física (Fis.) e Economia e Gestão (EG) (num total máximo de 12 créditos), que correspondem a frequência de unidades curriculares (UC) de opção a partir do 3º semestre em ambos os perfis. Relativamente ao ano letivo 2017/2018, apresentamos as seguintes estatísticas por área científica:*

- EE: dos alunos que foram submetidos pelo menos a uma prova de avaliação, a média da taxa de aprovação das diversas UC da área científica, foi de 84%. Verificou-se que, na média das UC, cerca de 30% dos alunos inscritos não se submeteram a nenhuma prova de avaliação;*
- EG e Fis. (apenas com UC de opção), a taxa de aprovação foi superior a 90% e com uma taxa de alunos que não se submeteram a nenhuma avaliação de 6% em EG e de 30% em Fis.*

**6.1.3. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and the respective curricular units.**

*The study cycle includes a mandatory scientific area, Electrical Engineering (EE) (108 credits) and two optional Physics (Fis.) and Economics and Management (EG) (with a total of 12 credits only available in the 3rd semester in both profiles as option).*

*Regarding the academic year 2017/2018, we present the following statistics by scientific area:*

- *EE: For the students who were submitted at least one evaluation test, the average approval rate in the scientific area was 84%. It was found that, about 30% of the students did not undergo any evaluation tests;*
- *EG and Fis. (only with UC option), the approval rate was higher than 90% and the students rate who did not undergo any evaluation was 6% in EG and 30% in Fis.*

#### 6.1.4. Empregabilidade.

##### 6.1.4.1. Dados sobre desemprego dos diplomados do ciclo de estudos (estatísticas da DGEEC ou estatísticas e estudos próprios, com indicação do ano e fonte de informação).

*Dados do DGEEC de dezembro 2017*

*Percentagem de diplomados que obtiveram emprego: 95.3%*

##### 6.1.4.1. Data on the unemployment of study programme graduates (statistics from the Ministry or own statistics and studies, indicating the year and the data source).

*DGEEC data from December 2017*

*Graduates who obtained employment: 95.3%*

##### 6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

*Verifica-se uma elevada taxa de empregabilidade que revela a aceitação do ciclo de estudos pelos empregadores da área de formação.*

##### 6.1.4.2. Reflection on the employability data.

*There is a high employability rate that reveals the study cycle acceptance by employers.*

## 6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

### 6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

**6.2.1. 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	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers	Observações / Observations
INESC-ID - Instituto de Engenharia de Sistemas de Computadores, Investigação e Desenvolvimento em Lisboa/ INESC-ID	Muito Bom / Very Good	IST - ULisboa	11	
ISRC - Interdisciplinary Studies Research Center	nd	ISEP - Porto	2	Classificação (FCT) não disponível
CTS-UNINOVA - Centro de Tecnologia e Sistemas/ Centre of Technology and Systems	Muito Bom / Very Good	FCT/UNL	1	
CISE - Centro de Investigação em Sistemas Eletromecânicos/ Electromechatronic Systems Research Centre	nd	UBI	1	Classificação (FCT) não disponível
Centro de Física Teórica e Computacional UL	Muito Bom / Very Good	FC - ULisboa	1	
Instituto de Ciências da Terra (ICI) - UniÉvora	Excelente / Excellent	Universidade de Évora	1	

**Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.**

**6.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, ou trabalhos de produção artística, relevantes para o ciclo de estudos.**

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/365f06d5-0ab1-ae0f-05a1-5bd4b15682b7>

**6.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:**

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/365f06d5-0ab1-ae0f-05a1-5bd4b15682b7>

**6.2.4. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos, e seu contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica e a ação cultural, desportiva e artística.**

*O ISEL colabora de uma forma ativa com a Junta de Freguesia de Marvila, nomeadamente para o desenvolvimento dos seus projetos empreendedores.*

*A ADEEEA organiza as "Jornadas da ADEEEA", que permitiram aos alunos conhecer empresas de diversos setores de atividade na área da engenharia eletrotécnica através de montras de tecnologia e apresentações técnicas dos participantes. "O dia aberto da ADEEEA", permite aos alunos do secundário tomar contato com o curso.*

*De realçar ainda os seguintes contributos:*

*•Prof. Constantino Vital Sopa Soares é um perito na CTE 1/IEC, do CENELEC; membro efetivo, na CTE 64 - Instalações Elétricas em Edifícios, no âmbito do TC 64; Consultoria técnica e científica para a DGEG, CERTIEL, Ordem dos Engenheiros e IPQ/IEP;*

*•Prof. Luís Redondo, durante 2011 a 2016 foi membro com direito a voto do comité da Pulsed Power Science and Technology (PPST) da Nuclear and Plasma Society do IEEE. Membro do International Organizing Committee of the Euro-Asian Pulsed Power Conference, EAPPC, desde 2015. Membro do International Advisory Committee of the International Conference on High-Power Particle Beams, BEAMS, desde 2015. Coordenador do grupo de Investigação em aplicações avançadas de potência pulsada, GIAAPP, é member of the International Bioelectrics Consortium. Nomeado "Distinguished Lecturer" da PPS&T-NPSS/de junho 2011 a janeiro de 2018.*

*•Patentes:*

*- Portuguese National Patent pending PT 106 971, 28/05/2013, "Bipolar and Unipolar Modular Generator with voltage droop compensation". Inventor: Hiren Canacsinh, José Silva and Luis Redondo.*

*- Portuguese National Patent PT 106 331, 23/05/2012, "High Voltage Monopolar and Bipolar Pulse Generator". Inventor: Luis Redondo. Applicant: EPS. Published in 225/2013 from 25/11/2013.*

*-Patente de Invenção Nacional: Silva J. F., Chaves M., Margato E., Pinto S., Santana J., "Processo de controlo e equilíbrio das tensões nos condensadores do divisor de tensão contínua de conversores multinível com controladores preditivos por dinâmica inversa estabilizada e respetivo sistema que o implementa,", inscrito no Instituto Nacional da Propriedade Industrial com nº 107079 e registo em 17 de nov. 2015.*

*O ISEL é parceiro da Associação para o Avanço da Potência Pulsada, A2P2,*

*<http://www.a2p2pulsepower.org>, associação internacional sem fins lucrativos, fundada em 2015, que visa a disseminação da tecnologia e aplicações da Potência Pulsada, sendo que o Prof. Luís Redondo é vice-presidente desta associação, e outros membros da ADEEEA são membros.*

*O Prof. João Lagarto foi membro de comissão organizadora de conferência internacionais e nacionais:*

*1-12th International Conference on the European Energy Market - EEM15.*

*2-Congresso Ibérico de Economia de Energia - EEIC 2016.*

*3-IECE2016 - Inovação na Engenharia para a Competitividade Económica..*

*Em 2016 a A2P2 organizou a conferência Internacional EAPPC-BEAMS-MG 2016 sendo que o Prof. Luís Redondo foi o General Chair.*

**6.2.4. Technological and artistic development activities, services to the community and advanced training in the fundamental scientific area(s) of the study programme, and their real contribution to the national, regional or local development, the scientific culture and the cultural, sports or artistic activity.**

*ISEL collaborates actively with Marvila community, especially for the development of their entrepreneurial projects.*

*ADEEEA organizes the "ADEEEA OPEN DAY", which allows students to know various activity sectors in the Electrotechnical engineering field through technology exhibitions and participants technical presentations. "ADEEEA OPEN DAY", allows secondary education students to take contact with the course.*

*Further highlighting the following contributions:*

*• Prof. Constantino Vital Sopa Soares is an expert in CTE 1/IEC, CENELEC; Effective member, at CTE 64- electrical installations in buildings, under TC 64; Technical and scientific consultancy for the DGEG, Certiel, Order of Engineers and IPQ/IEP;*

*• Prof. Luís Redondo from 2011 to 2016 was a member of the Pulsed Power Science and Technology (PPST) committee of the Nuclear and Plasma Society of the IEEE. Member of the International Organizing Committee of the Euro-Asian Pulsed Power Conference, EAPPC since 2015. Member of the International Advisory Committee of the International Conference on High-Power Particle Beams, BEAMS, since 2015. Research group coordinator on advanced power applications pulsed, GIAAPP, is also a member of the International Bioelectrics Consortium. Named "Distinguished Lecturer" by PPS & T-NPSS / from June 2011 to January 2018.*

- **Patents:**

- Portuguese National Patent pending EN 106 971, 05/28/2013, "Bipolar and Unipolar Modular Generator with voltage droop compensation". Inventor: Hiren Canacsinh, José Silva and Luis Redondo.

- Portuguese National Patent EN 106 331, 23/05/2012, "High Voltage Monopolar and Bipolar Pulse Generator". Inventor: Luis Redondo. Applicant: EPS. Published in 225/2013 from 11/25/2013.

- National Institute of Industrial Property with n° 107079 and registered on November 17. 2015. Inventor: Silva J. F., Chaves M., Margato E., Pinto S., Santana J. "A process control and equilibrium of the tensions in the capacitors of the DC voltage divider of multilevel converters with predictive controllers by inverse dynamics, stabilized and the system that implements it",

ISEL is a partner of the Association for the Advancement of Pulsed Power, A2P2,

<http://www.a2p2pulsepower.org>, international non-profit association, founded in 2015, aimed at the dissemination of technology and applications of Pulsed Power, Prof. Luís Redondo is vice-president of this association, and other members of ADEEEA are members.

The Prof. João Lagarto was a member of the international and national conference organizing committee: 1-12th International Conference on the European Energy Market - EEM15.

2-Iberian Congress of Energy Economics - EEIC 2016.

3-IECE2016 - Innovation in Engineering for Economic Competitiveness.

In 2016 the A2P2 organized the international conference EAPPC-BEAMS-MG 2016 and Prof. Luis Redondo was the General Chair.

### 6.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais, incluindo, quando aplicável, indicação dos principais projetos financiados e do volume de financiamento envolvido.

A Área Departamental tem contratos de prestação de serviços e protocolos com as seguintes empresas:

- INESC, FCT/UN, ECOKART Portugal, IPST, DECO, CERN, Voltalia Portugal, BIGSYSTEMS, Nemotek, SHNEIDER, EPS, EnergyPulse Systems.

O corpo docente integra os seguintes projetos de i&d, nacionais e internacionais:

- MBOCDTI, 5.000€, Prof. Hiren Canacsinh;

- GaN-SynRM, 5.000€, Prof. Ricardo Luis;

- MiPrEquaTeC, 5.000€, Prof. Hiren Canacsinh;

- PTBENSYS, 5.000€, Prof. Pedro Fonte;

- PEFPlateletValue, 245.578,37€, Prof. Luís Redondo e Prof. Hiren Canacsinh.

- CERN, "Collaboration Agreement" KE4127/TE, Prof. Luís Redondo.

- "Gerador de pulsado de alta tensão", n.º 30293, €129,422.28 pelo LISBOA-01-0202-FEDER, Prof. Luís Redondo.

- "Integration of PEF in food processing for improving food quality, safety and competitiveness", 1,994,301.25€. Prof. Luís Redondo membro do projecto.

- "Pulsed Power Advanced Applications", n.º 1600 A2P2, 900.685,28€, Prof. Luís Redondo responsável do projecto pelo ISEL.

### 6.2.5. Integration of scientific, technologic and artistic activities in projects and/or partnerships, national or international, including, when applicable, the main projects with external funding and the corresponding funding values.

ADEEAE has service contracts and protocols with the following companies:

- INESC, FCT / UN, ECOKART Portugal, IPST, DECO, CERN, Voltalia Portugal, BIGSYSTEMS, Nemotek, SHNEIDER, EPS, EnergyPulse Systems.

The faculty integrates the following R & D projects, national and international:

- MBOCDTI, € 5,000, Prof. Hiren Canacsinh;

- GaN-SynRM, € 5,000, Prof. Ricardo Luis;

- MiPrEquaTeC, € 5,000, Prof. Hiren Canacsinh;

- PTBENSYS, € 5,000, Prof. Pedro Fonte;

- PEFPlateletValue, € 245,578.37, Prof. Luís Redondo and Prof. Hiren Canacsinh.

- CERN, "Collaboration Agreement" KE4127 / TE, Prof. Luís Redondo.

- "High-voltage pulsed generator", No. 30293, € 129,422.28 by LISBOA-01-0202-FEDER, Prof. Luís Redondo.

- "Integration of PEF in food processing for improving food quality, safety and competitiveness",

1,994,301.25 €. Prof. Luís Redondo member of the project.

- "Pulsed Power Advanced Applications", no. 1600 A2P2, € 900,685.28, Prof. Luís Redondo responsible for the project by ISEL.

## 6.3. Nível de internacionalização.

---

### 6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

#### 6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes / Mobility of students and teaching staff

---

%

Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	2.4
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	0
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	0
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	0

### 6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

### 6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

*A rede do ISEL-IPL /Erasmus+, é composta por 75 Instituições divididos pelos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Chipre, Bulgária, Dinamarca, Eslovénia, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Itália, Letónia, Lituânia, Noruega, Polónia, República Checa, Roménia Turquia.*

*Temos ainda parceria com a Al-Faribi Kazakh national University, no Cazaquistão. Ao abrigo de uma parceria recebemos alunos desta universidade.*

*Um acordo com a Guiné Equatorial que coloca alunos daquele país em diversos países, incluindo Portugal.*

*Intercâmbio de alunos brasileiros provenientes das seguintes instituições: UNISUL, Centro Universitário 7 de setembro e Universidade Federal Fluminense.*

### 6.3.2. Participation in international networks relevant for the study programme (excellence networks, Erasmus networks, etc.).

*The ISEL-IPL / Erasmus + network is composed of 75 institutions divided into the following countries: Austria, Belgium, Cyprus, Bulgaria, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Latvia, Lithuania, , Norway, Poland, the Czech Republic, Romania Turkey.*

*ISEL also have:*

*- a partnership with Al-Faribi Kazakh National University in Kazakhstan. Under a partnership we received students from this university.*

*- an agreement with Equatorial Guinea that places students from that country in several countries, including Portugal.*

*- Brazilian students exchange from the following institutions: UNISUL, University Center September 7 and Fluminense Federal University.*

## 6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

---

### 6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

### 6.4. Eventual additional information on results.

## 7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

### 7.1 Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES

---

#### 7.1. Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES (S/N)?

Se a resposta for afirmativa, a Instituição tem apenas que preencher os itens 7.1.1 e 7.1.2, ficando dispensada de preencher as secções 7.2.

Se a resposta for negativa, a Instituição tem que preencher a secção 7.2, podendo ainda, se o desejar, proceder ao preenchimento facultativo dos itens 7.1.1 e/ou 7.1.2.

*Sim*

#### 7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.



[https://www.ipl.pt/sites/default/files/ficheiros/servicos/reg\\_qualidade\\_ipl\\_v\\_final\\_12jan\\_2018\\_0.pdf](https://www.ipl.pt/sites/default/files/ficheiros/servicos/reg_qualidade_ipl_v_final_12jan_2018_0.pdf)

7.1.2. Anexar ficheiro PDF com o último relatório de autoavaliação do ciclo de estudos elaborado no âmbito do sistema interno de garantia da qualidade (PDF, máx. 500kB).

[7.1.2.\\_Relatorio\\_Curso\\_MEE\\_7\\_1\\_2\\_26-12-18\\_v2.pdf](#)

## 7.2 Garantia da Qualidade

---

7.2.1. Mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos e das atividades desenvolvidas pelos Serviços ou estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, designadamente quanto aos procedimentos destinados à recolha de informação (incluindo os resultados dos inquéritos aos estudantes e os resultados da monitorização do sucesso escolar), ao acompanhamento e avaliação periódica dos ciclos de estudos, à discussão e utilização dos resultados dessas avaliações na definição de medidas de melhoria e ao acompanhamento da implementação dessas medidas.

*<sem resposta>*

7.2.1. Mechanisms for quality assurance of the study programmes and the activities promoted by the services or structures supporting the teaching and learning processes, namely regarding the procedures for information collection (including the results of student surveys and the results of academic success monitoring), the monitoring and periodic assessment of the study programmes, the discussion and use of the results of these assessments to define improvement measures, and the monitoring of their implementation.

*<no answer>*

7.2.2. Indicação da(s) estrutura(s) e do cargo da(s) pessoa(s) responsável(eis) pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos.

*<sem resposta>*

7.2.2. Structure(s) and job role of person(s) responsible for implementing the quality assurance mechanisms of the study programmes.

*<no answer>*

7.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

*<sem resposta>*

7.2.3. Procedures for the assessment of teaching staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

*<no answer>*

7.2.3.1. Hiperligação facultativa ao Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente.

*<sem resposta>*

7.2.4. Procedimentos de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

*<sem resposta>*

7.2.4. Procedures for the assessment of non-academic staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

*<no answer>*

7.2.5. Forma de prestação de informação pública sobre o ciclo de estudos.

*<sem resposta>*

7.2.5. Means of providing public information on the study programme.

*<no answer>*

7.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.

*<sem resposta>*

7.2.6. Other assessment/accreditation activities over the last 5 years.

*<no answer>*

## 8. Análise SWOT do ciclo de estudos e proposta de ações de melhoria

### 8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

#### 8.1.1. Pontos fortes

*O ciclo de estudos é oferecido no seguimento do 1º ciclo (Licenciatura) em Engenharia Electrotécnica, LEE, permitindo ao estudante ingressar no ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre na mesma área do conhecimento de forma a complementar a sua formação.*

*Dos estudantes que ingressam anualmente neste ciclo de estudos, cerca de 50% são candidatos provenientes da LEE e outros 50% são externos, portugueses e estrangeiros. Estes procuram conhecimentos avançados que lhes dão competências para acederem ao mercado de trabalho nas áreas da produção (conversão), transmissão, mercados e utilização de energia eléctrica, valorizando a qualidade de energia, a eficiência energética, a existência de 'smart grids' e a integração distribuída de fontes de energias renováveis. O ciclo de estudos aposta ainda na concepção e desenvolvimento de sistemas de automação e supervisão e de sistemas electrónicos conversores de potência para acionamentos e outros sistemas equipamentos eléctricos.*

*Objectivos que estão no centro da missão do ISEL como instituição de ensino de engenharia que aposta em reforçar a*

*investigação em tecnologias emergentes e fomentar a qualidade da oferta formativa de acordo com o seu plano estratégico de desenvolvimento.*

*A recebe-los existe um corpo docente formado por doutorados e especialistas, que fazem investigação e trabalham profissionalmente nestas áreas, bem como um conjunto de laboratórios equipados que permitem a realização de trabalhos no âmbito das unidades curriculares do curso. Estes meios materiais dão apoio ao funcionamento do curso, que é valorizado pelo conjunto de opções em áreas complementares da formação base obrigatória, em áreas do curso e em áreas transversais e emergentes. Finalmente, este curso é procurado tanto por candidatos estudantes como por trabalhadores estudantes, pois existem as opções de funcionamento em regime diurno e pós-laboral.*

*Destaca-se ainda a elevada empregabilidade do curso, superior a 95% de acordo com os dados do DGEEC, Dezembro de 2017*

#### 8.1.1. Strengths

*The actual master course is preceded by a 3 years Electric Engineering Course, called “licenciatura”, allowing students to enter directly in the master course (in the same knowledge area) providing students with a complementary formation in electrical engineering.*

*From the global number of students that annually enter in this master course, 50% are coming from “licenciatura” course and the 50% remaining ones are external students (Portuguese and foreign). These students search for advanced knowledge that complement their habilitations and increase student competencies in the following areas: energy production/conversion, transmission, energy market and energy utilization, highlight fields of energy quality, energy efficiency, smart grids and renewable energy sources. The master course also include automation and supervision systems design and development and electronic power converter applied to electrical drive systems and other electrical equipment.*

*The master course goals are in line with ISEL’s mission as engineering teaching institution that focuses on research strengthening in emerging technologies and promote the academic offer accordingly with the implemented strategic management plan.*

*The course faculty are PhDs holders and specialists, who develop scientific research and professionally work in the course areas. In addition, ISEL facilities have a large number of equipped laboratories that allow students to develop practical works in the course subjects aim. These facilities support course functioning which is additionally valued by a options set in complementary areas of the required basic training, in the course areas and in transversal and emerging areas.*

*Finally, this course is searched for by both student candidates and student-workers, because the master course have day classes and after working classes.*

*It is also worth noting the high employability course rate, over 95% according to DGEEC data, December 2017*

#### 8.1.2. Pontos fracos

*Conseguem identificar-se os seguintes pontos fracos:*

*a) Falta de autonomia financeira da Área Departamental que limita a possibilidade de gestão (i.e. manutenção e reequipamento) do material dos laboratórios, impedindo assim uma atividade que promova um rápido desenvolvimento do ciclo de estudos, tanto do ponto de vista científico como dos processos de ensino/aprendizagem.*

*b) Escassez de verbas para reposição de consumíveis e substituição de equipamento informático, que se encontram inutilizados ou obsoletos.*

*c) Existe atualmente pouca flexibilidade para os alunos escolherem o seu percurso académico, pois as UC (Unidades Curriculares) optativas existentes no 1º ano do curso são em número reduzido.*

*d) É frequente a Identificação de lacunas na formação antecedente dos alunos provenientes doutras instituições. Estas limitações na formação no âmbito da engenharia eletrotécnica, condicionam o percurso académico dos alunos, uma vez que são conhecimentos base que permitem suportar e consolidar as matérias lecionadas nas UCs do curso.*

- e) *Verifica-se a falta de uma articulação adequada entre algumas UC do mesmo ramo do mestrado por forma a potenciar os conteúdos programáticos lecionados.*
- f) *Face à evolução do mercado de trabalho desde a criação do curso (cerca de 12 anos), verifica-se um défice de conteúdos programáticos adequados que permitam dar resposta aos atuais e prementes desafios do mercado de trabalho.*
- g) *A ligação à indústria e às empresas está pouco promovida.*
- h) *Uma baixa percentagem de alunos inscritos completa o curso no tempo regulamentar previsto, sobretudo porque a maioria destes alunos é trabalhador estudante. Este fato tem como consequência, (para estes alunos), a realização de menos ETCS semestrais do que os previstos no plano curricular do curso, bem como um acréscimo significativo do tempo necessário ao desenvolvimento da dissertação.*
- i) *Face à tendência crescente de fixação de cidadãos estrangeiros em Portugal e nomeadamente na área metropolitana de Lisboa, considera-se que a existência de poucas UCs lecionadas em língua inglesa, limita o crescimento do número de alunos inscritos no curso.*

### 8.1.2. Weaknesses

*The following weaknesses can be identified:*

- a) *The electric engineering department have lack of finance autonomy, which limits its management capability (e.g. in equipment maintenance, and acquisition) of the laboratories equipments. This constraint prevents an activity that contributes for quick development of master course, both from a scientific point of view and from the teaching and learning process.*
- b) *Shortage of funds for consumable items and for hardware replacement which is not used or are obsolete*
- c) *Nowadays is noticeable short flexibility for students choose their academic path, because the number of course subjects options offered in the course 1st year is very limited*
- d) *Frequently, students from other institutions show gaps in knowledge that should be already acquired. These limitations in electric engineering field can condition students' academic success because are necessary base knowledge that allow supporting and consolidate the master course taught subjects*
- e) *An adequate articulation between some course subjects (of the same branch of the master course) is needed in order to enhance the taught contents*
- f) *Given the labor market evolution since the course creation (about 12 years), is identified a need of program content adequacy to meet the current and demanding labor market challenges.*
- g) *The link to industry and business is slight promoted.*
- h) *A low percentage of enrolled students completes the course in the expected regulatory time, mainly because the majority of these students are worker students. This fact has the consequence, for these students, of fewer semester ETCS than those foreseen in the curricular plan of the course, as well as a significant increase of the necessary time for dissertation development.*
- i) *Is verified a growing trend of foreigners in Portugal and mainly in the Lisbon metropolitan. Thus, it is considered that the existence of few course subjects taught in English, may limit the growth of students enrolled in the course.*

### 8.1.3. Oportunidades

*O curso de mestrado em engenharia eletrotécnica apresenta, hoje-em-dia, enorme potencial de crescimento:*

- a) *Existe a necessidade de formar profissionais qualificados para países de língua portuguesa com necessidades nas áreas formativas do ciclo de estudos.*
- b) *Existem um número crescente de novas oportunidades em áreas do curso como: dispositivos de potência pulsada, conversores multinível e matriciais, sistemas de transmissão em alta potência contínua, tração e veículos elétricos, desenvolvimento de metodologias avançadas de análise do funcionamento dos mercados de energia, bem como da sua interação com os sistemas de potência e sistemas de armazenamento energia, associados a sistemas de produção com recurso a energias limpas, e tecnologias associadas à indústria 4.0.*
- c) *Tem aumentado a procura de engenheiros eletrotécnicos, promovida pela retoma económica, sendo que o ensino e investigação numa área do conhecimento que contribui para a formação de diplomados nesta área e, através destes, para o desenvolvimento técnico e económico do país é, considerado pelo governo uma área estratégica para o país.*
- d) *Tem aumentado o número de oportunidades para projetos com empresas, por exemplo em concursos do P2020 e de I&D, por exemplo em concursos abertos pela Fundação da Ciência e tecnologia, FCT, e pelo Instituto Politécnico de Lisboa, IPL.*
- e) *Portugal está "na moda", e as instituições de ensino em Portugal estão com grande visibilidade para alunos estrangeiros.*
- f) *Existem um interesse redobrado por diversas empresas do setor para parcerias (e.g. Phoenix e Schneider nas áreas de automação, EnergyPulse Systems e Nemotek, na área da eletrónica de potência, Barraqueiro na área da conversão de veículos de combustão para elétricos, para além das tradicionais REN e EDP nas áreas de energia).*

### 8.1.3. Opportunities

*The electric engineering master course presents nowadays an enormous growth potential:*

- a) *There is a need to train qualified professionals for Portuguese-speaking countries with needs in the training areas of the master course.*

- b) There are a growing number of new opportunities in areas such as: pulsed power devices, multi-level and matrix converters, high-power continuous transmission systems, traction and electric vehicles, development of advanced methodologies for analyzing the functioning of energy markets, as well as their interaction with power systems and energy storage systems associated with clean energy production systems and technologies associated with industry 4.0.*
- c) The demand for electrical engineers has been increasing, promoted by the economic recovery, and the teaching and research in an area of knowledge that contributes for training graduates in this area and through them, contributing for Portugal technical and economic development is considered by the government a strategic area for the country.*
- d) The number of projects opportunities with companies has increased, for example in P2020 and R & D competitions, for example in competitions opened by the Science and Technology Foundation (FCT) and by the Polytechnic Institute of Lisbon (IPL).*
- e) Portugal is "fashionable", and educational institutions in Portugal are highly visible to foreign students.*
- f) There is an industry growing interest in various partnerships (eg Phoenix and Schneider in automation areas, EnergyPulse Systems and Nemotek, in power electronics area, Barraqueiro in conversion of combustion vehicles to electric area and the traditional REN and EDP in energy areas).*

#### 8.1.4. Constrangimentos

*No entanto existem diversas ameaças:*

- a) Portugal é um pequeno país europeu periférico onde os recursos financeiros são ainda escassos.*
- b) A falta de recursos financeiros tem como consequência a degradação dos recursos existentes, afetando de forma mais significativa os laboratórios que suportam o curso.*
- c) Existe uma percentagem considerável de alunos que vêm de outros cursos e a apresentam uma formação deficiente na área de engenharia eletrotécnica, o que condiciona os índices de sucesso académico dos alunos e do curso.*
- d) Tem-se verificado o aumento de número de vagas noutras escolas, nomeadamente em universidades que apresentam ofertas formativas similares.*
- e) Existe um aumento do número de alunos trabalhadores estudantes inscritos no curso, o que se reflete na pouca disponibilidade da população estudantil para participar nas áreas de investigação existentes.*

#### 8.1.4. Threats

*However there are several threats:*

- a) Portugal is a small peripheral European country where financial resources are still scarce.*
- b) The lack of financial resources has the consequence of existing resources degradation, namely and in a more significant way, affecting laboratories that support the course.*
- c) There is a considerable percentage of students who come from other courses and present a deficient training in electric engineering area, which has consequences in the students' academic success rates of also in master course success rate.*
- d) There has been an increased vacancy number in other engineering schools, especially in universities offering similar courses.*
- e) There is an increased number of worker students enrolled in the course, which is reflected in the low student population availability to participate in the existing research areas.*

## 8.2. Proposta de ações de melhoria

---

### 8.2. Proposta de ações de melhoria

#### 8.2.1. Ação de melhoria

- a) e b) Incentivar o corpo docente a procurar mais oportunidades de financiamento externas à instituição através de candidaturas a projetos de I&D e de outras medidas que se enquadrem no âmbito nas áreas de ensino e de investigação. Sensibilizar a direção da instituição para esta problemática, no sentido de promover uma melhor adequação à gestão dos poucos recursos disponíveis.*
- c) Promover uma reestruturação curricular para aumentar e diversificar a oferta formativa nas UCs optativas do curso, permitindo ao aluno uma maior flexibilidade na construção de um plano de estudos, que permita a aquisição de conhecimentos e de competências, de acordo com as suas áreas de interesse.*
- d) Melhorar o acompanhamento aos alunos, com deficiências de base nas áreas do curso, para que estes não percam a motivação face ao surgimento das dificuldades.*
- e) Promover uma reestruturação curricular ao nível dos conteúdos das UC em que é verificada uma articulação deficitária.*
- f) Promover uma reestruturação curricular para aumentar a oferta formativa, ao nível das UC optativas, com conteúdos programáticos que visam dotar os alunos de conhecimentos e de competências que permitam resposta aos desafios atuais do mercado de trabalho.*
- g) Promoção de seminários e de workshops em parceria com entidades empresariais; promoção de estágios e de dissertações em parceria com a indústria e tecido empresarial; incentivar a realização de mais visitas de estudo. Motivar os docente a concorrerem a projetos em co-promoção com empresas.*
- h) No sentido de melhorar o desempenho académico do aluno, a comissão coordenadora iniciou um programa de acompanhamento que permite monitorizar o desempenho do estudante ao longo do*

*desenvolvimento da dissertação, complementando a formação presente no plano do curso com seminários no âmbito da organização e da escrita da dissertação, sendo que este deve ser melhorado de forma a aumentar o sucesso escolar.*

*i) Sensibilizando simultaneamente os responsáveis de grupos disciplinares para a necessidade de existir um plano de lecionação de aulas em inglês para todas as UC do curso, que permita uma implementação simultânea e transversal nas diversas áreas do curso. Sendo atualmente lecionado em inglês mediante a existência de alunos estrangeiros.*

### 8.2.1. Improvement measure

*(a) and (b) encourage faculty to seek additional funding opportunities from outside the institution through applications for R & D projects and other measures in the fields of education and research. To sensitize the direction of the institution to this problem, in order to promote a better adaptation to the management of the few available resources.*

*c) To promote a curricular restructuring to increase and diversify the training offer in the optional UCs of the course, allowing to the student a greater flexibility in the construction of a study plan, that allows the acquisition of knowledge and skills, according to its areas of interest.*

*d) To improve the follow-up to the students, with basic deficiencies in the areas of the course, so that they do not lose the motivation to the appearance of the difficulties.*

*e) To promote a curricular restructuring at the level of the contents of UC where a deficient articulation is verified.*

*f) To promote a curricular restructuring to increase the educational offer, at the level of the elective UC, with programmatic contents that aim to provide the students with knowledge and skills to meet the current challenges of the labor market.*

*g) Promotion of seminars and workshops in partnership with business entities; promotion of internships and dissertations in partnership with the industry and business fabric; encourage further study visits. Motivate teachers to apply for projects in co-promotion with companies.*

*h) In order to improve the academic performance of the student, the coordinating committee initiated a follow-up program that allows monitoring the performance of the student throughout the dissertation development, complementing the present training in the course plan with seminars in the organization and the of the dissertation, which should be improved in order to increase school success.*

*i) At the same time raising the awareness of the heads of disciplinary groups that there is a need to have a lesson plan in English for all courses of the course, allowing simultaneous and transversal implementation in the different areas of the course. Where nowadays courses are presented in English whenever there are foreign students.*

### 8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

*a) e b) Média; (anual)*

*c) Alta; (anual)*

*d) Média (anual)*

*e) e f) Alta (anual)*

*g) Alta (semestral)*

*h) Média (semestral)*

*i) Baixa (anual)*

### 8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

*a) and b) Average; (annual)*

*c) High; (annual)*

*d) Average (annual)*

*e) and f) High (annual)*

*g) High (semester)*

*h) Average (semester)*

*i) Low (annual)*

### 8.1.3. Indicadores de implementação

*a) e b) N.º de candidaturas aceites; inventário do material/equipamento adquirido.*

*c) N.º de UC de opção; análise estatística dos alunos formados no curso ,por ano.*

*d) Número de alunos acompanhados e historial da sua progressão académica.*

*e) Relatório com análise da complementaridade do conteúdo das UCs em articulação; n.º de novas propostas de FUC.*

*f) N.º de UC optativas.*

*g) N.º de seminários, de workshops e de visitas de estudo realizadas. Número de projetos submetidos em co-promoção.*

*h) N.º de presenças nos seminários; n.º de propostas de dissertação entregues; n.º de matriculas/inscrições no curso.*

*i) N.º de alunos estrangeiros inscritos.*

### 8.1.3. Implementation indicator(s)

- a) and b) Number of applications accepted; inventory of equipment / equipment purchased.
- c) Option UC number; statistical analysis of the students graduated in the course, per year.
- d) Number of students followed and their progression.
- e) Report with analysis of the complementarity of the content of the UCs in articulation; number of new FUC proposals.
- f) Number of optional UCs.
- g) Number of seminars, workshops and study visits carried out. Number of projects submitted in co-promotion.
- h) Number of seminar attendance; number of dissertation proposals submitted; number of enrollments / registrations in the course.
- i) Number of foreign students enrolled.

## 9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

### 9.1. Alterações à estrutura curricular

---

#### 9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

*Considerando a análise SWOT e os planos de melhoria apresentados é conveniente introduzir ajustes à estrutura curricular do ciclo de estudo do MEE. Não existem alterações à designação do curso, duração e objectivos do curso.*

*Assim, a estrutura curricular tem as seguintes alterações:*

- a) A UC de TFM passa de 48 para 42 ECTS (i.e. 12 ECTS no 3º semestre, diminuição de 6 ECTS, e 30 no 4º semestre). Procura-se desta forma um trabalho mais focado no 3º semestre com vista à definição dos objectivos do TFM e estado da arte, com monitorização pela CCME, sendo que o aluno tem que apresentar estas duas componentes à Comissão numa sessão pública de forma a se perceber a evolução do trabalho e permitir a sua melhor orientação numa fase inicial de forma a aumentar o sucesso da mesma. Sendo o 4º semestre para o desenvolvimento teórico/experimental e escrita do documento final. O TFM passa a ser possível na forma de Dissertação ou Projeto para dar a possibilidade aos alunos a desenvolverem trabalhos mais práticos no âmbito de parcerias com empresas.
- b) No 1º semestre existem duas UC comuns aos dois ramos, duas UC específicas de cada ramo e uma UC de OPÇÃO I, aos dois ramos, à escolha entre duas UC. As UC de opção são independentes e transversais a cada ramo, o que não acontece atualmente, uma vez que são sempre obrigatórias num dos ramos, o que dificulta aos alunos a sua escolha devido a constrangimentos de recursos humanos e horários.
- c) No 2º semestre existe uma UC comum aos dois ramos, duas UC específicas de cada ramo e duas UC de OPÇÃO II, aos dois ramos, à escolha entre quatro UC. As UC de opção são independentes e transversais, o que não acontece atualmente uma vez que são sempre obrigatórias num dos ramos, o que dificulta aos alunos a sua escolha devido a constrangimentos de recursos humanos e horários.
- d) No 3º semestre existe TFM, que passa a incluir Dissertação ou Projeto, e três UC de OPÇÃO III, à escolha de um conjunto de pelo mesmo seis UC transversais e complementares. Duas destas UC de opção são UC obrigatórias do primeiro ano, uma de cada ramo, de forma a possibilitar que os alunos de um ramo possam adquirir competências de outro ramo. Com a diminuição do TFM de 48 ECTS para 42 ECTS existe a possibilidade de permitir aos alunos a escolha de mais uma UC de opção.
- e) No 4º semestre existe TFM onde se inclui, em alternativa, Dissertação ou Projeto.

*Nota: As UC de opção são propostas todos os anos pela CCME e aprovadas pelo CTC.*

*Para o ano lectivo de 2019/2020 foram aprovadas as seguintes UC de opção:*

*OPÇÃO I: Análise de Sinais Discretos; Controlo Inteligente.*

*OPÇÃO II: Métodos de Aprendizagem Automática; Aquisição e Processamento de Sinal; Mercados de Energia Elétrica; Sistemas de Armazenamento de Energia.*

*OPÇÃO III: Concepção de Instalações Eléctricas; Automação Industrial; Tração de Veículos Eléctricos; Gestão de Empresas; Aplicações Médicas e Industriais de Física Nuclear; Fundamentos de Potência Pulsada; Projeto de Máquinas Eléctricas.*

#### 9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

*Considering the SWOT analysis and the improvement plans presented, it is appropriate to introduce adjustments to the curricular structure of the MEE study cycle. There are no changes to the course designation, duration and objectives of the course.*

*Thus, the curricular structure has the following changes:*

- a) The UC from TFM goes from 48 to 42 ECTS (ie 12 ECTS in the 3rd semester, decrease of 6 ECTS, and 30 in the 4th semester). A more focused work in the 3rd semester is aimed at defining the objectives of the TFM and state of the art, with monitoring by the CCME, and the student has to present these two components to the Committee in a public session in order to perceive the evolution of the work and allow a better orientation at an early stage so as to increase its success. Being the 4th semester for the theoretical / experimental development and writing of the final document. The TFM becomes possible in the form of Dissertation or Project to give the possibility to students to develop more practical works in the scope of partnerships with companies.

b) In the first semester there are two UCs common to both branches, two UCs specific to each branch and an OPTION I UC, to the two branches, to choose between two UCs. Option UCs are independent and transversal to each branch, which does not happen nowadays, since they are always mandatory in one branch, which makes it difficult for students to choose due to human resource constraints and schedules.

c) In the second semester there is a UC common to both branches, two UCs specific to each branch and two UCs of OPTION II, to the two branches, to choose between four UC. Option UCs are independent and cross-cutting, which is not the case today as they are always mandatory in one branch, making it difficult for students to choose because of human resource constraints and schedules.

d) In the 3rd semester there is TFM, which will include Dissertation or Project, and three UC of OPTION III, at the choice of a set of at least six transversal and complementary UCs. Two of these option CUs are specific UCs of the first year, one from each branch, in order to enable students from one branch to acquire skills from another branch. With the reduction of the TFM from 48 ECTS to 42 ECTS, there is the possibility of allowing students to choose one more option UC.

e) In the 4th semester there is TFM, which includes, alternatively, Dissertation or Project.

Note: Option UCs are proposed annually by the CCME and approved by the CTC.

For the academic year 2019/2020 the following option UCs were approved:

OPTION I: Discrete Signal Processing; Smart Control.

OPTION II: Automatic Learning Methods; Acquisition and Signal Processing; Electricity Markets; Energy Storage Systems.

OPTION III: Conception of Electrical Installations; Industrial Automation; Traction and Electrical Vehicles; Management; Medical and Industrial Applications of Nuclear Physics; Fundamentals of Pulsed Power; Electrical Machines Design.

## 9.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)

### 9.2. Energia

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

*Energia*

#### 9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable).

*Energy*

#### 9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Engenharia Eletrotécnica / Electrical Engineering	EE	84	18	o aluno pode escolher 18/24/30/36
Física / Physics	FIS	0	0	o aluno pode escolher 0/6
Economia e Gestão / Economics and Management	EG	0	0	o aluno pode escolher 0/6/12
ECTS optativos adicionais a realizar em qualquer uma das áreas científicas mencionadas (EE, FIS, EG)		0	18	
<b>(4 Items)</b>		<b>84</b>	<b>36</b>	

### 9.2. Automação e Eletrónica Industrial

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

*Automação e Eletrónica Industrial*

#### 9.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable).

*Automation and Industrial Electronics*

#### 9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Engenharia Eletrotécnica / Electrical Engineering	EE	84	18	O aluno pode escolher 18/24/30/36
Física / Physics	FIS	0	0	O aluno pode escolher 0/6
Economia e Gestão / Economics and Management	EG	0	0	O aluno pode escolher 0/6/12
ECTS optativos adicionais a realizar em qualquer uma das áreas científicas mencionadas (EE, FIS, EG)		0	18	
<b>(4 Items)</b>		<b>84</b>	<b>36</b>	

### 9.3. Plano de estudos

#### 9.3. Plano de estudos - Energia - 1º Ano / 1º Semestre

**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Energia*

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Energy*

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º Ano / 1º Semestre*

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
*1 st year / 1st semester*

#### 9.3.3 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)
Qualidade de Energia Eléctrica / Electrical Power Systems Quality	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Complementos de Máquinas Eléctricas /Complements of Electrical Machines	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Planeamento e Operação de Redes de Energia Eléctrica /Electrical Grids Operation and Planning	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Concepção de Instalações Eléctricas /Electrical Installations Design	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Opção I / Option I	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção I / Option I	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
<b>(6 Items)</b>						

#### 9.3. Plano de estudos - Energia - 1º Ano / 2º Semestre

**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Energia*

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Energy*



**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 2º Semestre***9.3.2. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 2st semester***9.3.3 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)
Conversores Electrónicos em Accionamentos / Power Converters and Electrical Drives	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Energias Renováveis / Renewable Energies	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Instalações de Produção Independente / Independent Power Generation Plants	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Opção II / Option II	EG	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção II / Option II	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção II / Option II	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção II / Option II	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC

(7 Items)

**9.3. Plano de estudos - Energia - 2º Ano / 3º Semestre****9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Energia***9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Energy***9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano / 3º Semestre***9.3.2. Curricular year/semester/trimester:***2nd year / 3rd semester***9.3.3 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)
Opção III / Option III	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	EG	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC

Opção III / Option III	FIS	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP - 22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Dissertação ou Projeto / Dissertation or Project	EE	Semestral / Semester	324	OT - 45	12	Não aplicável / Not applicable

(7 Items)

### 9.3. Plano de estudos - Energia - 2º Ano / 4º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):  
*Energia*

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
*Energy*

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
*2º Ano / 4º Semestre*

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
*2nd year / 4th semester*

#### 9.3.3 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 ou Projeto/Dissertation or Project	EE	Semestral / Semester	810	OT - 45	30	Não aplicável / Not applicable

(1 Item)

### 9.3. Plano de estudos - Automação e Electrónica Industrial - 1º Ano / 1º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):  
*Automação e Electrónica Industrial*

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
*Automation and Industrial Electronics*

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:  
*1º Ano / 1º Semestre*

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:  
*1st year / 1st semester*

#### 9.3.3 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)
Qualidade da Energia Eléctrica / Electrical Power Systems Quality	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Complementos de Máquinas Eléctricas / Complements of Electrical Machines	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
	EE		162		6	

Sistemas Robóticos / Robotic Systems		Semestral / Semester		T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5		Não aplicável / Not applicable
Automação Industrial / Industrial Automation	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Opção I / Option I	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção I / Option I	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC

**(6 Items)**

### 9.3. Plano de estudos - Automação e Eletrónica Industrial - 1º Ano / 2º Semestre

**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Automação e Eletrónica Industrial*

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Automation and Industrial Electronics*

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º Ano / 2º Semestre*

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
*1st year / 1st semester*

#### 9.3.3 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)
Conversores Electrónicos em Accionamentos / Power Converters and Electrical Drives	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Electrónica Aplicada / Applied Electronics	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Redes de Automação e Supervisão / Automation and Supervision Networks	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Não aplicável / Not applicable
Opção II / Option II	EG	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção II / Option II	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção II / Option II	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção II / Option II	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC

**(7 Items)**

### 9.3. Plano de estudos - Automação e Eletrónica Industrial - 2º Ano / 3º Semestre

**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Automação e Eletrónica Industrial*

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Automation and Industrial Electronics*

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2º Ano / 3º Semestre*

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
*2nd year / 3rd semester*

**9.3.3 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)
Opção III / Option III	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	EE	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	EG	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Opção III / Option III	FIS	Semestral / Semester	162	T - 22.5; TP -22.5; PL - 22.5	6	Critérios e elencos fixados pelo CTC
Dissertação ou Projeto / Dissertation or Project (7 Items)	EE	Semestral / Semester	325	OT - 45	12	Não aplicável / Not applicable

**9.3. Plano de estudos - Automação e Eletrónica Industrial - 2º Ano / 4º Semestre**

**9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Automação e Eletrónica Industrial*

**9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Automation and Industrial Electronics*

**9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2º Ano / 4º Semestre*

**9.3.2. Curricular year/semester/trimester:**  
*2nd year / 4th semester*

**9.3.3 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 ou Projeto / Dissertation or Project (1 Item)	EE	Semestral / Semester	810	OT - 45	30	Não aplicável / Not applicable

**9.4. Fichas de Unidade Curricular**

**Anexo II - Tração e Veículos Elétricos - TVE**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Tração e Veículos Elétricos - TVE*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Traction and Electrical Vehicles*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EE***9.4.1.3. Duração:***semestre***9.4.1.4. Horas de trabalho:***162***9.4.1.5. Horas de contacto:***T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***opção 3***9.4.1.7. Observations:***option 3***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Miguel Cabral Ferreira Chaves; 45h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Paulo José Duarte Landeiro Gambôa; 22,5h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Esta unidade curricular tem por objetivo proporcionar uma formação atual relativa aos conceitos e tecnologia utilizados na tração elétrica rodoviária e tração elétrica ferroviária.**Os estudantes deverão adquirir a capacidade de:*

- 1 - Identificar e analisar as principais soluções utilizadas na tração elétrica rodoviária e ferroviária, nomeadamente sistemas de armazenamento/alimentação de energia elétrica e sistemas de acionamento de velocidade variável;*
- 2 - Calcular as grandezas fundamentais em tração elétrica conducentes ao dimensionamento de sistemas de acionamento para tração elétrica: resistência ao rolamento, esforço de tração, aceleração, velocidade, potência e energia consumida.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Provide actual concepts and technology used in electric vehicles.**Students should be able to:*

- Identify and analyse the main solutions used in electric road and rail vehicles, namely power storage and power systems and variable speed drive systems;*
- Calculate the fundamental quantities in electric traction leading to the design of electrical power drives systems applied to electrical traction: resistance to movement, traction effort, acceleration, speed, power and energy consumed.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 - Introdução;*
- 2 - Tração elétrica rodoviária;*
  - 2.1 – Topologias de tração elétrica utilizadas em veículos rodoviários;*
  - 2.2 - Sistemas embarcados de armazenamento e/ou produção de energia elétrica em veículos rodoviários: baterias eletroquímicas e soluções híbridas;*
  - 2.3 - Sistemas de acionamento para tração elétrica rodoviária em cc e ca: máquinas; conversores e sistemas de comando e controlo;*
  - 2.4 - Fundamentos da dinâmica de tração elétrica rodoviária: forças aplicadas, potência e energia;*
- 3 - Tração elétrica ferroviária;*
  - 3.1 - Topologias de tração elétrica utilizadas em veículos ferroviários;*
  - 3.2 - Sistemas de alimentação elétrica ferroviária em cc e em ca;*
  - 3.3 - Sistemas de acionamento para tração elétrica ferroviária em cc e ca: máquinas; conversores e sistemas de comando e controlo;*

- 3.4 - Fundamentos da dinâmica de tração elétrica ferroviária: forças aplicadas, potência e energia;  
4 - Exemplos de sistemas avançados de tração elétrica rodoviária e ferroviária.

#### 9.4.5. Syllabus:

- 1 - Introduction: the evolution of transport and electric road and rail mobility systems, environmental and energy constraints in the development of transport and electric mobility;  
2 - Electric road vehicles;  
2.1 - Topologies of electric traction used in road vehicles;  
2.2 - Embedded systems for storage and or production of electric energy in road vehicles: electrochemical batteries and hybrid solutions;  
2.3 – Electrical drive systems for electric road vehicles: machines; converters and command and control systems;  
2.4 - Fundamentals of vehicle dynamics: applied forces, power and energy;  
3 – Electric railway vehicles;  
3.1 - Electric traction topologies used in railway vehicles;  
3.2 - Electric railway power supply systems in dc and ac;  
3.3 – Electrical drive systems for electric railway vehicles: machines; converters and command and control systems;  
3.4 - Fundamentals railway dynamics: applied forces, power and energy;  
4 - Examples of advanced road and rail electric traction systems.

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

*Os objetivos da unidade curricular são alcançados com base num programa coerente que conduz os estudantes de forma progressiva pelos conteúdos fundamentais dos sistemas de tração elétrica: sistema de armazenamento/fonte de energia; sistema de conversão eletromecânica de velocidade variável e dinâmica associada à tração elétrica.*

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

*The objectives of the curricular unit are achieved based on a coherent program that leads students progressively through the fundamental contents of electric traction systems: Energy source; energy storage system; vehicle dynamic and variable speed electromechanical conversion systems applied to electrical power traction.*

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

*A unidade curricular é ministrada em aulas Teóricas (T), Teórico-Práticas (TP) e Práticas (P): Nas aulas T são apresentados de forma expositiva os conteúdos da UC; as aulas TP destinam se à realização de problemas de casos práticos e as aulas P são utilizadas para o desenvolvimento de três trabalhos de simulação/práticos.*

*A avaliação de conhecimentos é composta por três parcelas:*

- 1 - Realização de Exame, nota mínima de 9,5 valores (NE);
- 2 - Realização e apresentação de um trabalho de pesquisa, nota mínima de 9,5 valores (NT);
- 3 - Realização e discussão de três trabalhos práticos, nota mínima de 9,5 valores (NP).

*Nota Final = 40% NE + 30% NT + 30% NP.*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The curricular unit is taught in Theoretical (T), Theoretical-Practical (TP) and Practical (P) classes: In T classes the contents of the CU are presented in an expository way; the TP classes are designed to carry out practical case problems and the P classes are used for the development of simulation / practical works.*

*The assessment of knowledge is composed of three parts:*

- 1 - Exam, minimum grade of 9,5 (NE);
- 2 - Preparation and presentation of a research work, minimum grade of 9,5 values (NT);
- 3 - Realization and discussion of the practical works, minimum grade of 9,5 (NP).

*Final Note = 40% NE + 30% NT + 30% NP.*

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

*A exposição teórica dos conteúdos da UC é acompanhada com exemplos práticos, resolução de problemas e realização de trabalhos de simulação e trabalhos práticos.*

*A realização de problemas e de trabalhos práticos, articulados com as aulas teóricas, permite aos estudantes consolidar de forma eficiente os conteúdos da UC.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The theoretical exposition of the CU contents is accompanied by practical examples, problem solving and simulation and practical work.*

*The accomplishment of problems and practical works, articulated with the theoretical classes, allows the students to efficiently consolidate the contents of the CU.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*1 - Modern electric, hybrid electric and fuel cell vehicles; M. Ehsani, Y. Gao, S. E. Gay, A. Emadi; CRCPress; ISBN: 0-8493-3154-4.*

*2 - Fundamentals of vehicle dynamics; T. Gillespie. Society of automotive engineers; ISBN 1-56091-199-9.*

*3 - Traction électrique – Volume 1; Roger Kaller, Jean-Marc Allenbach, Pierre Chapas, Michel Comte; Presses Polytechniques et Universitaires Romandes; ISBN 978-2-88074-674-2.*

*4 - Traction électrique - Volume 2; Roger Kaller et Jean-Marc Allenbach; Presses Polytechniques et Universitaires Romandes; ISBN 2-88074-275-7.*

*5 - Veículo elétrico bimotor com controlo de estabilidade e de tração; Daniel Medronho Foito; Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores; Instituto Superior Técnico; Fevereiro de 2002.*

**Anexo II - Planeamento e Operação de Redes de Energia Elétrica - POREE****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Planeamento e Operação de Redes de Energia Elétrica - POREE*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Planning and Operation of Electrical Energy Networks - POREE*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5; TP: 22,5 ; PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis: 22.5h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*João Hermínio Ninitas Lagarto: 22.5h*

*João José Oliveira Lopes: 22.5h*

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

- Encadear conhecimentos por forma a solucionar problemas no domínio da produção, transporte e distribuição de energia elétrica em regime permanente e em regime perturbado*
- Determinar o trânsito de energia numa rede de energia elétrica usando métodos numéricos*
- Calcular curtos-circuitos trifásicos simétricos e assimétricos em sistemas de energia elétrica*

- *Analisar e solucionar os problemas causados pelas sobretensões em sistemas de energia elétrica*
- *Analisar as fontes de flexibilidade em redes de energia elétrica e avaliar o seu impacto nas redes em diferentes janelas temporais e para diferentes objetivos e a sua gestão por parte dos Operadores de Rede*
- *Utilizar plataformas informáticas como sejam o PSS/E, ATP e MathCad na simulação de sistemas de energia elétrica*
- *Expor soluções com proficiência técnica e comunicacional*

#### 9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

1. *Acquiring knowledge to solve problems in the electrical power production field both on steady-state and transient conditions.*
2. *Performing a complete steady-state analysis applying planning criteria.*
3. *Performing a short circuit analysis involving both symmetrical and unsymmetrical faults.*
4. *Analyzing the problems caused by temporary overvoltages.*
5. *Understanding the concept of flexibility in the context of smart grids*
6. *Using the PSS/E software to simulate electrical power systems and complement some concepts with MathCad.*
7. *Using ATP software to simulate transients in electrical power systems.*
8. *Exposing solutions with both technical and communicational efficiency.*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Arquiteturas de redes de transporte e distribuição na Europa*
- *Trânsito de Energia*
- *Critérios de segurança no planeamento e operação de redes de transporte e distribuição*
- *Cálculo de curto-circuitos simétricos e assimétricos*
- *Introdução à coordenação de proteções*
- *Sobretensões em sistemas de energia. Proteção contra sobretensões*
- *Introdução à coordenação de isolamentos*
- *Flexibilidade em redes de energia no contexto de smart-grids*

#### 9.4.5. Syllabus:

1. *Load flow analysis.*
2. *Planning criteria for electrical power systems.*
3. *Short Circuit Analysis*
4. *Transient analysis in power systems. Types of overvoltage protections.*
5. *Quality of service in electrical power systems.*
6. *Flexibility sources in power systems in the context of smart-grids*

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

*A Unidade Curricular de Planeamento e Operação de Redes de Energia Elétrica pretende, através da abordagem teórica e da simulação e análise computacional de fenómenos e redes reais, aprofundar o conhecimento e competências dos alunos com questões mais específicas e científicas da produção, transporte e distribuição de energia elétrica. Especial ênfase é dado no estudo do trânsito de energia, no cálculo de curto-circuitos, no estudo de transitórios eletromagnéticos e na gestão de fontes de flexibilidade no contexto de smart-grids em redes de energia procurando garantir que os alunos adquiram competências técnicas, científicas e comunicacionais, nestes domínios*

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

1. *Simulation of a real electrical network in steady-state, using the “Power flow” module of the PSS/E software, and analysis of generation and grid planning problems.*
2. *Calculate the Short Circuit Power in the network*
3. *Oral presentation of works and discussion.*

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

*A unidade curricular contempla as seguintes metodologias de ensino:*

1. *Simulação de uma rede elétrica real em regime estacionário, utilizando o módulo “Powerflow” do programa PSS/E, e análise de problemas no planeamento da produção e de redes e cálculo de curto-circuitos*
2. *Apresentação oral do trabalho e discussão do mesmo*
3. *Simulação de uma rede elétrica real em regime transitório utilizando o programa ATP.*
4. *Apresentação oral do trabalho e discussão do mesmo*
5. *Estudo de um tema sobre gestão de fontes de flexibilidade para gestão de congestionamentos ou gestão de fontes de flexibilidade ou gestão de reativa na fronteira TSO/DSO*

*A avaliação da unidade curricular é baseada em duas componentes:*

- *Teórica: Dois testes ou exame final (65% da nota final)*



- *Aplicada: Elaboração de trabalhos práticos com apresentação oral e discussão (35% da nota final)*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- 1 final test, Final exam and Recovering exam (65%)*
- 2 practical exercises with oral presentation and discussion (35%)*

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

*As metodologias de ensino utilizadas permitem atingir os objetivos traçados para a unidade curricular de forma consistente e eficaz, sendo a avaliação estabelecida em conformidade*

#### 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The main purpose of this curricular unit is to introduce students through domains of theoretical approaches as well as through domains of computer simulation for the analysis of both steady-state and short circuit analysis as well as some transient phenomena that usually occurs in electric power systems. Special emphasis is done on the steady-state analysis, planning criteria of real-based electrical power systems. Also an importance is given to the short circuit calculation trying to ensure that students learn professional, technical and communicational skills in these domains.*

*The management of flexibility sources by the system operators will be briefly introduced in the context of smart-grid to solve specific issues like reactive power management, active system management amid others.*

#### 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. J. P. Sucena Paiva, Redes de Energia Elétrica: Uma Análise Sistémica, IST Press, 4ª Edição 2015.*
- 2. Exercícios de Redes de Energia Elétrica, Rui Castro, Eduarda Pedro, IST Press, 2014*
- 3. O.I. Elgerd, Electric Energy Systems Theory, McGraw-Hill, 1983.*
- 4. R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, H. W. Beaty, Electrical Power Systems Quality, McGraw-Hill, 1996.*
- 5. Domingos Moura, Técnicas de Alta Tensão, Técnica, 1980.*
- 6. DGEG, Regulamento da Qualidade de Serviço.*
- 7. Insulation Coordination in High-Voltage Electric Power Systems:W. Diesendorf London Butterworths 1974.*
- 8. P. M. Anderson, Analysis of faulted power systems, McGraw-Hill, IEEE Press, 1995.*
- 9. ENTSO-E, Network Connection Codes (RfG, DCC).*

### Anexo II - Sistemas Robóticos - SR

#### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Sistemas Robóticos - SR*

#### 9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Robotic Systems*

#### 9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

*EE*

#### 9.4.1.3. Duração:

*semestre*

#### 9.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

#### 9.4.1.5. Horas de contacto:

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

#### 9.4.1.6. ECTS:

*6*

#### 9.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

<no answer>

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Maria da Graça Vieira de Brito Almeida; 67,5h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

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

*Ao concluírem esta unidade curricular os alunos devem ser capazes de:*

- *Analisar as características dos manipuladores e microcontroladores usados em automação industrial e interpretar as suas especificações;*
- *Desenvolver experimentalmente aplicações com manipuladores utilizando a cinemática direta e inversa;*
- *Desenvolver programas baseados em microcontroladores, nomeadamente a programação de um sinal PWM.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To get acquainted with an industrial robot arm kinematics. To do image processing. To implement a project with the available robot arm through a computer connected to it by serial communication.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Anatomia dos robots industriais; Transformações homogéneas, método D-H;*
- *O Problema Cinemático direto e Inverso;*
- *Estrutura dos microcontroladores PIC16F628A, PIC18F4431 e PIC18F4520;*
- *Programação em Assembly e linguagem de alto nível;*
- *Desenvolvimento de aplicações com microcontroladores incidindo na exploração dos módulos PWM e conversor A/D.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Background of Industrial Robot Technology. Robot Arm Anatomy. Robot Arm Kinematics. The Direct Kinematics Problem. Homogeneous Coordinates. Links Joints and their Parameters. Denavit-Hartenberg Algorithm. The Inverse Kinematics Solution. Types of grips. Sensors. Artificial vision. Image processing.*

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

*Esta unidade curricular começa com a introdução da anatomia dos manipuladores, passando pelo estudo do problema da cinemática direta e inversa. Sendo ainda referido a comunicação série com o manipulador. Seguidamente passa-se ao estudo detalhado dos microcontroladores, desenvolvendo aplicações onde se explora os módulos PWM e o conversor A/D.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

<no answer>

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

*A parte Teórica (T) é apresentada ao longo do semestre e sujeita a avaliação individual por um Exame escrito. O exame diz apenas respeito à parte Teórica e não substitui a frequência e aprovação na parte Laboratorial.*

*A parte de laboratório (L) consiste em trabalhos práticos quer utilizando manipuladores, quer microcontroladores. Os relatórios contam para a correspondente avaliação, após discussão.*

*A classificação final resulta da média das classificações obtidas através de  $F = 0,5 \cdot T + 0,5 \cdot L$ . É obrigatório a classificação de cada parte seja de, pelo menos, 9,5 numa escala de 0 - 20.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*This course is taught in theoretical lectures, theoretical-practical lectures and laboratory practice. To complete with success this course the student has to do a set of experimental work and has the necessary grade in the oral and written part related to the work done. It is mandatory to do all the experimental work. Final grade is obtained by 50% for the right realization of experimental work and 50% for the written part.*

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

*A parte teórica é dedicada ao desenvolvimento das competências no âmbito de conceitos fundamentais dos robots nomeadamente as características essenciais de um manipulador e de um microcontrolador; o controlo de um manipulador quer pela cinemática direta quer pela cinemática inversa. As partes teórico-prática e prática são dedicadas ao desenvolvimento das competências de manipulação de robots e a utilização de sinais de PWM gerados com microcontroladores*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Experimental work shows the topics presented to the student in theoretical lectures are well assimilated. This work is based on simulations implemented in MATLAB about robot kinematics and image processing and also a control program for a robot.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

- *Folhas de Apoio à Unidade Curricular*
- *K.S.Fu, R. C. Gonzalez and C. S. G. Lee - "Robotics: Control, Sensing, Vision and Intelligence" - McGraw-Hill Intern. Ed., Singapore, 1987*
- *Gonzalez, R. C., Richard E., Woods, S. L. Digital image processing using Matlab; Prentice Hall, 2004*
- *Sistemas Baseados em Microcontroladores PIC, Victor Gonçalves, Publindústria, 2008*
- *Advanced PIC Microcontroller projects in C", Dogan Ibrahim, Elsevier, 2008*

**Anexo II - Sistemas de Armazenamento de Energia - SAE**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sistemas de Armazenamento de Energia - SAE*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Energy Storage Systems*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*opção 2*

**9.4.1.7. Observations:**

*option 2*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Pedro Miguel Neves da Fonte; 22.5h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Ricardo Jorge Ferreira Luís; 22,5h  
Rita Marcos Fontes Murta Pereira; 22,5h*

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

*Caracterizar as diferentes tecnologias de armazenamento de energia existentes e emergentes;  
Analisar o princípio de funcionamento e operação de sistemas de armazenamento de energia;  
Compreender os princípios e técnicas de conversão de energia necessários para o armazenamento de*

*energia elétrica;*

*Identificar e avaliar as tecnologias de armazenamento adequadas a cada aplicação específica;*

*Estudar e modelar sistemas de armazenamento de energia em sistemas de energia elétrica: desde a produção, transporte, distribuição e utilização da energia;*

*Aplicação dos sistemas de armazenamento a casos de estudo ligados à rede elétrica e isolados da rede;*

*Análise de sistemas híbridos de armazenamento de energia elétrica.*

*Desenvolver a capacidades para o projeto, instalação, operação e supervisão de sistemas de armazenamento de energia elétrica.*

#### **9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Characterize the different existing and emerging technologies of energy storage technologies;*

*Analyze the functioning and operation principles of energy storage systems;*

*Understand the principles and energy conversion techniques applied to electric energy storage;*

*Identify and evaluate the storage technologies suitable to each specific application;*

*Study and modeling energy storage systems in electric energy systems such as production, transport, distribution and utilization;*

*Application of energy storage systems on case studies connected and isolated from the power grid;*

*Analysis of hybrid systems of electric energy storage.*

*Develop skills to project, installation, operation and supervision of electric energy storage systems.*

#### **9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Tecnologias de armazenamento de energia: Introdução, Fatores que impulsionam o armazenamento de energia (AE); Objetivos e estratégias no funcionamento de SA; Formas de AE; Classificação, descrição e aplicações de tecnologias de armazenamento de energia elétrica;*

*Sistemas de armazenamento: Análise dos princípios de funcionamento; Aplicação em sistemas de energia elétrica; Bombagem hidroelétrica; Ar comprimido; Volantes de inércia; Baterias; Baterias de fluxo; Supercondensadores; Solar-térmica; Hidrogénio.*

*Análise de técnicas de conversão de energia aplicadas ao armazenamento e utilização de energia elétrica;*

*AE no contexto da rede de energia elétrica e em aplicações de rede elétrica isolada; aplicações de AE de curta duração e de longa duração. Atuais e futuras aplicações dos sistemas de armazenamento de energia elétrica. Operação e coordenação de sistemas de AE em smartgrids.*

*Consolidação de conhecimentos nos diferentes tópicos através da aplicação em casos de estudo.*

#### **9.4.5. Syllabus:**

*Overview of Energy storage systems: Introduction and definition of energy storage; Factors that drive the energy storage; Objectives and strategies for storage systems operation; Energy storage technologies; Classification, characterization and applications of storage systems to electric energy;*

*Storage systems: Analysis of functioning principles; Application on electric energy systems; hydro pumping; compress air; flywheels; batteries; flux batteries, super capacitors; solar-thermal; Hydrogen.*

*Analysis of energy conversion techniques applied to electric energy use;*

*Energy storage in the context of electric energy grid and applications on isolated grids; Applications of energy storage with short and long term. Actual and future applications of energy storage systems.*

*Coordination and operation of energy storage systems in smart grids.*

*Consolidation of knowledge based on case studies.*

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

*Os conteúdos programáticos visam a aquisição de competências por parte dos alunos nos seguintes domínios:*

*Análise comparativa das tecnologias de armazenamento de energia;*

*Análise dos princípios de conversão de energia associados aos sistemas de armazenamento de energia;*

*Perceção da importância e contributo dos sistemas de armazenamento de energia elétrica em diferentes áreas como: mercados de energia, integração de energias renováveis, qualidade de energia, geração distribuída, redes elétricas inteligentes e mobilidade elétrica, para permitir a obtenção e utilização de uma energia elétrica flexível, confiável e eficiente.*

*Pretende-se que os alunos obtenham competências na caracterização, dimensionamento e operação das diversas metodologias de armazenamento de energia elétrica.*

*Neste sentido os objetivos da unidade curricular sintetizam de forma clara as competências a adquirir pelos alunos, as quais estão em concordância com os conteúdos programáticos apresentados.*

#### **9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The syllabus aims the students' competences acquisition at the following domains:*

*Comparative analysis of Energy storage technologies;*

*Analysis of energy conversion techniques associated to energy storage;*

*Understanding the significance and contribution of electric energy storage systems in different areas, such as: energy markets, integration of renewable energies, energy quality, distributed generation, smart grids*

*and electric mobility, to allow the achievement and utilization of electric energy on a flexible, trustable and efficient way.*

*Is intended that students achieve competences in characterization, dimensioning and operation of different electric energy storage methodologies .*

*In this sense the objectives of the course clearly synthetize the competences to be acquired by the students and are in accordance with the presented syllabus.*

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

*Na componente teórica os fundamentos teóricos do programa são abordados de forma bidirecional entre docente e discente. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é colocada em prática através da resolução matemática de problemas em ambiente de simulação e posterior validação.*

*Nas aulas laboratoriais são apresentados os objetivos de casos de estudo e as competências a adquirir pelos alunos.*

*A avaliação da unidade curricular é realizada através da execução de um trabalho de grupo realizado por 2 ou 3 elementos. O trabalho é realizado no âmbito de uma simulação numérica que envolva o armazenamento de energia. Os resultados são apresentados na forma de:*

- relatório científico (RC)*
- apresentação e discussão em formato de seminário (S)*
- entrega de um artigo científico (AC).*

*Estas três componentes de avaliação são pedagogicamente fundamentais para a aprovação.*

*A classificação final (CF) é calculada de acordo com a seguinte equação:*

$$CL = 0,7.(RC) + 0,15.(S) + 0,15.(AC)$$

#### **9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*In the theoretic lectures the theory fundaments of syllabus are addressed on a bidirectional way between professor and student. The application of acquired knowledge is done through the problems mathematical resolution using simulation environment and aftermost, validation.*

*In the theoretical-practical lectures, some learning techniques based on problems associated to other active learning are used to achieve problems solution*

*In the laboratory lectures the objectives of case studies are presented as well as the skills to be acquired by the students.*

*The assessment consists on a numeric simulation which involves Energy storage (SN), with a presentation of the obtained results in a seminar format (S) and delivering of a scientific paper (or report) (A/R). These three components of the assessment are pedagogically fundamental to the final grade.*

*The final grade (CF) is calculated by the following equation:*

$$CL = 0,7.(SN) + 0,15.(S) + 0,15.(A/R)$$

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

*Para cumprimentos dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular, o aluno deve estar motivado e conseguir aplicar os conhecimentos teóricos a casos práticos.*

*Existe um elevado grau de articulação temporal entre as componentes, teórica, teórico-prática e laboratorial, para que o aluno consiga uma articulação adequada e lógica entre o saber e o saber fazer.*

*Uma das formas de demonstração da coerência entre as metodologias de ensino e objetivos de aprendizagem é realizada através motivação (dificilmente mensurável) dos alunos associado ao número de aprovações (facilmente mensurável).*

*A metodologia adotada e articulação das aulas teóricas, teórico-práticas e laboratoriais contribui para consolidação e construção do conhecimento uma vez que os alunos definem o processo, metodologia e aplicam os conhecimentos adquiridos na realização do trabalho, na sua apresentação e na escrita do relatório ou artigo científico.*

#### **9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*To fulfill the objectives of the course, the students should be motivated and be able to apply the theoretical knowledge into practical cases.*

*There is a high degree of temporal connection between the theoretical, theoretical-practical and laboratorial components that allow to the students achieve a logic and adequate connection between the knowledge and the know how to do.*

*The demonstration of the coherency between the teaching methodology and learning objectives is done through the students motivation (hardly measurable) associated to the quantity of positive grades (easily measurable)*

*The adopted methodology and the articulation of the theoretical, theoretical-practical and laboratorial lectures contribute for consolidation and knowledge construction once the students define the process, the methodology and apply the acquired knowledge during the working development process, during the work presentation and in the report or scientific paper delivery.*

#### **9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Andrei G. Ter-Gazarian. Energy Storage for Power Systems. (2011);*  
*Robert Huggins. Energy Storage. (2016);*  
*Linden , Handbook Of Batteries (3rd Ed.), (2002);*  
*Jung , Lead-Acid Battery Technologies: Fundamentals, Materials, and Applications, (2016);*  
*Petar Grbović. Ultra-Capacitors in Power Conversion Systems. (2014)*  
*John M. Miller. Ultracapacitor Applications. (2011).*  
*İbrahim Dinçer, Marc A. Rosen. Thermal Energy Storage. (2011)*  
*Kun Sang Lee. Underground Thermal Energy Storage. (2013).*  
*Mohd Ali. Wind Energy Systems. (2012)*  
*Shin'ya Obara. Optimum Design of Renewable Energy Systems. (2014)*  
*Junji Tamura S.M. Muyeen. Stability Augmentation of a Grid-connected Wind Farm. (2009)*  
*N. Lymberopoulos, Emmanuel I. Zoulias. Hydrogen-based Autonomous Power Systems. (2008)*  
*Bei Gou, Woon ki Na, Bill Diong. Fuel Cells: Modeling, Control and Applications. (2010)*  
*Said Al-Hallaj, Kristofer Kiszynski. Hybrid Hydrogen Systems: Stationary and Transportation Applications. (2011).*

## Anexo II - Redes de Automação e Supervisão - RAS

### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Redes de Automação e Supervisão - RAS*

### 9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Automation and Supervision Networks*

### 9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

*EE*

### 9.4.1.3. Duração:

*semestre*

### 9.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

### 9.4.1.5. Horas de contacto:

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

### 9.4.1.6. ECTS:

*6*

### 9.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

### 9.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

### 9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Maria da Graça Vieira de Brito Almeida ; 22,5h*

### 9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

*Armando José Leitão Cordeiro;22,5h*

*Mafalda Maria Morais Seixas;22,5h*

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

*Ao concluírem esta unidade curricular os alunos devem ser capazes de:*

*- Explicar as capacidades e limitações dos métodos de codificação de sinal, das principais regras de acesso e de métodos de controlo de erros utilizados em redes de automação;*

*- Analisar criticamente as características essenciais de várias redes de comunicação de dados usadas em automação e interpretar as suas especificações;*

*- Desenvolver experimentalmente aplicações de SCADA com software profissional e utilizar as técnicas de processamento digital de imagem.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*After completion of this course the students should be able to:*

- *Explain the capabilities and limitations of signal encoding methods, media access rules and error control methods used in fieldbuses;*
- *Critically analyze the essential characteristics of various data communication networks used in automation and interpret their specification documents;*
- *Experimentally develop SCADA applications using professional software.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Noções sobre comunicação digital; codificação de sinal; capacidade de transmissão de um canal; controlo de erros; códigos lineares e polinomiais; teste experimental dos protocolos de comunicação entre equipamentos MODBUS e USS.*
- *Modelo OSI; topologias e nós especiais das redes; regras de acesso; protocolos.*
- *Estudo detalhado de algumas redes de campo: CAN, DeviceNet, Profibus,, As-i. Redes locais: Ethernet e suas variantes.*
- *Noção de supervisão; arquitetura dos sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition);*
- *Noção de processamento digital de imagem: operações Básicas, pré-Processamento de imagem e reconhecimento de objetos.*

**9.4.5. Syllabus:**

- *Understanding digital communication, signal encoding; transmission capacity of a channel; error control; linear and polynomial codes; experimental testing of data communication protocols MODBUS and USS;*
- *OSI Model; topologies and special nodes of data networks; media access rules; protocols;*
- *Detailed study of some fieldbuses: CAN, DeviceNet, Profibus, As-I. Local Area Networks: Ethernet and its variants;*
- *Notion of Supervisory Control and Data Acquisition; architecture of a SCADA system; management of communication with peripherals, synoptic human-machine interfaces;*

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

*Os conhecimentos prévios são os adquiridos nas unidades curriculares de Licenciatura, onde foram versadas a estrutura e a programação de autómatos, bem como a interface destes com os equipamentos periféricos (sensores e atuadores).*

*Esta unidade curricular começa com a introdução de conceitos básicos do domínio da comunicação digital até ao modelo OSI. Em simultâneo é promovido o uso experimental dos protocolos de comunicação industriais MODBUS e USS, com vista a reconhecer alguns dos conceitos. Seguidamente passa-se ao estudo detalhado de algumas redes de campo com significado real na automação industrial, fazendo um uso exaustivo de conceitos previamente estudados. O treino experimental com um sistema de redes de campo complementa o objetivo de domínio de conhecimentos sobre redes de campo de automação. O estudo dos conceitos de processamento digital de imagem e de supervisão de sistemas SCADA completam outra vertente importante e atual da automação.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*This course begins with an introduction to basic concepts in the field of digital communication up to the OSI model. Simultaneously the experimental practice with industrial protocols Modbus and USS is promoted to recognize some of the concepts. Then a detailed study of some fieldbuses with real impact in industrial automation is undertaken, making an extensive use of concepts previously studied. The experimental training with an integrated system complements the objective of mastering automation fieldbuses. The study of the concepts of supervisory control and the structure of SCADA systems, complete another important aspect of today automation.*

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

*A parte Teórica (T) é apresentada ao longo do semestre e sujeita a avaliação individual por um Exame escrito. O exame final disponível para os alunos diz apenas respeito à parte Teórica e não substitui a frequência e aprovação nas partes Teórico-Prática e Laboratorial.*

*A parte Teórico-Prática (TP) consiste na apresentação do software SCADA e na explicação dos protocolos específicos de comunicação utilizados nas aulas de laboratório.*

*A parte de laboratório (L) consiste em trabalhos práticos: desenvolvimento de aplicações num ambiente SCADA profissional, processamento digital de imagem, protocolos de comunicação e utilização de uma estrutura de rede de campo. Os relatórios contam para a correspondente avaliação, após discussão individual.*

*A classificação final resulta da média das classificações obtidas através de  $F = 0,5 \cdot T + 0,5 \cdot L$ . É obrigatório a classificação de cada parte seja de, pelo menos, 9,5 numa escala de 0 - 20.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The Theoretical part (T) is presented along the semester and individually evaluated at the end by a final exam. The Theoretic-Practical (TP) part concerning supervisory control software and practical tests using communication protocols. The Laboratory part (L) consists of practical tests. The written reports are subject to individual oral scrutiny to achieve the corresponding evaluation. The final grade results from simple average of the grades obtained by  $F = 0,5*T + 0,5*L$ . It is mandatory that the grade in each part is at least 9,5 in a range of 0-20.*

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

*A parte teórica é dedicada ao desenvolvimento das competências no âmbito de conceitos fundamentais de comunicação digital em rede e de características essenciais de um conjunto de redes de campo e de redes LAN com importância na automação atual.*

*As partes teórico-prática e prática são dedicadas ao desenvolvimento das competências de projeto de sistemas de supervisão por treino num ambiente SCADA, processamento digital de imagem e estudo dos protocolos de comunicação específicos.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The theoretical part is devoted to the development of skills on the fundamental concepts of digital communication networks as well as on the essential features of a set of fieldbuses and LAN networks with importance in today automation.*

*The theoretic-practical and practical parts are devoted to developing the skills of designing supervision systems by training with a supervisory control software and devoted to the development of skills of using industrial protocols for data communication between devices and in the parameterization of more complex fieldbus systems.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

- Palma, J., *Introdução às Redes de Campo de Automação, Folhas de Apoio, ISEL, 2004.*
- Jordan, J., *Serial Networked Field Instrumentation, Wiley, 1995.*
- Mahalik, N., *Fieldbus Technology: Industrial Network Standards for Real-Time Distributed Control, Springer, 2003.*
- Boyer, S. A., *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition, ISA, 2nd. Ed., 1999.*
- Halsall, F., *Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Ad.-Wesley, 1996.*
- Weigmann, J., Kilian G., *Decentralization with profibus-dp : architecture and fundamentals,*

**Anexo II - Qualidade de Energia Elétrica - QEE**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Qualidade de Energia Elétrica - QEE*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Electric Power Systems Quality*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*Opção*

**9.4.1.7. Observations:**



*Option***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Paulo José Duarte Landeiro Gambôa; 45h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Miguel Cabral Ferreira Chaves; 22,5h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- *Aquisição de conhecimentos na área da Qualidade de Energia Eléctrica;*
- *Aquisição de competências para permitir auditar e diagnosticar problemas de Qualidade de Energia Eléctrica;*
- *Usar soluções preventivas e reparadoras para mitigar problemas de Qualidade de Energia Eléctrica;*
- *Analisar e interpretar as regulamentações e normas aplicáveis à Qualidade de Energia Eléctrica.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

- *This course aims at the acquisition of knowledge in the area of Power Quality;*
- *Students acquire skills to diagnose problems of power quality;*
- *Students learn to use preventive and remedial solutions to mitigate them.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Qualidade de Energia Eléctrica: conceitos, definições, indicadores e custos;*
  - *Perturbações causadas por sistemas de conversão comutada;*
  - *Tipos de deformações da forma de onda da corrente e tensão;*
  - *Soluções preventivas e reparadoras;*
  - *Monitorização;*
  - *Regulamentação e normas de Qualidade de Energia Eléctrica: EN50160, IEC61000, IEC62040, IEEE Std 519-2014, Regulamento de Qualidade de Serviço (RQS);*
  - *Sistemas de Armazenamento de Energia.*
- As aulas laboratoriais acompanham o programa teórico e teórico-prático. São efetuados trabalhos de desenvolvimento: •Cálculo da FFT; Harmónicas no sector dos serviços; Harmónicas no sector industrial; Harmónicas de corrente e de tensão;*
- *Mitigação de harmónicas de corrente; Harmónicas na compensação passiva do fator de potência, na presença de cargas não lineares; Compensação de cavas de tensão usando a energia girante de uma máquina síncrona; Ensaio em laboratório de cargas não lineares com utilização do Analisador de Qualidade de Energia Eléctrica.*

**9.4.5. Syllabus:**

- *Power Quality;*
- *Concepts, definitions, indicators and cost;*
- *Types of deformation of the waveform of current and voltage;*
- *Regulatory and quality standards (EN50160, IEC61000, IEC62040, IEEE Std 519-2014, IEEE Std 1459-2010, RQS);*
- *Monitoring;*
- *Disturbances caused by conversion systems switched;*
- *Preventive and remedial solutions*

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

- *Utilização de programas de simulação numérica (Matlab/Simulink), com os respetivos modelos matemáticos, para reproduzir os principais tipos de deformação da onda de tensão e da onda de corrente e algumas soluções reparadoras;*
- *Apresentação e discussão com os alunos de casos práticos;*
- *Principais indicadores, exemplos obtidos experimentalmente e o seu enquadramento na Regulamentação em vigor.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

- *Using numerical simulation programs (Matlab/Simulink), with their mathematical models to reproduce the main types of deformation wave voltage and current waveform and some mitigation solutions.*
- *Presentation and discussion with students in practical cases.*
- *Key indicators, examples and experimental framework in its existing regulations.*

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

- *Aulas teóricas ministradas com recurso a acetatos em PowerPoint, simulações numéricas e apresentação de artigos científicos;*
- *Aulas teóricas/práticas de resolução de problemas, interpretação dos resultados e discussão de soluções;*
- *Aulas práticas em laboratório com recurso ao software Matlab/Simulink para modelização e simulação de casos concretos. Ensaios de demonstração em laboratório;*
- *Avaliação dos trabalhos laboratoriais, com apresentação de relatórios e respectiva discussão individual, com a nota individual mínima de cada trabalho de oito (8) valores e a média dos trabalhos, no mínimo, nove vírgula cinco valores (9,5) (P);*
- *Teste Final durante o período de aulas, com a nota mínima de nove vírgula cinco valores (9,5) (T);*
- *Exames (Época Normal, Época de Recurso e Época Especial), com a nota mínima de nove vírgula cinco valores (9,5) (T);*
- *A classificação final é obtida por:  $2/3 \times T + 1/3 \times P$ .*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures given acetates using powerpoint, numerical simulations and presentation of scientific articles. Theoretical/practical problem solving, interpretation of results and discussion of solutions. Practical classes in the computer lab using the software Matlab/Simulink for modeling and simulation of specific cases. Demonstration tests in the laboratory.*

- *The theoretical and Theoretical/Practical grade, T, is obtained with the correction of problems and research works. This grade must be equal or greater than 9,5 (nine point five values), in a 20 point grading scale, in order to obtain approval at the curricular unit;*
- *The practical grade, P, is the assigned to the practical reports, and the formative evaluation, assigned by the laboratory class teacher. This grade must be equal or greater than 9,5 (nine point five values), in a 20 point grading scale, in order to obtain approval at the curricular unit;*
- *The unit final grade, FG, is given by  $2/3 T + 1/3 P = 10$ .*

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

- *As aulas práticas em laboratório com recurso ao software Matlab/Simulink permitem a simulação de problemas de qualidade de energia eléctrica bem como algumas soluções reparadoras. Em laboratório contacto e exemplos de equipamento para monitorizar alguns tipos de problemas de qualidade de energia eléctrica;*
- *Em aulas teórico-prático resolução matemática de problemas tipo permitindo quantificar os principais indicadores de qualidade de energia eléctrica. Discussão em turma dos resultados obtidos e sua interpretação.*

#### 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

- *Using numerical simulation programs (Matlab/Simulink) with their mathematical models to reproduce problems of power quality and some mitigation solutions;*
- *Conducting laboratory tests on power quality;*
- *Presentation and discussion with students in practical cases.*

#### 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Fernando Alves da Silva, “Qualidade de Energia Eléctrica”, Textos de apoio;*
- *Fernando Alves da Silva, “Guias dos Trabalhos Laboratoriais”;*
- *Paulo Gambôa, “Qualidade de Energia Eléctrica”, Textos de apoio;*
- *EDP, “Manual da Qualidade da Energia Eléctrica”, EDP, Dezembro 2005.*
- *Roger C. Dugan, Mark F. McGranaghan, Surya Santoso, H. Wayne Beaty, “Electrical Power System Quality”, MacGraw Hill, 2003, ISBN: 0-07-138622-X.*
- *Math H.J. Bollen, M., “Understanding Power Quality Problems”, Wiley-Interscience, 2000, ISBN 0-7803-4713-7.*
- *Bhim Singh, Ambrish Chandra, Kamal Al-Haddad, “Power Quality Problems and Mitigation Techniques”, John Wiley and Sons Ltd, ISBN:9781118922057, 2015.*
- *Jaroslav Guzinski, Haitham Abu-Rub, Patryk Strankowski, “Variable Speed AC Drives with Inverter Output Filters”, Wiley, ISBN: 978-1-118-78289-7, 2015.*
- *Suresh Mikkili, Anup Kumar Panda, “Power Quality Issues: Current Harmonics”, CRC Press, ISBN 9781498729628, 2015.*

## Anexo II - Projeto de Máquinas Elétricas - PME

### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Projeto de Máquinas Elétricas - PME*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Electrical Machines Design*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
*EE*

**9.4.1.3. Duração:**  
*semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**  
*6*

**9.4.1.7. Observações:**  
*opção 3*

**9.4.1.7. Observations:**  
*option 3*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*Ricardo Jorge Ferreira Luís;45h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
*Rita Marcos Fontes Murta Pereira;22,5h*

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

- Dimensionamento e projeto de máquinas elétricas assistido por PC através do Método dos Elementos Finitos (MEF);*
- Possibilitar a análise detalhada do campo magnético, permitindo uma nova abordagem didática à teoria das máquinas elétricas;*
- Elementos básicos das equações de Maxwell; elementos básicos sobre o MEF;*
- Modelação através do MEF utilizando técnicas de CAD/CAE de alguns exemplos: indutores e transformadores; máquinas AC, DC e eletronicamente controladas nas topologias de fluxo radial, axial e transversal; máquinas de movimento linear nas geometrias planar e tubular; e outros dispositivos eletromagnéticos;*
- Teoria e aplicação da análise de elementos finitos, estáticos e dinâmicos às máquinas elétricas como sistemas eletromecânicos e eletromagnéticos;*
- Utilização de ferramentas computacionais de suporte, baseadas no MEF, tais como as versões académicas (ANSYS, INVENTOR\EMS, JMAG, ...) e versões freeware/open-source (FEMM, MaxFEM, MotorAnalysis, ONELAB, SyR-e, ...)*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

- Computer-aided design of electrical machines through the finite elements (FEM);*
  - Make possible the magnetic field analysis in detail, allowing a new approach to the electrical machines theory;*
  - Supply to the students a set of problems to achieve the visual magnetic field behaviour;*
- Knowledge acquired in the learning process of electrical machinery design:*
- Basic elements of Maxwell's equations; FEM basic elements;*
  - FEM modelling using CAD/CAE techniques examples: inductors and transformers; AC, DC and electronically controlled electrical machines in radial-flux, axial-flux and transverse-flux topologies; linear motion machines in planar and tubular geometries; and other electromagnetic devices;*
  - Theory and application of finite element analysis, static and dynamic to electrical machines as electromagnetic and electromechanical systems;*
  - Use of MEF-based computational tools such as the academic versions (ANSYS, INVENTOR\EMS,.) and freeware/open-source versions (FEMM, MaxFEM,...)*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Técnicas de projeto assistido por computador (CAD/CAE) em Engenharia.*
- *Equações fundamentais dos campos eletromagnéticos;*
- *Descrição dos Métodos de Elementos Finitos (MEF)*
- *Método dos resíduos ponderados (Método de Galerkin). Método variacional (Método de Rayleigh-Ritz). Formulação do MEF;*
- *Técnicas de projeto através do MEF (pré-processamento);*
- *Técnicas de análise através do MEF (pós-processamento);*
- *Aplicação do MEF no projeto e análise de máquinas elétricas e outros dispositivos eletromagnéticos: análise magnetostática, harmónica no tempo e transitória;*
- *Exemplos de aplicação em máquinas elétricas: indutores e transformadores (de potência e de alta frequência); máquinas AC (indução e síncronas), DC (de coletor de escovas e magnetos permanentes) e eletronicamente controladas (de magnetos permanentes, comutada de relutância e síncrona de relutância) nas topologias de fluxo: radial, axial e transversal; máquinas de movimento linear nas geometrias planar e tubular.*

**9.4.5. Syllabus:**

<no answer>

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

*São apresentadas técnicas de projeto assistido por computador em Engenharia. São abordados os aspetos necessários ao projeto eletromagnético assistido por computador e é dada uma introdução a programas de utilização do método dos elementos finitos (MEF).*

*É dada uma visão geral sobre o MEF, bem como a sua formulação apoiada nas equações de Maxwell. São introduzidas as principais fases de projeto através de ferramentas computacionais baseadas no MEF: pré-processamento, processamento e pós-processamento.*

*Estas ferramentas computacionais possibilitam a análise detalhada do campo magnético, permitindo estudar e melhorar os processos de conversão eletromecânica e/ou eletromagnética de energia.*

*Através do MEF são estudadas algumas modelações de dispositivos eletromagnéticos e diversas máquinas elétricas. A análise de elementos finitos permite assim obter uma melhor visão sobre os parâmetros críticos de projeto no desenvolvimento de um protótipo computacional.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*In Electrical Machines Design the computer-aided design techniques applied to engineering are presented. It covers the aspects necessary for the project electromagnetic computer-assisted and is given an introduction to programs using the finite element method (FEM).*

*It is given an overview of the FEM, as well their formulation supported in Maxwell's equations. The main design steps through computational tools based on FEM are introduced: pre-processing, processing and post-processing.*

*These computational tools enable the detailed analysis of the magnetic field, allowing study and improve the electromechanical conversion and/or electromagnetic energy processes.*

*Through the FEM are studied some modelling of electromagnetic devices and several electrical machines. The finite element analysis allows a better view of critical design parameters on the computational prototype developing.*

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

*Projeto de Máquinas Elétricas é composta pelas componentes: teórica, teórico-prática e prática laboratorial. Cada componente tem a duração de 1,5 horas de contacto semanais.*

*Os alunos são organizados em grupos de 2 ou 3 elementos e desenvolvem um projeto de sua escolha/pesquisa no âmbito de máquinas elétricas ou outros dispositivos eletromagnéticos.*

*Elementos de avaliação:*

- *Projeto desenvolvido;*
- *Apresentação e discussão do projeto;*
- *Artigo sobre o projeto.*

*Classificação quantitativa final:*

*- A classificação quantitativa final é obtida através da avaliação do desempenho do aluno ao longo das aulas práticas na realização do projeto (70%), da apresentação e discussão do trabalho realizado (15%) e da avaliação do artigo produzido (15%);*

*- Os elementos de avaliação “Projeto desenvolvido” e “Apresentação e discussão do trabalho realizado” são considerados pedagogicamente fundamentais para a obtenção da classificação quantitativa final.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The Design of Electrical Machines lectures comprises the branches: theory, theory-practical and laboratory training. Each component has a duration of 1.5 hours contact weekly.*

*Students are organized in groups of 2 or 3 elements and develop a project of your choice/research within*

*electric machines or other electromagnetic devices.*

*Evaluation elements:*

- *Project developed;*
- *Presentation and discussion of the project;*
- *Article about the project.*

*Final quantitative grade:*

- *The final grade is obtained from the student performance evaluation during the execution of the project (70%), from the presentation and discussion about the project (15%) and from the evaluation of the scientific paper produced (15%);*
- *The evaluation elements "Project developed" and "Presentation and discussion of the project" are considered pedagogically necessary to obtain the final quantitative grade.*

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

*As metodologias de ensino/aprendizagem em Projeto de Máquinas Elétricas assentam principalmente no desenvolvimento de um projeto na área de máquinas elétricas, que estimule o trabalho independente e cooperativo dos alunos.*

*O tema específico do projeto a desenvolver é escolhido pelos grupos de trabalho (constituídos por 2 ou 3 alunos) durante as 2-3 primeiras semanas de aulas. Para essa escolha os grupos de trabalho efetuam uma pesquisa bibliográfica baseada em artigos científicos, livros ou trabalhos realizados anteriormente, trazendo para o contexto de aula a discussão dos temas a propor. Desta forma é desenvolvida uma ideia de projeto e são definidos as metas e os objetivos a atingir.*

*O trabalho de projeto desenvolve-se essencialmente no decorrer das aulas práticas laboratoriais, onde existe uma avaliação contínua de todos os passos de desenvolvimento do projeto.*

*Semanalmente nas aulas teóricas e teórico-práticas são ensinadas as técnicas e as ferramentas de desenvolvimento de projeto baseado no método dos elementos finitos.*

*A apresentação do projeto desenvolvido permite uma partilha de conhecimento entre todos os grupos de alunos ao apresentarem os resultados do seu trabalho. A apresentação e discussão do trabalho permite também uma melhoria das competências globais dos alunos na comunicação de informação, ideias, problemas e soluções, tanto a públicos constituídos por especialistas como por não especialistas.*

*O artigo científico sobre o trabalho de projeto permite efetuar uma ligação dos resultados obtidos no desenvolvimento do projeto com os conteúdos programáticos discutidos nas aulas teóricas.*

#### **9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching/learning methods in Electrical Machine Design are based mainly on the design development in the electrical machines areas, encouraging the students to a cooperative working.*

*The specific theme of the project to be developed is selected by the working groups (2 or 3 students) during the first 2-3 weeks of classes. For this choice, the work groups carry out a literature research based on scientific papers, books or works previously, bringing to the class context the discussion of the topics to be proposed. In this way, a project idea is developed and the goals and objectives to be achieved are defined.*

*The design work takes place mainly during the laboratory classes, where there is a continuous evaluation of all steps of the project development.*

*Weekly in theoretical and theoretical-practical classes are taught the techniques and tools of project development, based on the finite element method.*

*The presentation of the developed project allows the knowledge sharing among all student groups when presenting the results of their work. The presentation and discussion of the work also allow an improvement of the students' global competencies in the communication of information, ideas, problems and solutions, both to experts and non-experts.*

*The scientific paper about the project work allows linking the obtained results in the developed project with the syllabus discussed in theoretical lectures*

#### **9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Nicola Bianchi, "Electrical Machine Analysis Using Finite Elements", CRC Press, 2005.*

*Sheppard J. Salon, "Finite Element Analysis of Electrical Machines", Kluwer Academic Publishers, 1995.*

*Vítor Maló Machado, "Simulação Computacional em Eletromagnetismo", ISTPress, 2018.*

*João Bastos, Nelson Sadowski, "Electromagnetic modeling by finite element methods", Marcel Dekker, 2003.*

*Nathan Ida, João P. A. Bastos, "Electromagnetics and calculation of fields", Springer, 1997.*

*Jan K. Sykulski, "Computational Magnetics", Chapman & Hall, 1995.*

*Ramón Bargallo, "Finite Elements for Electrical Engineering", EUETIB-UPC, 2006.*

*A. B. J. Reece, T. W. Preston, "Finite Element Methods in Electrical Power Engineering", Oxford: University Press, 2000.*

*Matthew N. O. Sadiku, "Numerical techniques in electromagnetics with MATLAB", CRC Press, 2009.*

*Stanley Humphries, "Electric and magnetic field calculations with finite-element methods", Field Precision LLC, 2018.*

**Anexo II - Mercados de Energia Elétrica - MELE**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**  
*Mercados de Energia Elétrica - MELE*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**  
*Electricity Markets*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**  
*EG*

**9.4.1.3. Duração:**  
*Semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**  
*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**  
*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**  
*6*

**9.4.1.7. Observações:**  
*opção 2*

**9.4.1.7. Observations:**  
*option 2*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**  
*João Herminio Ninitas Iagarto; 45h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**  
*Jorge Alberto Mendes de Sousa: 22.5h*

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

- *Encadear conhecimentos por forma a solucionar problemas relativos ao sector elétrico liberalizado.*
- *Adquirir competências na gestão económica de um sistema de energia elétrica em regime centralizado e em regime liberalizado.*
- *Reconhecer a importância dos serviços de sistema para a operação de um sistema elétrico.*
- *Apreender o tarifário do setor elétrico português à luz da estrutura do SEN.*
- *Relacionar a problemática energética com as suas externalidades ambientais e conhecer os mecanismos de internalização existentes.*
- *Expor soluções com proficiência técnica e comunicacional.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

- 1. Chain knowledge in order to resolve problems concerning the liberalized electricity sector.*
- 2. Acquire skills in economic management of a power system under centralized and liberalized.*
- 3. Recognize the importance of the ancillary services for power systems operation.*
- 4. Grasp the Portuguese electric sector tariff in light of the electric sector structure.*
- 5. Relate the energy issue with their external environment and to understand the mechanisms of internalization existing*
- 6. Exposing solutions with technical proficiency and communicative.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Gestão de sistemas de energia elétrica em regime centralizado. Despacho económico; Comissionamento de grupos; Coordenação hidrotérmica; Bombagem.*
- *Gestão de sistemas de energia elétrica em regime liberalizado. A reestruturação do sector elétrico. O Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL).*
- *Serviços de sistema. Regulação primária, secundária e terciária. Mercados de serviços de sistema.*
- *Integração de mercados elétricos. Mecanismos de gestão de congestionamentos.*

- *Estrutura do Setor Elétrico Nacional (SEN). Tarifário do setor elétrico português.*
- *Externalidades e mercados ambientais. Impacto do Protocolo de Quioto no sector elétrico; Mercado de emissões de gases com efeito de estufa; Mercado de certificados verdes.*

#### 9.4.5. Syllabus:

1. *Management of electric power systems under centralized dispatch: Economic dispatch; Unit commitment; Hydrothermal coordination; pumped storage hydro.*
  2. *Management of electric power systems in liberalized markets. The restructuring of the electricity sector. The Iberian Electricity Market (MIBEL).*
  3. *Ancillary services. Primary, secondary and tertiary regulation. Ancillary services markets.*
  4. *Electricity markets integration. Congestion management mechanisms.*
  5. *Structure of the Portuguese electric sector (SEN). Portuguese electric sector tariff.*
  6. *Externalities and environmental markets*
- Impact of the Kyoto Protocol in the electric sector; greenhouse gases emissions trading; green certificates.*

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

*Os conteúdos programáticos indicados permitem alcançar os objetivos da unidade curricular tanto em termos de aprendizagem formal como na aquisição das competências necessárias no domínio da aplicação dos conhecimentos à realidade prática profissional na área dos mercados de energia.*

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

*The syllabus indicated allow us to achieve the objectives of the course both in terms of formal learning and in the acquisition of the necessary skills in the field for the application of knowledge to the professional context.*

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

*Metodologia mista entre métodos expositivos e participativos com a resolução analítica de problemas aplicados e simulação computacional com o GAMS.*

*A avaliação da unidade curricular é baseada em duas componentes:*

- *Teste intercalar e exame (parcial ou integral) com ponderação de 50%.*
- *Componente prática com ponderação de 50%.*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Mixed methodology between expository and participatory methods with analytical problem solving and applied computer simulation with GAMS.*

*The evaluation of the course is based on two components:*

- *Intermediate test and exam (partial or full) with 50% weighting.*
- *Practical component with 50% weighting.*

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

*As metodologias de ensino utilizadas permitem atingir os objetivos traçados para a unidade curricular de forma consistente e eficaz, sendo a avaliação estabelecida em conformidade.*

#### 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The teaching methodologies applied help to achieve the goals set for the course in a consistent and effective way.*

#### 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Allen J. Wood, Bruce F. Wollenberg, Power Generation, Operation & Control, John Wiley & Sons, 1984.*
- *Competition in Electricity Markets, Agência Internacional de Energia, 2001.*
- *Regulamento tarifário do setor elétrico, ERSE, dezembro de 2014.*
- *International Emission Trading - From Concept to Reality, Agência Internacional de Energia, 2001.*
- *Slides da disciplina disponibilizados na plataforma Moodle.*
- *Artigos científicos disponibilizados pelo docente.*

## Anexo II - Métodos de Aprendizagem Automática - MAA

### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Métodos de Aprendizagem Automática - MAA***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Automatic Learning Methods - MAA***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EE***9.4.1.3. Duração:***Semestre/semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:***162***9.4.1.5. Horas de contacto:***T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***opção 2***9.4.1.7. Observations:***option 2***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Fernando Manuel Fernandes Melício; 22,5h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Ana Alexandra Antunes Figueiredo Martins; 22,5h**Fernando Joaquim Ganhão Pereira; 22,5h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Após aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:*

- 1. Aplicar técnicas de pré-processamento dos dados que permitam o seu posterior tratamento e análise. Utilização da análise em componentes principais como método de redução da dimensão dos dados.*
- 2. Aplicar métodos de análise exploratória de dados de modo a reconhecer as principais características de um conjunto de dados multivariados.*
- 3. Identificar e aplicar os conceitos de teoria de fiabilidade.*
- 4. Identificar e implementar um modelo de regressão linear adequado à resolução analítica e computacional de um problema concreto.*
- 5. Analisar, avaliar e interpretar com sentido crítico, os resultados dos modelos.*
- 6. Identificar e implementar métodos de análise de agrupamento. Avaliar e interpretar com sentido crítico, os resultados obtidos. Analisar e caracterizar os grupos identificados.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***After approval in the course unit, the student should have the ability to:*

- 1. Apply data pre-processing techniques that allow its subsequent treatment and analysis. Use of analysis in main components as a method to reduce the size of the data.*
- 2. Apply methods of exploratory data analysis to recognize the main characteristics of a multivariate data set.*
- 3. Identify and apply the concepts of reliability theory.*
- 4. Identify and implement a linear regression model appropriate to the analytical and computational resolution of a particular problem.*
- 5. Analyze, evaluate and interpret critically the results of the models.*
- 6. Identify and implement clustering analysis methods. Evaluate and interpret with critical sense, the results obtained. Analyze and characterize the identified groups.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**



1. *Análise exploratória e pré-processamento de dados multivariados*
2. *Introdução à fiabilidade. Função de fiabilidade. Sistemas em serie e sistemas em paralelo. Cálculo de probabilidades de falhas.*
3. *Modelo de regressão linear múltipla*
4. *Conceito de Aprendizagem*
5. *Aprendizagem supervisionada e não supervisionada*
6. *Redes neuronais multicamada*
7. *Agregação de dados e quantificação vetorial*
8. *Análise em componentes principais*
9. *Análise de agrupamento*

#### 9.4.5. Syllabus:

1. *Exploratory analysis and pre-processing of multivariate data*
2. *Introduction to reliability. Reliability function. Serial systems and parallel systems. Calculation of probabilities of failure.*
3. *Multiple linear regression model*
4. *Concept of Learning*
5. *Supervised and unsupervised learning*
6. *Multilayer neural networks*
7. *Data aggregation and vector quantification*
8. *Analysis on major components*
9. *Grouping analysis*

#### 9.4.6. 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, atendendo a que:*

- *Os pontos 1 e 8 dos conteúdos programáticos pretendem concretizar o ponto 1 e 2 dos objetivos;*
- *O ponto 2 dos conteúdos programáticos pretende concretizar o ponto 3 dos objetivos;*
- *Os pontos 3, 4, 5, 6 e 7 dos conteúdos programáticos pretendem concretizar os pontos 1,2, 4 e 5 dos objetivos;*
- *O ponto 8 dos conteúdos programáticos pretende concretizar o ponto 6 dos objetivos.*

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

*The syllabus contents are in coherence with the objectives of the curricular unit, considering that:*

- *Points 1 and 8 of the program content aim to achieve points 1 and 2 of the objectives;*
- *Point 2 of the program content aims to achieve point 3 of the objectives;*
- *Points 3, 4, 5, 6 and 7 of the program content aim to achieve points 1,2, 4 and 5 of the objectives;*
- *Point 8 of the programmatic content seeks to achieve point 6 of the objectives.*

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

*A parte Teórica (T) é apresentada ao longo do semestre e sujeita a avaliação individual por um Exame escrito. O exame diz apenas respeito à parte Teórica e não substitui a frequência e aprovação na parte Laboratorial.*

*A parte de laboratório (L) consiste em trabalhos práticos com a utilização de software específico como p.ex. o MatLab.*

*A classificação final resulta da média das classificações obtidas através de  $F = 0,6 \cdot T + 0,4 \cdot L$ . É obrigatório a classificação de cada parte seja de, pelo menos, 9,5 numa escala de 0 - 20.*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The Theoretical part (T) is presented during the semester and subject to individual evaluation by a written exam. The examination only concerns the theoretical part and does not replace the frequency and approval in the laboratory part.*

*The laboratory part (L) consists of practical work with the use of specific software such as MatLab.*

*The final classification results from the average of the classifications obtained through  $F = 0.6 \cdot T + 0.4 \cdot L$ . It is compulsory for each part to be rated at least 9.5 on a scale of 0 - 20.*

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

*As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos da unidade curricular, dado que a metodologia utilizada para explicar a matéria teórica, possibilita atingir especificamente todos os objetivos da unidade curricular. A exemplificação com problemas concretos, permite ao aluno perceber como aplicar a matéria usada em situações reais. A metodologia utilizada pretende fornecer conhecimentos para formalizar um problema concreto, escolher os métodos adequados a aplicar e proceder à sua correta aplicação. A resolução de exercícios com recurso à utilização de um software específico, possibilita ao aluno apreender o modo real de resolução deste tipo de problemas. Os métodos de avaliação permitem*

*averiguar se o aluno adquiriu conhecimentos suficientes para atingir os objetivos propostos na unidade curricular.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies are in line with the objectives of the curricular unit, given that the methodology used to explain the theoretical subject, makes it possible to specifically achieve all the objectives of the curricular unit. The exemplification with concrete problems, allows the student to understand how to apply the material used in real situations. The methodology used aims to provide knowledge to formalize a concrete problem, to choose the appropriate methods to apply and to proceed with its correct application. The resolution of exercises with the use of a specific software, allows the student to learn the real way of solving this type of problems. The evaluation methods allow to verify if the student has acquired enough knowledge to reach the objectives proposed in the curricular unit.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

- Tom M. Mitchell, *Machine Learning*, Prentice-Hall (1999)
- Friedman, Hastie, Tibshirani, *The Elements of Statistical Learning. Data Mining, Inference and Prediction*. 2ª ed, Springer (2009)
- Montgomery, D. (2009). *Statistical Quality Control: A Modern Introduction*, 6th Edition, Wiley.
- Gujarati, D.; Porter, D., *Basic Econometrics*, McGraw Hill (2009)
- Reis, Elizabeth (2001). *Estatística Multivariada Aplicada*, 2ª edição. Edições Sílabo.
- Everitt, Brian S., and Graham Dunn. *Applied multivariate data analysis*. Vol. 2. London: Arnold, 2001.

**Anexo II - Instalações de Produção Independente - IPI**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Instalações de Produção Independente - IPI*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Independent Power Generation Plants*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Eduardo Adelino Mateus Nunes Eusébio;45h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Cristina Inês Camus; 22,5h*

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

*Pretende-se que o aluno seja capaz de conceber as diferentes componentes associadas ao projeto de uma central de geração independente, com a entrega de energia à rede, através de linha aérea, num ponto previamente definido.*

#### **9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*It is intended that student to be able to do the several parts related to an Independent Power Generation Plant design, including the energy transportation up to a previously defined point of the national electrical grid.*

#### **9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Infra-estruturas elétricas privadas associadas às produções independentes: Instalações específicas, quer em corrente alternada quer em corrente contínua, designadamente no que se refere à conceção dos sistemas de potência de média e baixa tensão, esquemas elétricos, traçados, dimensionamentos e proteções.*
- *Subestação privada do centro de produção: Conceção e desenvolvimento da sua configuração, esquemas elétricos, atravancamentos e dimensionamentos.*
- *Linha de interligação à rede pública: Definição dos parâmetros intrínsecos, quer elétricos quer mecânicos, designadamente, tensões elétricas, potências de curto-circuito, condutores, traçado e implantação da linha com a caracterização dos seus componentes em perfil do terreno.*

#### **9.4.5. Syllabus:**

- *Private electrical infra structures related to the project of an Independent Power Generation Plant: mainly specific installations either in alternating current or direct current at low and medium voltage, electrical schemes, cable dimensioning and routings and electrical protections.*
- *Private switchgear of a generation plant: design and development of the lay-out, electrical schemes, arrangements and circuits dimensioning.*
- *Overhead transmission line to the public grid: definition of the inherent parameters, electrical or mechanical, namely electrical voltage, short-circuit current, power cables, routing and land implementation showing the equipment characteristics on the land cross section.*

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

*Com aproveitamento na disciplina o aluno está apto a:*

- *Conceber as instalações elétricas associadas aos empreendimentos, de Produção Independente;*
  - *Analisar e interpretar as prescrições regulamentares, normativas e outras aplicáveis ao sector energético;*
  - *Conceber as infra-estruturas elétricas inerentes à instalação e interligação à rede pública de centrais de Produção Independente de Energia Elétrica, designadamente de Parques Eólicos, Centrais Mini-hídricas, Centrais de Cogeração, Centrais Geotérmicas, etc*
- Utilizar os meios informáticos específicos (comerciais ou desenvolvidos especificamente para o efeito no âmbito da disciplina*

#### **9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*After being approved in his examination, student should be able to deal with the following matters:*

- *To design the electrical installations of an Independent Power Generation Plant:*
- *To read and to interpret the legal electrical regulations, national and international standards applied to energetic sector;*
- *To design the electrical infra structures inherent to the generation plant and connection to the public grid, namely wind farms, mini-hydro plants, cogeneration plants, geothermal plants, etc;*
- *To apply the specific informatics tools (either commercial or specifically developed for the subject).*

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

*A avaliação é feita por projeto final, nos termos do estipulado no ponto 2.1.5 das normas de avaliação de conhecimentos (ordem de serviço n.º 07/CD/2002, de 30 de Dezembro), com o júri constituído por, pelo menos, dois docentes, sendo um deles o responsável da disciplina.*

*Tem aprovação na disciplina o aluno que obtenha na classificação atribuída pelo júri, o mínimo de dez valores numa escala de zero a vinte.*

#### **9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Evaluation is achieved by the elaboration of a final project, as per paragraph 2.1.5 of “The Skill Evaluation Procedures” (internal decree nr. 07/CD/2002, dated 30 December). The jury will be composed by at least two professors one of them the head of discipline.*

*The student is successful, if he reaches ten points in a scale of zero to twenty.*

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

*Elaboração pelos alunos de um projeto final contemplando aplicações reais dos conteúdos da unidade curricular através da execução de documentos com uma forte ligação aos procedimentos exigidos na vida profissional.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Prepared by students of a final project contemplating real applications of the content of the course through the execution of documents with a strong connection to the procedures required in the professional activities.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Principal:*

- *Fernando Loureiro, Elementos de apoio à unidade curricular (Grupo Disciplinar de Instalações Eléctricas – IPI), ISEL, 2012*
- *ABB, Switchgear Manual 11th edition, Germany, 2006*
- *John D. McDonald, Electric Power Substations Engineering, CRC Press, UK, 2007*
- *C. Avril, Construction des Lignes Aériennes à Haute Tension, Ed. Eyrolles, France, 1979*
- *Regulamentação e Normalização de Linhas Eléctricas e de Subestações, vários anos*
- *Ismail Kasikci, Short Circuits in Power Systems – A practical guide to IEC 60909, Wiley VCH, Germany, 2002*

*Complementar:*

- *John Twidell & Tony Weir, Renewable Energy Resources, Tayler & Francis, 2007*
- *Gunter G. Seip, Electrical Installations Handbook, MCD Verlag, Germany, 2000*
- *James H. Harlow, Electric Power Transformer Engineering, CRC Press, UK, 2004*
- *DGEG, Guia Técnico de Produção Independente editado pela DGEG*
- *Fernando Loureiro, Coletânea de documentos base para projectos de linhas de MT, ISEL, 2006*

**Anexo II - Gestão de Empresas - GEMP**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Gestão de Empresas - GEMP*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Management*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EG*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*opção 3*

**9.4.1.7. Observations:**

*option 3*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Cristina Inês Camus; 45h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Eduardo Adelino Mateus Nunes Eusébio: 22.5h*

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

*1. Compreensão do universo empresarial, na forma organizativa e de gestão com uma cobertura horizontal das matérias nucleares, desde o planeamento estratégico, ao marketing, passando pela análise financeira, gestão de recursos humanos, gestão de operações e gestão de risco.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Study and evaluation of investments inserted in the strategic planning of a company with approach to risk and uncertainty and its management.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução. Definição jurídica. Teorias organizacionais.*

*As Organizações e o Meio Ambiente. Estratégia e estrutura das organizações. As funções da empresa. A Função Estratégica. Formulação da estratégia no tempo. Missão. Objetivos. Análise ao Meio Ambiente. Análise da Empresa. Análise SWOT. Estratégias de Negócio. O Marketing. As atividades de marketing. Os clientes/mercado. O marketing-mix. A Gestão dos Recursos Financeiros. A contabilidade financeira. A contabilidade de custos. O controlo orçamental. Análise financeira de projetos. A gestão de risco. A gestão de recursos humanos. Motivação e liderança. A Gestão das Atividades Produtivas. A previsão da procura. O planeamento da produção. A gestão de stocks.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Study and evaluation of investments inserted in the strategic planning of a company with approach to risk and uncertainty and its management.*

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

*Para a compreensão do universo empresarial, na forma organizativa e de gestão com uma cobertura horizontal das matérias nucleares, desde o planeamento estratégico, ao marketing, passando pela análise financeira, gestão de recursos humanos, gestão de operações e gestão de risco, começamos pelas definições de uma organização e das várias funções que a compõem, começando pela definição da estratégia, aliada ao conceito de marketing, estudo da gestão dos recursos financeiros, e da gestão de risco no desenvolvimento das estratégias e dando também algumas noções de como se organizam os recursos humanos e os processos produtivos.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*We study investment valuation techniques embedded in the strategic planning of companies with special focus on the factors that contribute to the business risk and how to manage this risk.*

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

*A avaliação é composta por um exame teórico (E) com a duração de 2 horas, contribuindo com 50% para a nota final; realização de trabalhos em grupo (TP), contribuindo com 50% para a nota final.*

*A classificação final é dada por  $0,5 \cdot E + 0,5 \cdot TP$*

*A nota da componente prática é válida no caso de avaliação por exame de época especial, aplicando-se de seguida a fórmula da classificação final.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Final exam and group work worth 50% of the final grade each.*

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

*Pretende-se com a elaboração de um exame teórico individual, aferir da interiorização dos principais conceitos.*

*Pretende-se com a elaboração de trabalhos práticos em grupos aleatórios, simular o ambiente organizacional e como um pequeno grupo (3/4 alunos que não estão habituados a trabalhar juntos de preferência) se organiza para atingir determinado objetivo. Como estabelecem a estratégia, necessidade de liderança, gestão dos processos etc.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*With the individual theoretical examination, we intend to gauge the internalization of the main concepts. With the group work, students are expected to apply the knowledge acquired in the evaluation and risk management of investments in the energy area.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Jay Heider and Barry Render , Operations Management, 8th Edition.. Pearson Prentice Hall, 2005*  
*Carl S. Warren, James M. Reeve and Philip E. Fess, Financial and Managerial Accounting 6th Edition. ITP (International Thomson Publishing), 1999.*  
*John R. Wilson, Nigel Corlett, Evaluation of Human Work 3rd Edition, Taylor & Francis Group, 2005.*  
*Philip Kotler , Marketing Management,. Prentice International, Inc., 2000.*  
*Carlos Pinho, Isabel Soares, Finanças - Mercados e Instrumentos, Sílabo, 2008*  
*Isabel Soares, Decisões de Investimento – Análise Financeira de Projectos, Sílabo, 2008*

**Anexo II - Fundamentos de Potência Pulsada - FPP****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Fundamentos de Potência Pulsada - FPP*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Fundamentals of Pulsed Power*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*Semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*opção 3*

**9.4.1.7. Observations:**

*option 3*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Luís Manuel dos Santos Redondo; 45h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Hiren Canacsinh; 22,5h*

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

- Perceber a diferença entre a forma de entregar energia da potência pulsada e as formas tradicionais em corrente contínua ou alternada.*
- Projetar circuitos de geração de impulsos de altas-tensões, baseados em armazenamento de energia em condensadores e em bobinas, com semicondutores de potência*
- Conhecer os requisitos impostos pelas diferentes aplicações aos gerados pulsados, considerando tipos de carga resistivo, capacitivo e indutivo*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

- *Understand the difference between how energy is delivered from pulsed power and other traditional forms in direct or alternating current.*
- *Design high-voltage pulse generation circuits, based on energy storage in capacitors and coils, with power semiconductors*
- *Know the requirements imposed by the different applications on the generated pulsed, considering types of resistive, capacitive and inductive load*

#### 9.4.5. Conteúdos programáticos:

- *História e conceito da ciência e tecnologia da Potência Pulsada.*
- *Caracterização dum circuito de geração de impulsos. Geração de impulsos com base em armazenamento de energia capacitivo e indutivo.*
- *Geração de impulsos com base em conversores dc-dc, transformadores, linhas de transmissão e circuitos multiplicadores de tensão. Gerador de Marx e multiplicador indutivo.*
- *Interruptores baseados em semicondutores para geração de impulsos. Geração de impulsos com larguras de microssegundos e nanossegundos.*
- *Aplicações de Potência Pulsada, requisitos impostos pelas cargas aos geradores de impulsos.*

#### 9.4.5. Syllabus:

- *History and concept of Pulsed Power science and technology.*
- *Characterization of a pulse generation circuit. Generation of pulses based on capacitive and inductive energy storage.*
- *Generation of pulses based on dc-dc converters, transformers, transmission lines and voltage multiplier circuits. Marx's generator and inductive multiplier.*
- *Semiconductor based switches for pulse generation. Generation of pulses with microsecond and nanosecond widths.*
- *Pulsed Power applications, requirements imposed by loads on pulse generators.*

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

*Considerando que as competências principais adquiridas nesta unidade curricular são a capacidade de projetar circuitos para gerar impulsos de alta tensão considerando diferentes tipos de carga, função da aplicação, é necessário estudar a tecnologia, o funcionamento e características das várias técnicas para geração de impulsos de alta tensão bem como as diferentes aplicações industriais nas áreas do ambiente, saúde, alimentação e materiais.*

*Saber distinguir os métodos baseados em armazenamento de energia em condensadores ou bobinas é fundamental.*

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

*In the theoretical classes are taught the programmatic contents, being presented practical cases. In the theoretical-practical classes are carried out application exercises with great intervention of the students. In the laboratory classes are applied the skills acquired with the accomplishment of practical work in group. The evaluation consists in the accomplishment of two individual works, T1 and T2, and their discussion (where each work is worth 25% of the grade and the minimum grade is 10 points), and a final exam, with a mark of 10 or more, which is worth 50% of the note. (Mean final grade =  $T1 * 0.25 + T2 * 0.25 + Exam * 0.5$ )*

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

*Nas aulas teóricas são lecionados os conteúdos programáticos, sendo apresentados casos práticos. Nas aulas teórico-práticas são realizados exercícios de aplicação com grande intervenção dos alunos. Nas aulas de laboratório são aplicadas as competências adquiridas com a realização de trabalhos práticos em grupo.*

*A avaliação consiste na realização de dois trabalhos individuais, T1 e T2, e sua discussão (onde cada trabalho vale 25% da nota e a nota mínima é de 10 valores), e um exame final, com nota igual ou superior a 10 valores, que vale 50% da nota.*

*(Média nota final =  $T1 * 0,25 + T2 * 0,25 + Exame * 0,5$ )*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*<no answer>*

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

*As competências principais adquiridas nesta unidade curricular são a capacidade de projetar circuitos para gerar impulsos de alta tensão considerando diferentes tipos de carga, função da aplicação, é necessário estudar a tecnologia, o funcionamento e características das várias técnicas para geração de impulsos de alta tensão bem como as diferentes aplicações industriais nas áreas do ambiente, saúde,*

*alimentação e materiais.*

*Nas aulas teóricas são apresentadas as características fundamentais, tecnologia e funcionamento dos vários métodos para gerar impulsos de alta tensão, assim com as características dos diferentes tipos de aplicações nas áreas do ambiente, saúde, alimentação e engenharia de materiais.*

*São realizados dois trabalhos, com componente teórica e experimental, um sobre a tecnologia e outro sobre as aplicações. Na execução dos trabalhos é também realizada uma visita de estudo, a uma empresa que trabalha nesta área, para se ver implementações industriais da tecnologias e aplicações. Cada trabalho vale 25% da nota final, com nota mínima de 10 valores cada um.*

*Nas aulas teórico-práticas são propostos aos alunos exercícios de aplicação e técnicas de simulação dos circuitos estudados.*

*As aulas laboratoriais acompanham o programa teórico, permitindo assim ao aluno complementar os conhecimentos adquiridos. São efetuados exercícios, bem como trabalhos de aplicação:*

*1) Gerador de Marx, T1;*

*2) Aplicações de Campos Elétricos Pulsados na alimentação, T2.*

*Na componente laboratorial é avaliado o dimensionamento dos trabalhos apresentado para a realização dos mesmos, os relatórios e discussão dos trabalhos. A avaliação prática tem um peso de 50% e nota mínima de 10 valores.*

*No final existe um exame que vale 50% da nota, a nota final mínima é de 10 valores.*

*Nota Final =  $T1 \times 25\% + T2 \times 25\% + \text{Exame} 50\%$*

#### **9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The main competences acquired in this course unit are the ability to design circuits to generate high voltage pulses considering different types of load, depending on the application, it is necessary to study the technology, the operation and characteristics of the various techniques for generating high voltage pulses well such as the different industrial applications in the areas of environment, health, food and materials. The theoretical classes present the fundamental characteristics, technology and operation of the various methods to generate high voltage pulses, as well as the characteristics of different types of applications in the areas of environment, health, food and materials engineering. Two works are carried out, with theoretical and experimental component, one about the technology and another about the applications. In the execution of the works, a study visit is also carried out, to a company that works in this area, to see industrial implementations of technologies and applications. Each work is worth 25% of the final grade, with a minimum grade of 10 each. In the theoretical-practical classes students are offered exercises in application and simulation techniques of the circuits studied.*

*The laboratory classes accompany the theoretical program, thus allowing the student to complement the knowledge acquired. Exercises are carried out, as well as application works: 1) Generator of Marx, T1; 2) Applications of Electric Fields Pulsed in the feed, T2. In the laboratory component is evaluated the sizing of the works presented for the accomplishment of the same, the reports and discussion of the works. The practical assessment has a weight of 50% and a minimum grade of 10 points. At the end there is an exam that is worth 50% of the grade, the final final grade is 10 points. Final Score =  $T1 \times 25\% + T2 \times 25\% + \text{Exam } 50\%$*

#### **9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*• Solid State Pulsed Power Electronics*

*Luis Redondo, Fernando A. Silva, in Muhammad Rashid et al, editors: Power Electronics Handbook 3ed, 2010, Butterworth-Hinemann Publishing, Elsevier, ISBN # 9780123820365, chapter 26, pp 669-710.*

*• Foundations of Pulsed Power Technology,*

*Jane Lehr, Pralhad Ron*

*ISBN: 978-1-118-62839-3*

*Aug 2017, Wiley-IEEE Press*

## **Anexo II - Automação Industrial - AI**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Automação Industrial - AI*

### **9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Industrial Automation*

### **9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

### **9.4.1.3. Duração:**

*semestre*



**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**9.4.1.5. Horas de contacto:***T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5***9.4.1.6. ECTS:**

6

**9.4.1.7. Observações:***opção 3 (ramo energia)***9.4.1.7. Observations:***option 3 (energy branche)***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Armando José Leitão Cordeiro: 22.5h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Maria da Graça Vieira de Brito Almeida: 22.5h**Mafalda Maria Morais Seixas: 22.5h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Ao concluírem esta unidade curricular os alunos devem ser capazes de:*

- *Conceber sistemas de comando electropneumático;*
- *Utilizar autómatos programáveis no controlo de sistemas contínuos;*
- *Conceber sistemas de comando e controlo automático utilizando autómatos programáveis;*
- *Projetar instalações de automação que incluem sistemas de ar comprimido;*
- *Especificar soluções técnicas e selecionar equipamentos para aplicações;*
- *Dominar a problemática da fiabilidade, do risco e da segurança funcional*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***After completion of this course the students should able to:*

- *Design control systems using Programmable Logic Controllers (PLCs); – Design electropneumatic control systems;*
- *Use PLCs in continuous control systems;*
- *Master the concepts of reliability, risk and functional safety;*
- *Design the overall automation installation;*
- *Specify technical solutions and select commercial equipment for applications*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:***Teórico:*

- *Fundamentos da tecnologia de comando pneumático e electropneumático;*
- *Aprofundamento dos métodos de especificação de sistemas de controlo a eventos discretos: Grafcet (SFC) e Redes de Petri.*
- *Controlo de processos contínuos utilizando funções PID disponíveis em autómatos programáveis.*
- *Projeto de instalações de automação: conceção esquemática; documentação de projeto; especificação de equipamentos;*
- *Fiabilidade de sistemas de automação. Conceito de risco e da sua avaliação. Princípios de segurança funcional segundo a norma IEC 61508.*
- *Aprofundamento de áreas temáticas. Exos.*

*Teórico-Prático:**Elaboração de um projeto de automação por um grupo de 2 ou 3 alunos baseados na resolução de um problema de automação que inclui equipamentos de utilização, produção e armazenamento de ar comprimido.**Programa do Trabalho Laboratorial (L): Elaboração de trabalho prático por um grupo de 2 ou 3 alunos com recurso a equipamentos.***9.4.5. Syllabus:***Theoretical (T):**Specification methods for discrete control systems: Grafcet (SFC) and Petri Nets.**Control functions for continuous processes using PID control and fuzzy in logic controllers.*

*Fundamentals of electropneumatic technology.*

*Project of automation plants.*

*Reliability of automation systems. Risk and risk assessment concepts. Principles of functional safety according to IEC 61508.*

*Theoretic-Practical (TP):*

*Elaboration of an automation project by a group of 2 or 3 students based on the resolution of an automation problem that includes equipment for the use, production, distribution and storage of compressed air. Development of schemes and choice of equipment. Writing a report. Teachers provide support during the development of all phases of the project.*

*Laboratory (L):*

*Elaboration of practical work in the laboratory by a group of 2 or 3 students using compressed air equipment and programmable controllers. Teachers give support during the development of the work.*

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

*Para cumprir com os objetivos propostos esta unidade curricular começa com a introdução de conceitos relacionados com atuadores e válvulas de comando pneumático e electropneumático. Posteriormente são ensinadas técnicas muito utilizadas para o controlo automático dos sistemas pneumáticos e electropneumáticos, nomeadamente os métodos em cascata e sequencial. Revisão de conceitos relacionados com o Grafcet e introdução de alguns conceitos relacionados com as redes de Petri. Conceitos relacionados com a fiabilidade, risco e segurança funcional. Abordam-se esquemas e equações que permitam determinar qual a fiabilidade de arquiteturas simples e complexas com recurso a sistemas redundantes. Conceitos de disponibilidade, indisponibilidade, taxas de falhas e de reparação, tempos de reparação, tempos médios de indisponibilidade, intervalos de inspeção, tempos médios até à falha.*

#### **9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The prior knowledge on the structure and programming of programmable logic controllers, as well as on interfacing with peripheral equipment (sensors and actuators), was acquired in the course of Automation I and Automation II, during the graduation. The present course starts with more advanced methods for the specification of automated systems and also with control functions of increased complexity. The ability to use automated systems for risk reduction is achieved with the Functional Safety subject, in the framework of IEC 61508 standard. This is a type knowledge requiring a sound theoretical investment. The ability to project automation facilities is also developed, being a fundamental engineering competence, well beyond PLC programming.*

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

*•Ensino através do método expositivo, complementado por um conjunto de exercícios na aula e no laboratório;*

*•A Teórica (T) é apresentada ao longo do semestre e sujeita a avaliação individual no final por um exame em cada uma das épocas previstas. O exame final disponível para os alunos diz apenas respeito à parte Teórica e não substitui a frequência e aprovação nas partes TP e L..*

*•A Teórico-Prática (TP) é ensinada em interação com os alunos enquanto eles desenvolvem um pequeno projeto em grupos de 2 ou 3 alunos. O projeto é apresentado no formato de um relatório e é usado para avaliação após discussão oral individual.*

*•A parte de laboratório (L) consiste num trabalho prático. O relatório escrito conta para a correspondente avaliação, após discussão oral individual.*

*•A classificação final resulta da média simples das classificações obtidas em cada uma das três partes:  $F = (T + TP + L) / 3$ . É obrigatório que a classificação de cada parte seja de, pelo menos, 9,5 numa escala de 0-20*

#### **9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The Theoretical part (T) is presented along the semester and individually evaluated at the end by a written test. A final exam is also available for the students but is restricted to the theoretical part. The Theoretic-Practical (TP) part concerning the design of automation installations is taught in interaction with the students while they develop a small project along the semester, in groups of 2 or 3 students. The project itself is used for evaluation after individual oral scrutiny. The Laboratory part (L) consists of 3 practical tests using compressed air devices and programmable logic controllers. The written reports are subject to individual oral scrutiny to achieve the corresponding evaluation. The final grade results from simple average of the grades obtained in each of the three parts:  $F = (T+TP+L)/3$ . It is mandatory that the grade in each part is at least 9,5 in a range of 0-20.*

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

Para cumprir todos os objetivos referidos é utilizada a seguinte metodologia de ensino:

- Exposição dos conteúdos através de projeção de vídeo;
- Explicação detalhada dos esquemas elétricos, electropneumáticos, pneumáticos e respetivas cablagens ligações em quadro branco;
- Síntese da matéria lecionada no início de cada aula;
- Descrição de exemplos práticos com referência a equipamentos elétricos e electropneumáticos existentes no mercado;
- Fornecimento da documentação das aulas aos alunos através da ferramenta Moodle;
- Utilização da ferramenta Moodle como forma de interação com os alunos para esclarecimento de dúvidas;
- Interação com os alunos durante a aula para esclarecimento de dúvidas;
- Fornecimento de fotocópias e de textos de apoio para posterior leitura com o objetivo de cimentar os conhecimentos adquiridos e despertar o interesse dos alunos para a automação.

#### 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The theoretical part is devoted to the development of skills on reliability, risk and functional safety. The theoretic-practical part is devoted to developing the skills of project automation installations, use of advanced programmable logic controllers, equipment specification and selection for applications. The laboratory part contributes, by practical training, primarily for the skills of using programmable logic controllers with pneumatic actuators.*

#### 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Mandado Pérez et al, *Autómatas Programables, Entorno e Aplicaciones*, Thomson, ed. Siemens, 2005.
- Jack, H., *Automating Manufacturing Systems with PLCs*, v. 5.0, 2007, disponível online: <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books/plcs/>
- Caldas-Pinto, J., *Técnicas de Automação, ETEP*, 2004.
- Smith, D., Sympson, K., *Functional Safety: A Straightforward Guide to Applying IEC 61508 and Related Standards*, Butterworth-Heinemann, 2nd. ed, 2004.
- Goble, W., *Safety Instrumented Systems Verification: Practical Probabilistic Calculation*, ISA - Instrumentation, Systems, and Automation Society, 2005.
- Palma, J., Cordeiro, A., *Fiabilidade e Risco em Automação, Folhas de Apoio*, ISEL, 2007.
- Cordeiro, A., Palma, J., *Introdução à Segurança Funcional, Folhas de Apoio*, ISEL, 2007.
- Palma, J., *Aplicações de Automação em Sistemas de Abastecimento de Água, Folhas de Apoio*, ISEL, 1999.
- Novais, J., *Método Sequencial para Automatização Electropneumática*, Ed. Gulbenkian, 1997.

## Anexo II - Aplicações Médicas e Industriais de Física Nuclear - AMIFiN

### 9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Aplicações Médicas e Industriais de Física Nuclear - AMIFiN*

### 9.4.1.1. Title of curricular unit:

*Medical and Industrial Applications of Nuclear Physics*

### 9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

*FIS*

### 9.4.1.3. Duração:

*semestre*

### 9.4.1.4. Horas de trabalho:

*162*

### 9.4.1.5. Horas de contacto:

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

### 9.4.1.6. ECTS:

*6*

### 9.4.1.7. Observações:

*Opção 3*

**9.4.1.7. Observations:***Option 3***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Pedro Miguel Martins Ferreira: 67.5h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***<sem resposta>***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- *Aquisição de conhecimentos básicos de física atómica e nuclear.*
- *Compreensão dos princípios básicos da detecção de radiações, e do funcionamento de detectores de radiação.*
- *Compreensão dos princípios básicos por trás da produção de radiação artificial: radioisótopos, aparelhos de raios-X, aceleradores.*
- *Aplicações médicas nucleares: radioterapia, imagiologia, exames PET e RMN.*
- *Princípios básicos da proteção radiológica. Cálculo de doses em exames e tratamentos médicos usando radiação.*
- *Produção de energia nuclear: reatores nucleares de fissão e de fusão.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To obtain a basic formation in nuclear physics, in particular in what concerns the treatment of radioactivity and its interaction with matter.**Examine situations dealing with nuclear reactions.**To judge their impact on human beings, understanding the effects of radiations, their dosimetry and safety levels.**Recognizing the foundations of energy production in nuclear fission reactors and in thermonuclear fusion reactors***9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Introdução à física nuclear: composição e propriedades dos núcleos; reações nucleares – balanços energéticos e seções eficazes; emissão de radiação – alfa, beta e gama.*
- *Interação da radiação com a matéria: lei de Lambert-Beer;*
- *Princípios básicos da detecção de radiação.*
- *Produção de radiação: geradores de radioisótopos; ciclotrões; reatores nucleares; tubos de raios-X.*
- *Princípios básicos de aceleradores. Radiação de travagem.*
- *Aplicações de radiação em contexto médico: imagiologia por raios-X e PET; RMN; radioterapia e braquiterapia.*
- *Proteção radiológica e conceitos básicos de dosimetria: dose; dose equivalente e efetiva; planificação de proteção radiológica em edifícios.*
- *Cálculo de doses de radiação em contextos clínicos. Simulação de Monte Carlo e determinação de doses por métodos numéricos.*
- *Produção de energia nuclear: fissão nuclear; reatores nucleares moderadores e barras de controlo; resíduos radioativos e seu armazenamento; fusão nuclear e reatores de fusão.*

**9.4.5. Syllabus:***1 - MATTER ELEMENTARY COMPOSITION**2 – PROPERTIES OF ATOMIC NUCLEI: ISOTOPES, MASSES BINDING ENERGIES**3 – RADIOACTIVITY AND ITS EFFECTS IN MATTER AND LIVING BEINGS**4 – NUCLEAR REACTIONS: ENERGY BUDGET AND CROSS SECTIONS; NUCLEAR FISSION**5 – NUCLEAR FISSION REACTORS: FUEL, MODERATORS, ENERGY PRODUCTION, OPERATION; TYPES OF REACTORS, SAFETY, ECONOMICAL EFFICIENCY, DISMANTLING**6 –NUCLEAR FUSION: REACTOR TYPES, CONFINEMENT, LAWSON’S CRITERIUM***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

*O programa segue os critérios utilizados internacionalmente em unidades curriculares semelhantes inseridas em cursos de engenharia. As aulas teóricas são sempre acompanhadas por vários exemplos cuja análise promove a discussão em sala de aula e a mais fácil assimilação da teoria bem como a sua ligação a outras unidades curriculares. A realização dos exercícios propostos nas séries de problemas e aulas laboratoriais permite aos alunos, individualmente ou em grupo, aplicar os conceitos teóricos a uma larga variedade de situações práticas e, assim, ganharem a necessária confiança e destreza para os utilizar corretamente nas mais variadas situações. É deste modo incutido nos alunos que o cálculo é um ingrediente essencial da física e que a capacidade de obter resultados numéricos que podem ser*

*verificados pela observação experimental é a base do enorme sucesso das ciências e tecnologias modernas.*

#### **9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*A basic formation in Nuclear Physics is necessary for a deeper understanding of nuclear energy production – since the students of this UC do not have it, the first part of the course will provide them with the basic knowledge to allow them to understand: the calculation of the energy released on a nuclear reaction; the very definition of nuclear reaction; the concept of cross section, crucial to fully understand nuclear fission reactions. Once these basic concepts are fully grasped, the students will be ready to understand the functioning of commercial reactors operating right now and analyze them in detail. Simultaneously, the subjects taught will be used to understand the medical applications of radiation, with special emphasis in treatments and diagnoses, and radiological protection.*

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

*Leccionação de aulas teóricas (T) e aulas teórico-práticas (TP). As aulas T seguem o método expositivo, sempre acompanhadas de exemplos práticos e usando extensamente o quadro. As aulas TP compreendem aulas de resolução de problemas e aulas de laboratório de frequência obrigatória (3 aulas). As aulas de laboratório têm como objetivos: reproduzir experiência e interpretar criticamente os resultados, confrontando-os com a teoria de modo a tirar conclusões robustas; e incluirão a aprendizagem de programas de simulação numérica de interação de radiação com a matéria (PENLOPE) para observação de propriedades de fontes de radiação e cálculo de doses. Avaliação: 2 testes, em avaliação contínua, ou exame final (T), e componente prática de laboratório com a realização de 3 aulas laboratoriais (L). A nota de cada um dos trabalhos de laboratório (ou testes) deverá ser maior ou igual a 8,0 valores, e a média maior ou igual a 9,5 valores. Nota final: 70% T + 30% L*

#### **9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The relevant theory is complemented with a series of exercises, and during the course practical examples of the subjects taught are discussed, with an emphasis on technological applications. To obtain a passing grade the student must have a final classification above or equal to ten: by undertaking two tests during the term, the classification of which should be larger or equal to 8, the final theory classification being their average; or by undertaking a final exam, on the first or second dates reserved for them. In parallel, the visit to a laboratory of nuclear physics will lead to the elaboration of a report on the experiments performed; and the use of a Monte Carlo simulation code will allow the students to make a computational work applying the concepts they have learned in clinical situations, as well as on aspects of radiological protection matters. Final classification: 70% of the theory classification and 30% of the practical classification.*

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

*A realização de um número elevado de exercícios permite aos alunos testar e consolidar a aquisição dos conhecimentos teóricos. A exposição frequente de exemplos práticos permite a ligação ao mundo real e às outras unidades curriculares do curso. Pretende-se igualmente, deste modo, fomentar a interação com os alunos e aumentar o seu grau de motivação e fomentar a interação com os alunos e aumentar o seu grau de motivação*

#### **9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The formation on nuclear physics allows the students to get a good grasp of the basics of the nuclear fission and an understanding, in qualitative and quantitative terms, the functioning, and differences, of current nuclear reactors. The concepts taught allow the students to understand, and reproduce with calculations, the amount of energy and nuclear residue produced in a nuclear reactor, as well as to simulate with computer codes simple situations of practical interest.*

#### **9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

1. K.S. Krane, "Introductory Nuclear Physics", John Wiley & Sons, 1988.
2. E.B. Podgoršak, "Radiation Physics for Medical Physicists", Springer Verlag, 2006.
3. J.R. Greening, "Fundamentals of Radiation Dosimetry", Taylor and Francis, 1985.
4. F. Salvat, J.M. Fernández-Varea and J. Sempau, "PENLOPE-2011: A Code System for Monte Carlo Simulation of Electron and Photon Transport", OECD NEA Data Bank/NSC DOC(2011)/5.
5. D. Bodansky, "Nuclear Energy: Principles, Practices, and Prospects", Springer-Verlag New York Inc., 2004.
6. E. Lewis, "Fundamentals of Nuclear Reactor Physics", Academica Press, 2008

## **Anexo II - Aquisição e Processamento de Sinais - APS**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Aquisição e Processamento de Sinais - APS***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Data Acquisition and Signal Processing***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EE***9.4.1.3. Duração:***semestre***9.4.1.4. Horas de trabalho:***162***9.4.1.5. Horas de contacto:***T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***opção 2***9.4.1.7. Observations:***option 2***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Vasco Emanuel Anjos Soares: 22.5h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Nuno Paulo Real da Veiga Cardoso: 22.5h**Nelson Filipe Pereira dos Santos: 22.5h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende se dotar os alunos com conhecimentos que permitam a análise e implementação de sistemas contínuos e discretos na aquisição e transmissão de sinal para efeitos de medição, tratamento e controlo***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***The aim is to enable the student to develop skills on the analysis and implementation of signal acquisition and data transmission systems for measurement, processing and control purposes.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***–Introdução. Cadeia de Aquisição e Processamento de Sinal.**–Perturbações. Fontes. Acoplamentos. Espectros. Modo Comum e Diferencial/Série. Acoplamentos.**–Condicionamento de Sinais Analógicos e Digitais.**–Amplificadores. Referência de Tensão de um Sinal. Resposta em Frequência e Resposta Temporal.**–Multiplexadores.**– Sinais Contínuos e Discretos. Fundamentos de Digitalização. Tecnologia dos Circuitos Digitais.**– Amostragem e Retenção**– Conversão D/A e A/D. Conversão A/D Bipolar. Ruído de Quantificação e Relação Sinal Ruído.**– Modelização de Sistemas, Conversores e Controladores. Equivalência entre Sistemas Contínuos**Amostrados e Sistemas Discretos. Métodos de Integração Rectangular Regressiva, Progressiva e**Trapezoidal. Método de Tustin e Transformação Bilinear. Modelos dos Conversores D/A e A/D.**Implementação de Controladores Lineares e Filtros Analógicos em Plataformas de Processamento Digital de Sinal.**– Organização da Cadeia de Aquisição. Aquisição de Sinal em Microcomputador.***9.4.5. Syllabus:**

**Theoretical program:**

*Chapter 1– Signal/Data Acquisition Systems Overview. Chapter 2 – Noise Signal Sources and Noisy Environments. Chapter 3– Analogue and Digital Signal Conditioning. Chapter 4 – Amplifiers. Chapter 5 – Unipolar and Bipolar Analogue Multiplexers. Chapter 6– Continuous and Discrete Signals. Chapter 7 – Sampling and Hold. Chapter 8 – Digital to Analog and Analog to Digital Converters. Chapter 9 – Systems, Converters and Controllers Modeling. Chapter 10 – Signal Acquisition System Organization. Chapter 11 – Signal/Data Acquisition with Microcomputers. External and Internal Interfaces.*

**Practical:**

*TP0 – Introduction to Signal Acquisition Systems – Analog and Digital Signal Acquisition and Generation  
TP1 – Conditioning System and Acquisition on LabVIEW for a Resistance Temperature Detector  
TP2 - Conditioning System and Acquisition on LabVIEW for a Load Cell  
TP3 - Conditioning System and Acquisition on LabVIEW for Mains Voltage and Current Measurement and Harmonic Analysis.*

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

*O conteúdo programático apresenta uma estrutura, diversidade de conceitos e profundidade no estudo dos temas capaz de conferir as capacidades necessárias à análise e implementação de sistemas de aquisição de sinal em Instrumentação.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The theoretical program with respect to organization, fundamental concepts and analysis enables to achieve the necessary skills for the implementation of acquisition systems on Instrumentation area.*

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

- 1. A nota final, NF, é a média aritmética das classificações obtidas nas partes teórica, T, e prática, P:  $NF = (T+P)/2 \geq 10$*
- 2. A nota teórica, T, é a nota obtida no teste final, no exame de época normal ou no exame de época de recurso, devendo ser igual ou superior a 10 (dez) valores para que o aluno possa ter aprovação na unidade curricular.*
- 3. A nota prática, P, é a média ponderada da classificação atribuída aos relatórios, R, e da informação pessoal, I, fornecida pelo docente da parte prática:  $P = (2R+I)/3 \geq 10$*
- 4. A classificação atribuída aos relatórios, R, é estabelecida pela análise dos relatórios entregues pelos alunos, complementada pela discussão dos mesmos e efectuada por um júri. É necessária a entrega de, pelo menos, 2/3 dos relatórios dos trabalhos realizados durante o semestre, sendo a classificação atribuída aos relatórios, R, ponderada pela relação entre o número de relatórios entregue e o número total de trabalhos propostos no semestre*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The unit final grade, FG, is the arithmetical mean of the grades obtained in the summative theoretical evaluation, T, and summative practical evaluation, P:  $FG = (T+P)/2 \geq 10$*   
*The theoretical grade, T, is obtained in the final test or in one of the final exams (normal or complementary period). This grade must be equal or greater than 10, in a 20 point grading scale, in order to obtain approval at the curricular unit.*  
*The practical grade, P, is the weighted mean of the grade assigned to the practical reports, R, and the formative evaluation, I, assigned by the laboratory class teacher:  $P = (2R+I)/3 \geq 10$*   
*The grade assigned to the practical reports, R, is established from the student's reports analysis complemented with the reports discussion by a two teacher's jury. It's necessary to deliver at least two thirds of practical experiments reports. The grade assigned to the practical reports, R, is weighted by the ratio between the number of delivered reports and the number of practical reports.*

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

*As metodologias de ensino promovem o desenvolvimento de capacidades teórico-práticas com vista à análise e implementação de sistemas de aquisição de sinal em Instrumentação.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodologies promote the development of theoretical and practical skills aiming the implementation of acquisition systems on Instrumentation area.*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Aquisição e Processamento de Sinais; Vasco Soares; ISEL ADEEEA, Fevereiro, 2018.  
(Complementar:  
Les Capteurs en Instrumentation Industrielle; Georges Asch et al; Dunod, 1998;  
Sensores y Acondicionadores de Señal; Ramón Pallás Areny; Marcombo, 2003;*

*Adquisición y Distribución de Señales; Ramón Pallás Areny; Marcombo, 1993;*  
*Measurement Systems – Application and Design; Ernest O. Doebelin; McGRAW HILL, 1990;*  
*Theory and Application of Digital Signal Processing; Lawrence R. Rabiner, Bernard Gold; Prentice Hall, 1975;*  
*Digital Signal Processing; Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer; Prentice Hall, 1975;*  
*Digital Signal Processing; Steven W. Smith; Newnes, 2003;*  
*Digital Control of Dynamic Systems; Gene F. Franklin, J. David Powell, Michael Workman; Addison Wesley, 1998*  
*National Instruments; LabVIEW)*

## **Anexo II - Análise de Sinais Discretos - ASD**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Análise de Sinais Discretos - ASD*

### **9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Discrete Signal Processing*

### **9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

### **9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

### **9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

### **9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

### **9.4.1.6. ECTS:**

*6*

### **9.4.1.7. Observações:**

*opção 1*

### **9.4.1.7. Observations:**

*option 1*

### **9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Fernando Manuel Fernandes Melício: 22.5h*

### **9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Fernando Joaquim Ganhão Pereira: 45h*

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

*Ao concluírem esta unidade curricular os alunos devem ser capazes de:*

- Entender os principais conceitos e as ferramentas fundamentais para o processamento de sinais discretos.*
- Interpretar a representação na frequência de sinais discretos.*
- Desenhar filtros digitais.*

### **9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*After concluding with success this unit, students should be able to deal with the following:*

- To understand the main concepts and the fundamental tools in discrete signal processing.*
- To understand and analyse a representation of discrete signal in frequency.*
- To design digital filters.*

### **9.4.5. Conteúdos programáticos:**



- *Introdução a sinais e sistemas discretos*
- *Transformada Z*
- *Transformada Discreta de Fourier*
- *Representação de estruturas de sistemas discretos*
- *Transformada rápida de Fourier (FFT)*
- *Filtragem digital*

#### 9.4.5. Syllabus:

- *Introduction to discrete time signals and systems*
- *z Transform*
- *Discret Fourier Transform*
- *Structures for Discrete Systems*
- *FFT Fast Fourier Transform*
- *Filter Design Techniques*
- *Fourier Analysis of Signals using the Discrete Fourier Transform*

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

*Esta unidade curricular começa com a introdução de sinais e sistemas discretos. Apresenta-se de seguida a relação entre sinais analógicos e sinais discretos através do Teorema de Nyquist. Em seguida estudam-se as transformações para sinais discretos, a transformada Z e a transformada discreta de Fourier. Devido à sua utilização é apresentado com detalhe o algoritmo da FFT. Por fim são estudadas várias formas de filtros digitais bem como a sua representação esquemática*

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

*The content of this unit starts with an introduction to the notion of a discrete signal. It follows the relationship between an analogue and a discrete signal through the Nyquist Theorem. z Transform is studied next and after that it is introduced the definition of Discrete Fourier Transform. Due to its importance it is studied with some detail the Fast Fourier Transform algorithm. Digital filter techniques are also addressed with some examples*

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

*A parte Teórica (T) é apresentada ao longo do semestre e sujeita a avaliação individual por um Exame escrito. O exame diz apenas respeito à parte Teórica e não substitui a frequência e aprovação na parte Laboratorial.*

*A parte de laboratório (L) consiste em trabalhos práticos com a utilização do software MatLab.*

*A classificação final resulta da média das classificações obtidas através de  $F = 0,7 * T + 0,3 * L$ . É obrigatório a classificação de cada parte seja de, pelo menos, 9,5 numa escala de 0 - 20.*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The theoretical part is introduced during the semester and there is an individual evaluation by a written exam. There is also a laboratory component which a student must accomplish with success.*

*The laboratorial work consists in a series of practical exercises in Matlab.*

*The final mark is obtained by the following formula:  $F = 0.7 * T + 0.3 * L$ . It is mandatory that the value for each part will be no less than 9.5 in a scale 0 – 20*

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

*A parte teórica é dedicada ao desenvolvimento das competências no âmbito de conceitos teóricos fundamentais da análise de sinais e sistemas discretos.*

*As partes teórico-prática e prática são dedicadas ao desenvolvimento das competências de resolução de exemplos reais.*

#### 9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The theoretical component is mainly dedicated to the development of skills in the theoretical concepts that are key points in the analysis and processing of discrete signals.*

*The laboratory part are used mainly to develop skills in solving real practical exercises.*

#### 9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Oppenheim, Alan V., and Ronald W. Schaffer. *Digital Signal Processing*. Prentice Hall, 1999.
- Oppenheim, Alan V., and A. S. Willsky. *Signals and Systems*. Prentice Hall, 2014.

**Anexo II - Conversores Eletrónicos em Acionamentos - CEA****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Conversores Eletrónicos em Acionamentos - CEA*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Power Converters and Electrical Drives*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Paulo José Duarte Landeiro Gambôa: 22.5h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Miguel Cabral Ferreira Chaves: 22.5h*

*Elmano da Fonseca Margato: 22.5h*

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

- *Dotar os alunos com conhecimentos sobre sistemas de velocidade variável utilizando máquinas eléctricas controladas por variadores electrónicos;*
- *Saber selecionar e utilizar conversores estáticos de potência para fazer a alimentação de diferentes tipos de máquinas eléctricas;*
- *Saber selecionar e utilizar conversores estáticos de potência avançados, do tipo multinível e matriciais, para fazer a alimentação de diferentes tipos de máquinas eléctricas;*
- *Saber projetar e dimensionar os respectivos sistemas de controlo, para de forma integrada, realizar acionamentos eletromecânicos;*
- *Saber implementar sistemas de controlo avançados com recuso a controladores digitais de sinal.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

- *This course aims to equip students with knowledge on systems using variable speed electrical machines controlled by power inverters;*
- *Knowing select and use static power converters to power different types of electrical machines and namely project the respective control systems, so in integrated form, performing electromechanical actuators;*
- *Learn to implement advanced control systems with digital controllers refuse to signal;*
- *Learn to design and scale and electromechanical actuators and their control.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Modelação do comportamento estacionário e dinâmico de diversos tipos de sistemas mecânicos;*

*Seleção de órgãos mecânicos industriais: redutores, ligações e freios;*

*Classificação, caracterização e modelação de diferentes tipos de conversores estáticos de potência;*

*Técnicas de regulação de binário, velocidade e posição com utilização de máquinas de corrente contínua,*

*assíncronas e síncronas.*

*Problemas típicos de controlo univariável em acionamentos eletromecânicos;*

*Controlo de acionamentos com máquinas de corrente contínua, assíncronas e síncronas.*

*Trabalhos Práticos:*

*As aulas práticas decorrem em laboratório e possuem dois tipos de trabalhos: a) integração de componentes, montagem e ensaio de um acionamento eletromecânico, b) utilização e colocação em serviço de variadores de velocidade industriais. Em a) os alunos fazem a integração das componentes de potência e em b) os alunos estudam, colocam em serviço e ensaiam um acionamento que incorpore um variador de velocidade industrial.*

#### 9.4.5. Syllabus:

- *Modelling of stationary and dynamic behavior of mechanical systems (reducing couplings and brakes);*
- *Classification, characterization and modeling of different static power converters;*
- *Techniques for regulating the torque, speed and position using machines with DC, synchronous and asynchronous;*
- *Typical problems in control actuators;*
- *Control drives with DC machines, synchronous and asynchronous.*

*Laboratory work:*

- *Drives with Direct Current Machines - Speed Control (with digital signal controller);*
- *Asynchronous Three-Phase Drives with machines - Change of Command for Voltage and Frequency (V/f) for guidance and control field (with digital signal controller);*
- *Field orientation control for a permanent magnet synchronous motor for industrial inverter;*
- *Scalar control (V / f) for field orientation and torque (DTC) of an asynchronous motor for industrial inverter.*

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

- *Utilização de programas de simulação numérica (Matlab/Simulink), com os respectivos modelos matemáticos, para reproduzir os principais tipos de acionamentos;*
- *Realização em laboratório de ensaios com acionamentos;*
- *Apresentação e discussão com os alunos de casos práticos.*

#### 9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

- *Using numerical simulation programs (Matlab/Simulink) with their mathematical models to reproduce the main types of electric drives;*
- *Conducting laboratory tests on electric drives;*
- *Presentation and discussion with students in practical cases.*

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

- *Aulas teóricas ministradas com recurso a acetatos em powerpoint, simulações numéricas e apresentação de artigos científicos;*
- *Aulas teórico/práticas de resolução de problemas, interpretação dos resultados e discussão de soluções;*
- *Aulas práticas em laboratório de informática com recurso ao software Matlab/Simulink para modelização e simulação de casos concretos. Ensaios de demonstração em laboratório;*
- *Avaliação dos trabalhos laboratoriais, com apresentação de relatórios e respectiva discussão individual, com a nota individual mínima de cada trabalho de oito (8) valores e a média dos trabalhos, no mínimo, nove vírgula cinco valores (9,5) (P);*
- *Teste Final durante o período de aulas, com a nota mínima de nove vírgula cinco valores (9,5) (T);*
- *Exames (Época Normal, Época de Recurso e Época Especial), com a nota mínima de nove vírgula cinco valores (9,5) (T);*
- *A classificação final é dada por:  $2/3 \times T + 1/3 \times P$*

#### 9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

- *The theoretical and Theoretical/Practical grade, T, is obtained with the correction of problems and research works. This grade must be equal or greater than 9,5 (nine point five values), in a 20 point grading scale, in order to obtain approval at the curricular unit;*
- *The practical grade, P, is the assigned to the practical reports, and the formative evaluation, assigned by the laboratory class teacher. This grade must be equal or greater than 9,5 (nine point five values), in a 20 point grading scale, in order to obtain approval at the curricular unit;*
- *The unit final grade, FG, is given by  $2/3 T + 1/3 P$*

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

- *Em aulas teórico/Prática resolução matemática de problemas. Discussão em turma dos resultados obtidos e sua interpretação;*
- *As aulas práticas com recurso ao software Matlab/Simulink permitem a simulação dos principais tipos de*

*acionamentos;*

- *Em laboratório contacto com equipamento e ensaios de acionamentos.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

- *In classes Theoretical/Practical resolution of mathematical problems. Class discussion of the results and their interpretation.*
- *The practical classes using the software Matlab/Simulink allow the simulation of the main types of drives.*
- *In contact with laboratory equipment and test drives*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

- *João Palma, “Accionamentos Electromecânicos de Velocidade Variável”, Fundação Calouste Gulbenkian, ISBN 972-31-0839-9, 1999.*
- *Elmano Margato, Miguel Chaves, Paulo Gambôa, “Guias dos Trabalhos Laboratoriais”.*
- *Miguel Chaves, Paulo Gambôa, “Accionamentos Electromecânicos de Velocidade Variável”, Textos de apoio.*
- *Werner Leonhard, “Control of Electrical Drives”, Springer, ISBN 978-3-540-41820-7, 2001.*
- *Bimal K. Bose, “Modern Power Electronics and Drives”, Prentice Hall, ISBN 978-0130167439, 2001.*
- *Paul Krause, Oleg Wasynczuk, Scott Sudhoff, Steven Pekarek, “Analysis of Electric Machinery and Drive Systems”, ISBN:9781118024294, 2013.*
- *Hakan Gurocak, “Industrial Motion Control: Motor Selection, Drives, Controller Tuning, Applications”, ISBN: 978-1-118-35081-2, 2015.*
- *Muhammad H. Rashid, “Power Electronics Handbook (Fourth Edition)”, Elsevier Inc., ISBN: 978-0-12-811407-0, 2018.*

**Anexo II - Controlo Inteligente - CI**

**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Controlo Inteligente - CI*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Intelligent Control*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*opção 1*

**9.4.1.7. Observations:**

*option 1*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Carla Solange Pires Correia Viveiros: 45h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Luís José Lamy Rocha da Encarnação: 22,5h*

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

- *Estudar técnicas de controlo inteligente, nas suas componentes teórica e laboratorial;*
- *Compreender conceitos referentes à identificação de sistemas dinâmicos lineares;*
- *Estudar técnicas de controlo adaptativo e desenvolver um projeto de controladores adaptativos por colocação de polos;*
- *Estudar as redes neuronais artificiais como aproximadores de dinâmicas não lineares e desenvolver uma arquitetura de controlo neuronal;*
- *Estudar a lógica difusa como aproximador de dinâmica não linear e desenvolver um projeto de controladores difusos.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

- *Study techniques of intelligent control, in its theoretical and laboratory components;*
- *Understand concepts regarding the identification of linear dynamic systems;*
- *Study adaptive control techniques and develop a project of adaptive controllers by pole placement;*
- *Study artificial neural networks as approximation of non-linear dynamics and develop a neuronal control architecture;*
- *Study fuzzy logic as an approximation of nonlinear dynamics and develop a fuzzy controller design.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*O conteúdo programático assenta nos seguintes tópicos:*

*Identificação de Sistemas Dinâmicos Lineares: Descrição do problema; Etapas do processo de identificação; Modelos lineares invariantes no Tempo; Estimação de parâmetros: método dos mínimos quadráticos; Validação de modelos; Método dos mínimos quadráticos recursivos.*

*Controlo Adaptativo: Alguns modelos funcionais; Projeto por colocação de polos.*

*Redes Neuronais Artificiais: O neurónio como elemento base; Funções de ativação; Redes neuronais proactivas multicamada; Propriedades de aproximação; Treino supervisionado em redes multicamada; Generalização e validação; Arquiteturas de controlo neuronal.*

*Técnicas de Controlo Difuso: Fundamentos dos sistemas difusos; Difusificação de variáveis temporais; Inferência com variáveis linguísticas; Desdifusificação de variáveis linguísticas; Projecto de controladores difusos.*

**9.4.5. Syllabus:**

*The program content is based on the following topics:*

*Identification of Linear Dynamic Systems: Description of the problem; Stages of the identification process; Linear models invariant in Time; Parameter estimation: least squares method; Validation of models; Recursive quadratic least squares method.*

*Adaptive Control: Some functional models; Design by pole placement.*

*Artificial Neural Networks: The neuron as a base element; Activation functions; Multi-layered proactive neural networks; Approximation properties; Supervised training in multilayer networks; Generalization and validation; Neural control architectures.*

*Fuzzy Logic Control Techniques: Fundamentals of fuzzy systems; Diffusification of temporal variables; Inference with linguistic variables; Diffusion of linguistic variables; Project of fuzzy controllers*

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

*Os conteúdos programáticos visam a aquisição de competências por parte dos alunos nos seguintes domínios:*

- *Identificação de sistemas dinâmicos lineares;*
- *Desenvolvimento e aplicação de controladores por colocação de polos;*
- *Estudo de técnicas aproximadoras de dinâmicas não lineares;*
- *Desenvolvimento e aplicação de controladores neuronais;*
- *Desenvolvimento e aplicação de controladores difusos.*

*Neste sentido os objetivos da unidade curricular sintetizam de forma clara as competências a adquirir pelos alunos, as quais estão em concordância com os conteúdos programáticos apresentados.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

- *Identification of linear dynamic systems;*
- *Development and application of controllers by pole placement;*

- *Study of approximation techniques of non-linear dynamics;*
- *Development and application of neural controllers;*
- *Development and application of fuzzy controllers.*

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

*Na teórica os fundamentos teóricos do programa são abordados de forma bidirecional entre docente e discente. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é colocada em prática através da resolução matemática de problemas em ambiente de simulação e posterior validação. Na componente laboratorial são apresentados os objetivos e as competências a adquirir pelos alunos em cada trabalho num horizonte temporal pré-definido para cumprimento desses objetivos.*

*A avaliação de conhecimentos é constituída por teórica e prática. A avaliação da teórica é realizada através de exame final e a prática através da apresentação e discussão de 3 trabalhos laboratoriais. A teórica vale 60% e a laboratorial 40%, na classificação final da UC, sendo que, em cada um dos trabalhos práticos, a classificação não pode ser inferior a 8,0 valores e, na média dos trabalhos propostos, a classificação não pode ser inferior a 10,0 valores (prática). No exame, a classificação não pode ser inferior a 10 valores (teórica);*

#### **9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The teaching reflects the aspects: theoretical, theoretical-practical and laboratory.*

*In the theoretical component the theoretical foundations of the program are approached in a bidirectional way between teacher and student. The evaluation of the theoretical component is done through a final exam and the practical component through the presentation and discussion of 3 laboratory works. These two components are pedagogically essential for approval. The theoretical component has a weight of 60% and the laboratory component a weight of 40%, in the final classification of the UC, and in each of the practical work, the classification can not be less than 8.0 values and, the final classification can not be less than 10,0 values (practical component). In the exam, the classification can not be less than 10 values (theoretical component);*

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

*A metodologia adotada para as aulas laboratoriais contribui para consolidação e construção do conhecimento uma vez que os alunos definem o processo, metodologia e aplicam os conhecimentos teóricos, contribuindo para a sinergia entre as aulas das componentes teóricas, teórico-práticas e laboratoriais.*

#### **9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The methodology adopted for the laboratory classes contributes to the consolidation and construction of knowledge since the students define the process, methodology and apply the theoretical knowledge, contributing to the synergy between the classes of the theoretical components, theoretical-practical and laboratory.*

#### **9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

- *System Identification, Lennart Ljung, 1987.*
- *System Identification and Control Design, I. Landau, 1990*
- *Digital Control of Dynamic Systems, G. Franklin, J. Powell, M. Workman, 1998*
- *Adaptive Control Systems, R. Isermann, K. H. Lachmann and D. Matko, 1992*
- *Feedback Control of Dynamic Systems, G. Franklin, J. Powell, A. Naeini, 2006*
- *Neural Network Design, M. Hagan, 1996*
- *Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Jang, Sun e Mizutani, 1995*
- *Fuzzy Control and Identification, John H. Lilly, 2010.*
- *Fuzzy Control and Modeling, H. Ying, 2000.*
- *Fuzzy and Neural Approaches in Engineering, J. Hines, 1997*

## **Anexo II - Conceção de Instalações Elétricas - CIE**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Conceção de Instalações Elétricas - CIE*

### **9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Conception of Electrical Installations*

### **9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.6. ECTS:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.7. Observações:**

*opção 3 (ramo automação e Electrónica industrial)*

**9.4.1.7. Observations:**

*option 3 (Automation and Industrial Electronics branche)*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Constantino Vital Sopa Soares: 45h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Filipe André Sousa Figueira Barata: 22.5h*

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

*Pretende-se que o aluno seja capaz de conceber as instalações eléctricas de projectos industriais*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The student will conceive the electrical installations of industrial projects.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*-Protecção de pessoas na distribuição de energia: Riscos na utilização da electricidade. Efeitos da corrente eléctrica no corpo humano. Curvas de segurança. Esquemas de ligações à terra TN, TT e IT. Eléctrodos de terra.*

*-Protecção contra as descargas atmosféricas: Formação e estatística das descargas. Análise do risco de danos. Medidas de protecção contra as descargas atmosféricas directas e indirectas. Medidas de protecção contra as sobretensões transitórias.*

*-Instalações eléctricas de baixa tensão, em esquemas TN e IT: Avaliação das potências e localização das cargas. Estrutura de distribuição de energia. Redes de distribuição. Dimensionamento dos circuitos de distribuição e respectivos traçados. Dimensionamento e definição das condições-limite dos circuitos finais. Esquemas dos quadros. Fontes de segurança e de socorro (geradores e UPS).*

*-Postos eléctricos (seccionamento e transformação). Constituição e tipos de postos eléctricos. Dimensionamento dos equipamentos e avançamentos.*

**9.4.5. Syllabus:**

*- Protection of Persons in Electrical Distribution Systems: Risk of electric shocks in electrical applications. Physiological effects of electric current in human body. Safety curves. TT, TN and IT systems. Earth electrodes.*

*- Lightning protection: Lightning discharge origin and statistical analyse. Damage risk analyse. Protection measures against direct and indirect lightning discharges. Protection measures against transient overvoltages.*

*- Low voltage electrical installations – systems TN and IT: Power balance evaluation. Structure of electrical distribution networks. Distribution circuits sizing and physical implantation. Terminal circuits sizing and definition of the extreme conditions of dimensioning. Single line diagrams. Emergency and security energy sources (generator sets and UPS).*

*- Secondary Substations (switching and transformation installations): Types and electrical components. Dimensioning of equipment. Power and control diagrams and electrical and mechanical interlocks.*

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

*Com aproveitamento na unidade curricular o aluno está apto a:*

- *Conceber instalações eléctricas de unidades industriais, alimentadas em média tensão, integrando no projecto final das instalações eléctricas (incluindo fontes de segurança e de socorro), as protecções contra descargas atmosféricas directas e indirectas, apoiadas em modelos tridimensionais suportados em computador;*
- *Analisar e interpretar as prescrições regulamentares, normativas e outras aplicáveis;*
- *Utilizar os meios informáticos específicos (comerciais ou desenvolvidos especificamente para o efeito no âmbito da unidade curricular).*

#### **9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The student who gets success in this curricular unit, is able to:*

- *Design electrical installations of industrial projects supplied at high voltage level, including supplies for safety services or standby services and the lightning protection using 3D computer generated models.*
- *Interpretation of legal electrical regulations, national and international standards for material and equipment construction, etc.*
- *Mastery of specific software applicable on electrical design (either commercial or internally developed for specific application in the class).*

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

*A avaliação é feita por projecto final, nos termos do estipulado no ponto 2.1.5 das normas de avaliação de conhecimentos (ordem de serviço n.º 07/CD/2002, de 30 de Dezembro), com o júri constituído por, pelo menos, dois docentes, sendo um deles o responsável da disciplina.*

*Tem aprovação na disciplina o aluno que obtenha na classificação atribuída pelo júri, o mínimo de dez valores numa escala de zero a vinte.*

#### **9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Evaluation is achieved by the elaboration of a final project, as per paragraph 2.1.5 of “The Skill Evaluation Procedures” (internal decree nr. 07/CD/2002, dated 30 December). Jury has to be composed of at least two professors. One of them must be the curricular unit responsible.*

*The student is successful, if he reaches ten points in a scale of zero to twenty*

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

*Elaboração, pelos alunos, de um projecto de instalações eléctricas de uma unidade industrial, alimentada em alta tensão, incluindo fontes de segurança e de substituição e a protecção contra as descargas atmosféricas, usando modelos computacionais a 3D.*

#### **9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Conception and design by students of electrical installations in industrial project supplied at high voltage level, including supplies for safety services or standby services and the lightning protection.*

#### **9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Overvoltage Protection of Low Voltage Systems (Peter Hasse, The Institute of Electrical Engineers, 2000)*

- *Instalações Eléctricas de Baixa Tensão – Projecto, Execução e Exploração (Constantino Soares; DGEG & Certiel; 2006(2009)).*

- *Regulamentação e Normalização de Instalações Eléctricas e de Protecção contra as Descargas Atmosféricas.*

- *Elementos de apoio à disciplina (Grupo Disciplinar de Instalações Eléctricas – CIE; Constantino Soares e José Veiga).*

## **Anexo II - Complementos de Máquinas Eléctricas -- CME**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Complementos de Máquinas Eléctricas -- CME*

### **9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Advance studies on electric machines*

### **9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

### **9.4.1.3. Duração:**



semestre

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

6

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Rita Marcos Fontes Murta Pereira: 22.5h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Pedro Miguel Neves da Fonte: 22.5h*

*Ricardo Jorge Ferreira Luís: 22.5h*

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

*Estudar e modelizar máquinas elétricas em regime dinâmico.*

*Estudar e analisar a transformação física e matemática das máquinas elétricas.*

*Estudar a utilização de observadores nas máquinas elétricas.*

*Analisar o efeito da saturação magnética no comportamento das máquinas elétricas.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*- Modeling and application of the dynamic behavior of electrical machines.*

*- Analysis and application of electric machines mathematical and physical transformations.*

*- Application of observers in electric machines.*

*- Analysis of magnetic saturation effect in electric machines behavior.*

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Estudo da dinâmica de conversores eletromecânicos: Definição da função e variáveis de estado de um sistema conservativo; Lagrangeano conservativo e não conservativos.*

*Energia de um conversor eletromecânico considerando meios lineares e não lineares.*

*Grafos de ligação energética (GLE). Definição do sentido da energia. Causalidade. Metodologias de obtenção das equações da dinâmica. Controlabilidade e observabilidade estrutural de um sistema.*

*Ativação no GLE.*

*Modelos generalizados das máquinas elétricas. Dedução da transformação abc-dqo. Transformação física de uma máquina DC.*

*Máquina primitiva de comutação. Regime permanente e dinâmico. Equações comportamentais da dinâmica da máquina DC. Caracterização de transitórios. Modelo linear e não linear. Análise dos efeitos da saturação magnética.*

*Máquina Síncrona e de indução: Caracterização de transitórios eletromagnéticos, eletromecânicos e de pequena perturbação. Modelo linear e não linear. Saturação magnética.*

**9.4.5. Syllabus:**

*Dynamic equations determination of electric machines: electric machines classic theory vs generalized theory, system state function, state variables of conservative systems, conservative lagrangean, lagrange equation of motion.*

*Bondgraphs: variables definition, system power flow, bondgraph elements, system dynamic equations, causality, controllability, observability, activation.*

*Electric machines generalized models: physical transformation of a salient pole synchronous and DC machine; commutator primitive – Machine model; transformations: abc-dqo, abc – alpha betha 0, dqo-alpha betha 0, complex transformed machined model, time-domain model.*

*Modeling and analysis of the dynamic behavior of DC machines: Equations of motion, Steady-state and dynamic behavior. Electromagnetic and electromechanical transients, small disturbances transients.*

*Magnetic saturation analysis.  
Synchronous machines. Magnetic saturation analysis.  
Induction machines.*

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

*Os conteúdos programáticos visam a aquisição de competências por parte dos alunos nos seguintes domínios:*

- *modelização de conversores eletromecânicos de energia,*
- *modelização e análise do comportamento dinâmico de máquinas elétricas*
- *análise dos modelos generalizados obtidos através da transformação física e matemática*
- *estudo do efeito da saturação magnéticas na modelização das máquinas elétricas*
- *análise do comportamento das máquinas elétricas com recurso a observadores.*

*Neste sentido os objetivos da unidade curricular sintetizam de forma clara as competências a adquirir pelos alunos, as quais estão em concordância com os conteúdos programáticos apresentados.*

#### **9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*These programmatic contents aim students 'competence acquirement on following domains:*

- *electromechanical energy conversion modeling*
- *electrical machines dynamic behavior modeling and analysis*
- *General machines models based on mathematical and physical transformation analysis*
- *Study of magnetic saturation effect in electric machines modeling*

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

*O ensino reflete as vertentes: teórica, teórico-prática e laboratorial.*

*Na componente teórica os fundamentos teóricos do programa são abordados de forma bidirecional entre docente e discente são utilizados problemas (e sempre que possível, casos reais) para contextualizar os conteúdos programáticos apresentados.*

*A aplicação dos conhecimentos adquiridos é colocada em prática através da resolução matemática de problemas e da implementação e análise laboratorial. Na resolução de problemas são utilizadas técnicas de aprendizagem ativa.*

*Nas aulas laboratoriais são apresentados os objetivos e as competências a adquirir pelos alunos em cada trabalho num horizonte temporal pré-definido para cumprimento desses objetivos.*

*A avaliação da teórica é realizada através exame final e a prática através da apresentação e discussão de 4 trabalhos laboratoriais. A teórica tem um peso de 60% e a laboratorial um peso de 40%, na classificação final da UC.*

#### **9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures have 3 components: theory, exercises and laboratory. In theory component, the fundamental syllabus theory is discussed in bidirectional way between teacher and students. The knowledge application is put into practice by solving math problems solving and in laboratorial analysis.*

*In laboratory classes the goals and competencies to be acquired by students are presented. Each work has some predefined time scheduling that could be used as guideline for the successful accomplishment of those goals.*

*The assessment of the theoretical component is accomplished through final exam. Laboratorial assessment component is accomplished through presentation and discussion of 4 laboratorial problems. For Students final grade calculus, a weight of 60% of theory component and 40% of laboratory component, are considered. Theory and laboratory components are pedagogically fundamental for students approval.*

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

*Para cumprimentos dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular, o aluno deve estar motivado e conseguir aplicar os conhecimentos teóricos a casos práticos e laboratoriais. Existe um elevado grau de articulação temporal entre as componentes, teórica, teórico-prática e laboratorial, para que o aluno consiga uma articulação adequada e lógica entre o saber e o saber fazer.*

*Uma das formas de demonstração da coerência entre as metodologias de ensino e objetivos de aprendizagem é realizada através motivação (dificilmente mensurável) dos alunos associado ao número de aprovações (facilmente mensurável). Neste sentido os alunos que se submetem a avaliação teórica e que frequentam as aulas teóricas e teórico-práticas têm uma taxa de aprovação de cerca de 72 % (dados de 2014/2015).*

*As metodologias adotadas nas aulas teórico-práticas indiciam um aumento da motivação dos alunos, medido através da frequência dos alunos nestas aulas ao longo do semestre (estatísticas entre 2008 e 2016).*

*A metodologia adotada para as aulas laboratoriais contribui para consolidação e construção do conhecimento uma vez que os alunos definem o processo, metodologia e aplicam os conhecimentos*

*teóricos, contribuindo para a sinergia entre as aulas das componentes teóricas, teórico-práticas e laboratoriais.*

*Os alunos que frequentam as aulas teóricas e teórico-práticas de forma regular são os que se submetem a avaliação teórica.*

*Considera-se que a metodologia de ensino está em linha com o definido pelo processo de Bolonha.*

#### **9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*To accomplish the learning objectives of the course, students should be motivated and able to apply theoretical knowledge into practical and laboratorial problems. There is a high coordination between the theoretical, exercises and laboratorial components. This coordination helps students to achieve a proper and logical articulation between knowledge and know-how.*

*One way of demonstrating the consistency between teaching methodologies and learning objectives are accomplished through student's motivation (hardly measurable) associated with approvals numbers (easily measured). In this sense students who undergo theoretical evaluation and attend all lectures have an approval ratio around 72% (data from 2014/2015).*

*The methodologies used in exercises lectures indicate some increase in students' motivation, accordingly to students' attendance numbers measured along the semester (statistics between 2008 and 2015).*

*The adopted methodology for the laboratory classes contributes to consolidation and construction of knowledge. Students must define and chose the process, methodology and apply theoretical knowledge, contributing to the synergy between exercise and laboratorial lectures.*

*The theory lectures are those which had a lower attendance rate, however this attendance rate is increasing in the last years. The students who attend these classes with some regularity are those who submit into theoretical evaluation. It is considered that teaching methodology is in line with the Bologna process definition.*

#### **9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Boldea, Nasar, Electric Machine Dynamics, Macmillan1986*

*Lyshevski, Electromechanical Systems, Electric Machines and Applied Mechatronics, CRC Press, 2000*

*Krause, Analysis of Electric Machinery, McGraw-Hill, 1987.*

*Fitzgerald, Kingsley, Electric Machines, McGraw-Hill, 2002*

*Retter, Matrix and Space-Phasor Theory of Electrical Machines, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1*

*Amalendu Mukherjee; Ranjit Karmakar, Modelling and Simulation of Engineering Systems Through*

*Bondgraphs, Alpha Science International Ltd, 2000*

*Chee-Mun ONG, Dynamic Simulation of Electrical Machinery Prentice, Hall PTR, 1998*

## **Anexo II - Eletrónica Aplicada - EA**

### **9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Eletrónica Aplicada - EA*

### **9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*<no answer>*

### **9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

### **9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

### **9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

### **9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

### **9.4.1.6. ECTS:**

*6*

### **9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:**

<no answer>

**9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Luís Manuel dos Santos Redondo: 45h*

**9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*Hiren Canacsinh: 22.5h*

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

- *Projetar circuitos de comando e proteção de semicondutores de potência integrados em conversores de potência*
- *Projetar circuitos para geração de sinais de comando de semicondutores de potência integrados em conversores de potência*
- *Projetar semicondutores de potência em série e em paralelo*
- *Projetar conversores de potência e calcular a sua eficiência energética*
- *Determinar a fiabilidade e continuidade de serviço em conversores de potência*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

<no answer>

**9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Dispositivos semicondutores de potência (Díodos PIN, SCR, GTP, IGCT, BJT, MOSFET, IGBT, SIT, SITH, MCT): estrutura, caracterização estática, dinâmica, circuitos de proteção contra sobretensões e sobrecorrentes e ajuda à comutação.*
- *Diferenças da tecnologia de Si com SiC*
- *Dimensionamento de dissipadores.*
- *Associações de SP em série e em paralelo.*
- *Modelação de moduladores (rampa, arco seno, PWM) para geração dos sinais de comando dos semicondutores de potência integrados em conversores de potência. Drivers comerciais.*
- *Projetar os semicondutores de potência para um determinado conversor de potência*
- *Determinar a eficiência elétrica dum conversor considerando os semicondutores de potência*
- *Com base nos diferentes modos de operação dum conversor de potência determinar a redundância de operação, fiabilidade e continuidade de serviço*

**9.4.5. Syllabus:**

<no answer>

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

*Considerando que as competências principais adquiridas nesta unidade curricular são a capacidade de projetar circuitos de comando e proteção de semicondutores de potência, bem como dimensionar semicondutores de potência em conversores de potência e determinar a eficiência energética destes conversores, é necessário estudar a tecnologia, o funcionamento e características dos semicondutores de potência, seu disparo e proteção, bem como a associação em série e paralelo destes. O dimensionamento dos semicondutores de potência usados em conversores de potência assim como o cálculo de eficiência destes sistemas é fundamental.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

<no answer>

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

*Nas aulas teóricas são lecionados os conteúdos programáticos, sendo apresentados casos práticos. Nas aulas teórico-práticas são realizados exercícios de aplicação com grande intervenção dos alunos. Nas aulas de laboratório são aplicadas as competências adquiridas com a realização de trabalhos práticos em grupo. A avaliação consiste na realização de dois míni-testes sobre conceitos teóricos, 20%; na apresentação de relatórios sobre os trabalhos de laboratórios e discussão dos mesmos, 30%; e na realização de exame teórico com exercícios de aplicação, 50%.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

<no answer>

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

*As competências principais adquiridas nesta unidade curricular são a capacidade de projetar circuitos de comando e proteção de semicondutores de potência, bem como dimensionar semicondutores de potência em conversores de potência e determinar a eficiência energética destes conversores, sendo necessário apresentar os conceitos teóricos, realizar exercícios de aplicação e promover a realização de trabalhos de laboratório para a sua obtenção.*

*Nas aulas teóricas são apresentadas as características fundamentais, tecnologia e funcionamento dos semicondutores de potência, circuitos de comando e proteção, e cálculo de eficiência de conversores. Para o aluno perceber o seu estado de aprendizagem são realizados dois mini-testes, cada um valendo 10% da nota final, sem nota mínima.*

*Nas aulas teórico-práticas são propostos aos alunos exercícios de aplicação e técnicas de simulação dos modelos e circuitos estudados.*

*As aulas laboratoriais acompanham o programa teórico, permitindo assim ao aluno complementar os conhecimentos adquiridos. São efectuados exercícios, bem como trabalhos de aplicação:*

*1) Disparo do Tiristor com acoplamento por transformador;*

*2) Disparo de semicondutores de potência comandados por sinais PWM.*

*Na componente laboratorial é avaliado o dimensionamento dos trabalhos apresentado para a realização dos mesmos, os relatórios e discussão dos trabalhos. A avaliação tem um peso de 30% e nota mínima de 10 valores.*

*No final existe um exame que vale 50% da nota, a nota final mínima é de 10 valores.*

*Nota Final = 2×10%+30%+50%*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*<no answer>*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Buhler; "Electronique de Réglage et de Comande"; Dunod, 1983*

*Palma; "Circuitos de Comando de Conversores Estáticos de Potência de Comutação Natural"; LNEC; relat. 131/1985*

*José Fernando Alves da Silva, "Electrónica Industrial", Fundação Calouste Gulbenkian, 1999*

*Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, " Power Electronics: Converters, Applications, and Design", John Wiley & Sons, Edição: 4 (21 de agosto de 2017)*

**Anexo II - Energias Renováveis - ER****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Energias Renováveis - ER*

**9.4.1.1. Title of curricular unit:**

*<no answer>*

**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EE*

**9.4.1.3. Duração:**

*semestre*

**9.4.1.4. Horas de trabalho:**

*162*

**9.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5*

**9.4.1.6. ECTS:**

*6*

**9.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Victor Manuel Fernandes Mendes: 67.5h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***<sem resposta>***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 1. Fornecer conhecimento, aptidão e competência no âmbito de fontes de energia renováveis. Particularmente, no que respeita a avaliação de investimento no domínio consolidado de utilização da pequena hídrica, da eólica e da solar*
- 2. Integrar conhecimento de Física, Química, Análise Matemática, Probabilidades e Estatística, e Eletrotécnia para modelizar a avaliação de problemas de investimento por estimação e análise qualitativa, incluindo incerteza*
- 3. Desenvolver aplicações computacionais para avaliação do potencial económico de um local para exploração de fontes de energia renováveis em fase de anteprojeto, considerando a disponibilidade de energia e indicadores quer económicos, quer técnicos*
- 4. Desenvolver espírito crítico e fomentar hábitos de pesquisa e debate sobre o estado da arte da tecnologia de conversão de energia por utilização de fontes de energia renováveis*
- 5. Promover atitudes profissionais para abordagens em consonância com o "7.º Objetivo da Agenda 2030.*

**9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***<no answer>***9.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução*
  - 1.1. Alterações climáticas, gases com efeito de estufa*
  - 1.2. Fontes de energia e desenvolvimento sustentável*
  - 1.3. Características de fontes de energia renováveis*
  - 1.4. Energia solar, geotérmica, das marés; conversões para outras formas de energia*
- 2. Análise de viabilidade económica e financeira*
  - 2.1. Fluxos de caixa, investimentos; inflação, risco, taxa mínima de atratividade*
  - 2.2. Período de recuperação, fator de recuperação de capital*
  - 2.3. Valor atual líquido, taxa interna de retorno e retorno do investimento*
  - 2.4. Custo de oportunidade, valor atual da energia, custo nivelado de energia*
- 3. Pequena hídrica*
- 4. Turbina eólica*
- 5. Conversão e transmissão de energia*
- 6. Solar térmica*
- 7. Solar fotovoltaica*

**9.4.5. Syllabus:***<no answer>***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

*Os problemas ambientais de escala global, em particular os que advém das alterações na composição da atmosfera, como as emissões antropogénicas com efeito de estufa, não só são ameaças, mas também um desafio tecnológico, económico e financeiro para suprir as necessidades de produção, consumo e crescimento da sociedade sem comprometer a sustentabilidade. O conteúdo programático da UC tem adequação para que se dê resposta ao desafio de inserção da exploração de energia renováveis numa matriz de energia mais global, fornecendo capacidade de apoiar decisões de exploração de energia proveniente de sistemas sustentáveis de energia num quadro técnico ou económico de valoração. O conteúdo programático tem a interdisciplinaridade necessária que em conformidade vai ao encontro do objeto em estudo na UC e enquadramento nos desafios de investigação e desenvolvimento sobre sistemas sustentáveis de energia.*

**9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***<no answer>*

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

*Cada capítulo corresponde aproximadamente a duas semanas letivas. Primeiro, lecionação dos conceitos e técnicas fundamentais em cada capítulo para suporte das questões a resolver nas aulas práticas. As aulas práticas acompanham as teóricas, permitindo assim ao aluno usar de imediato os conhecimentos adquiridos e com a participação em discussões de assuntos e sua inter-relação com os que provenham de pesquisa feita pelos alunos, podendo estarem envolvidas perspetivas de investigação. A avaliação é constituída por: prova escrita de avaliação final de semestre letivo, sendo condição necessária para aprovação na UC uma classificação mínima de dez valores, a classificação de aprovação na prova escrita tem um peso de  $\frac{3}{4}$  para a classificação final; trabalho em grupo, com apresentação e discussão perante os outros grupos, sem mínimo de aprovação, e tendo um peso de  $\frac{1}{4}$  para a classificação final. A aprovação final da UC é determinada pela média ponderada que tem de ser não inferior a dez valores.*

**9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*<no answer>*

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

*Aulas adaptadas a conceitos e perspetivas da sociedade e meios tecnológicos contemporâneos, sendo preconizada uma explanação com um ritmo vivo e um fio de compreensão lógico, estimulante do interesse dos alunos. Ensino centrado no aluno com trabalho para além das horas de contacto, incluindo não só o individual, mas também em grupo com o intuito de fomentar o espírito crítico para acompanhar e dar resposta aos desafios do futuro.*

*A UC tem uma adaptação a conceitos e perspetivas da sociedade, promovendo um ensino atrativo com maior proximidade da realidade consolidada, mas não deixando de apresentar linhas de I&D. No paradigma de sistemas sustentáveis de energia, a UC é uma contribuição essencial, visto que, é pretendido que se tenda para uma maior integração de fontes de energia renováveis na matriz de energia global.*

**9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*<no answer>*

**9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

*Renewable energy resources / John Twidell and Tony Weir. Routledge (Taylor & Francis Group), 2015.*

*-Contemporary engineering economics / Chan S. Park. Pearson Education Limited, 2016.*

*-Hydroelectric energy: renewable energy and the environment / Bikash Pandey and Ajoy Karki. CRC Press, 2016.*

*-Wind energy explained: theory, design, and application / James Manwell, Jon McGowan, Anthony Rogers. John Wiley & Sons Ltd, 2010.*

*-Wind and solar power systems: design, analysis, and operation / Mukund R. Patel, CRC Press, 2005.*

**9.5. Fichas curriculares de docente**

---

**Anexo III - Fernando Manuel Fernandes Melício****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Fernando Manuel Fernandes Melício*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Ana Alexandra Antunes Figueiredo Martins****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Ana Alexandra Antunes Figueiredo Martins*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Anexo III - Fernando Joaquim Ganhão Pereira****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Fernando Joaquim Ganhão Pereira*

**9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Elmano Fonseca Margato****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Elmano Fonseca Margato***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Nuno Paulo Real da Veiga Cardoso****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Nuno Paulo Real da Veiga Cardoso***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Anexo III - Jorge Alberto Mendes de Sousa****9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Jorge Alberto Mendes de Sousa***9.5.2. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)