

# NCE/19/1901031 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## 1. Caracterização geral do ciclo de estudos

### 1.1. Instituição de Ensino Superior:

*Universidade Nova De Lisboa*

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

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

*Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)*

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

### 1.3. Designação do ciclo de estudos:

*Engenharia Eletrotécnica e de Computadores*

### 1.3. Study programme:

*Electrical and Computer Engineering*

### 1.4. Grau:

*Licenciado*

### 1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

*Engenharia Eletrotécnica e de Computadores*

### 1.5. Main scientific area of the study programme:

*Electrical and Computer Engineering*

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

*523*

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

*<sem resposta>*

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

*<sem resposta>*

### 1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

*180*

### 1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):

*3 anos (6 semestres)*

### 1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):

*3 years (6 semesters)*

### 1.9. Número máximo de admissões:

*170*

### 1.10. Condições específicas de ingresso.

**Provas específicas:****07 Física e Química + 19 Matemática A****Classificação mínima na(s) prova(s) específica(s): 95****Classificação mínima na candidatura: 95****Fórmula de ingresso:****60% da classificação final do Secundário****40% da classificação final na(s) prova(s) específica(s)****1.10. Specific entry requirements.****Specific exams:****07 Physics and Chemistry****19 Mathematics A****Minimum grade of the specific(s) exam(s): 95****Minimum grade of the application: 95****Admission formula:****60% of the final grade obtained in secondary school****40% of the final grade of the specific(s) exam(s)****1.11. Regime de funcionamento.****Diurno****1.11.1. Se outro, especifique:****-****1.11.1. If other, specify:****-****1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:****Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa****1.12. Premises where the study programme will be lectured:****Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa****1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):****[1.13.\\_Reg.459-2020\\_creditação de competencias\\_11-05-2020.pdf](#)****1.14. Observações:****n.a.****1.14. Observations:****n.a.**

## 2. Formalização do Pedido

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

---

**2.1.1. Órgão ouvido:****Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores****2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):****[2.1.2.\\_Despachos Reitorais adaptacao assinados pelo Reitor\\_08-05-2020 2\\_LEEC.pdf](#)**

## Mapa I - Conselho Científico da FCT NOVA

---

### 2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Científico da FCT NOVA*

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

[2.1.2.\\_Dec\\_CC\\_LEEC.pdf](#)

## Mapa I - Conselho Pedagógico da FCT NOVA

---

### 2.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico da FCT NOVA*

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

[2.1.2.\\_Dec\\_CP\\_LEEC.pdf](#)

## Mapa I - Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

---

### 2.1.1. Órgão ouvido:

*Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores*

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

[2.1.2.\\_Plano de Creditação\\_MIEEC.pdf](#)

## 3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

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

*Os objetivos gerais do ciclo de estudos são os de formar licenciados com um nível de conhecimento, capacidade de compreensão e competências de análise, especificação, projeto e utilização de produtos e serviços relacionados com a área Científica de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores a um nível compatível com o requerido pelo Decreto-Lei n.º 65/2018. Com este nível de formação os estudantes deverão saber aplicar os conhecimentos e a capacidade de compreensão adquiridos adotando uma abordagem profissional ao trabalho desenvolvido na sua área vocacional, ter capacidade de resolução de problemas e de construção e fundamentação da sua argumentação, ter capacidade de recolher, selecionar e interpretar a informação relevante, capacidade de comunicar informação, ideias, problemas e soluções a qualquer público. Deverão ainda adquirir competências que lhes permitam uma aprendizagem ao longo da vida com elevado grau de autonomia.*

### 3.1. The study programme's generic objectives:

*The general objectives of the study programme are to train graduates with knowledge, understanding and analysis, specification, design and use of products and services related to the field of Electrical and Computer Engineering at a compatible level as required by Decree-Law No. 65/2018. With this level of training, students should be able to apply the knowledge and understanding acquired by adopting a professional approach to work in their vocational area, have the ability to solve problems and build and substantiate their arguments, have the ability to collect, select and interpret relevant information, ability to communicate information, ideas, problems and solutions to any audience. They should also acquire competences that enable them to have lifelong learning with a high degree of autonomy.*

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

*A Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores tem como objetivo principal dotar os estudantes de competências nas diversas áreas do conhecimento abrangidas por este ramo da Engenharia. Os estudantes têm de frequentar um conjunto de unidades curriculares organizadas de forma a permitirem, tanto a aquisição de uma base de conhecimentos em matemática e física que permite sustentar as matérias mais tecnológicas como uma gama de unidades curriculares da área da eletrotécnica e de computadores. Os estudantes adquirirão competências ao nível da programação, dos sistemas operativos, do projeto e implementação de sistemas digitais, do controlo de sistemas, da robótica e manufatura integrada, da energia, das telecomunicações e redes de comunicação, da eletrónica e das máquinas elétricas, incluindo a instrumentação e as medidas elétricas. O ensino alia uma sólida formação teórica a uma componente prática que dotará os estudantes de competências nas diversas áreas da especialidade.*

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

*The Degree in Electrical and Computer Engineering aims to provide students with skills in the various areas of knowledge covered by this branch of Engineering. Students have to attend a set of curricular units organized in such a way as to enable them to acquire knowledge in both mathematics and physics to support the most technological subjects, as well as a range of electrotechnical and computer curricular units. Students will acquire skills in programming, operating systems, design and implementation of digital systems, systems control, robotics and integrated manufacturing, energy, telecommunications and communication networks, electronics and electrical machines including instrumentation and electrical measurements. The training combines a solid theoretical knowledge with a practical component that will provide students with skills in various areas of specialty.*

### 3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

*A Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (LEEC) é um curso inerentemente interdisciplinar que visa a formação de base de técnicos na área de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (EEC), com uma estrutura curricular alinhada com o projeto educativo da FCT NOVA, através da inclusão de UC transversais aos cursos da Faculdade que visam a formação em “soft skills”, bem como pela obrigatoriedade de realização por parte dos estudantes de uma UC numa área exterior à área do curso.*

*O caráter fortemente interdisciplinar da formação deriva, não só das características de todos os cursos da FCT NOVA, mas também pela opção de cobrir todas as grandes áreas de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (em vez de se terem logo especializações do tipo “fortes e fracas”). A orientação das UC, nomeadamente no que respeita à aquisição de competências técnicas bem como competências interpessoais, tenta fazer um equilíbrio entre as exigências do mercado de trabalho, e as exigências na prossecução dos estudos em termos de investigação. Esta opção encaixa perfeitamente na missão e estratégia da instituição, nomeadamente no que concerne o objetivo de ser uma referência em termos de investigação. Este desígnio tem tido frutos no passado recente, devidamente demonstrados pelos sucessos profissionais e, na prossecução de estudos, dos estudantes do primeiro ciclo do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (MIEEC) no qual este ciclo de estudos é baseado.*

*Exemplos destas realizações são o bom desempenho dos estudantes no 2.º ciclo; é também, e talvez de um modo menos positivo, na forte procura do mercado pelos atuais estudantes no quarto ano (que prova a forte base que eles também possuem); a muito baixa taxa de estudantes que saem no final do 1.º ciclo.*

*O aspeto de internacionalização é transversal em toda a Faculdade e a LEEC tem intenção de ter as suas unidades curriculares preparadas para serem assistidas por estudantes estrangeiros. Para isso, o material será gerado em Inglês e as aulas serão dadas em Inglês sempre que sejam assistidas por estudantes estrangeiros.*

*A qualidade científica do ciclo de estudos é suportada pela investigação desenvolvida pelo corpo docente no domínio da EEC no Departamento, e nos centros de investigação onde estão inseridos, como o Centro de Tecnologias e Sistemas da Uninova ou o Instituto de Telecomunicações. Nesse sentido, contribuem igualmente as parcerias que os docentes envolvidos na lecionação possuem com empresas e centros de investigação nacionais e internacionais. Todos estes aspetos provam a coerência entre a LEEC e a missão definida nos estatutos da FCT NOVA, que visa o desenvolvimento de uma investigação competitiva, interdisciplinar, e de um ensino de excelência, com programas académicos competitivos a nível nacional e internacional, assim como uma participação interinstitucional alargada, com vista à criação de sinergias inovadoras para o ensino e para a investigação.*

### 3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

*The Degree in Electrical and Computer Engineering (LEEC) is an inherently interdisciplinary course aimed at the basic training of technicians in the field of Electrical and Computer Engineering (EEC), with a curriculum structure aligned with the educational project of FCT NOVA, through the inclusion of cross-curricular UC to the Faculty courses aimed at training in “soft-skills”, as well as the obligation of students to perform a UC in an area outside the study programme area.*

*The highly interdisciplinary character of the training derives not only from all FCT NOVA programmes structure, but also from the option of covering all major areas of Electrical and Computer Engineering (rather than having “strong and weak” specializations right away). The orientation of the curricular units, namely with regard to the acquisition of technical as well as interpersonal skills, tries to balance the demands of the labour market with the demands of pursuing studies in terms of research. This option fits perfectly with the institution's mission and strategy, in particular regarding the goal of being a reference in terms of research. This structure has proven to be fruitful in the recent past, duly demonstrated by the professional successes and, in the pursuit of studies, of the first cycle students of the Integrated Master in Electrical and Computer Engineering (MIEEC) course on which this study programme is based. Examples of these achievements are the good performance of students in the 2nd cycle; It is also, and perhaps less positively, in the strong demand from the market for current students in the fourth year (which proves their strong base); also the very low rate of students leaving at the end of the 1st cycle is to be considered.*

*The internationalization aspect is transversal throughout the Faculty staff and LEEC intends to have its curricular units prepared to be assisted by foreign students. For this, the material will be generated in English and classes will be given in English whenever attended by foreign students.*

*The scientific quality of the study programme is supported by the research carried out by the EEC's professors, and the research centres where they develop their research, such as the Uninova Centre for Technologies and Systems or the Telecommunications Institute. The partnerships that professors involved in teaching have with companies and national and international research centres are also to be considered.*

*All these aspects prove the coherence between LEEC and the mission defined in the FCT NOVA that aims at achieving competitive, interdisciplinary research and teaching excellence, nationally and internationally competitive academic programs, as well as being an inter-institutional framework to create innovative synergies for teaching and research.*

## 4. Desenvolvimento curricular

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

#### 4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a

**preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)**

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

<sem resposta>

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

### Mapa II -

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

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

#### 4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

| Área Científica / Scientific Area                                                | Sigla / Acronym | ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS | ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS* | Observações / Observations |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|
| Engenharia Eletrotécnica e de Computadores / Electrical and Computer Engineering | EEC             | 108                                | 3                                                |                            |
| Matemática / Mathematics                                                         | M               | 39                                 | 0                                                |                            |
| Física / Physics                                                                 | F               | 12                                 | 0                                                |                            |
| Informática / Informatics                                                        | I               | 6                                  | 0                                                |                            |
| Ciências Humanas e Sociais / Social Sciences and Humanities                      | CHS             | 3                                  | 0                                                |                            |
| Competências Complementares / Transferable Skills                                | CC              | 3                                  | 0                                                |                            |
| Qualquer Área Científica / Any Scientific Area                                   | QAC             | 0                                  | 6                                                |                            |
| <b>(7 Items)</b>                                                                 |                 | <b>171</b>                         | <b>9</b>                                         |                            |

## 4.3 Plano de estudos

### Mapa III - - 1.º Ano / 1st Year

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

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

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

1.º Ano / 1st Year

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

| Unidade Curricular / Curricular Unit                                                                        | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS (5) | Observações / Observations |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------|----------------------------|
| Análise Matemática I / Mathematical Analysis I                                                              | M                                     | Semestre 1/Semester1   | 168                                | T: 42; PL: 28                      | 6        |                            |
| Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytic Geometry                                 | M                                     | Semestre 1/Semester1   | 168                                | T: 42; PL: 28                      | 6        |                            |
| Programação de Microprocessadores / Microprocessor Programming                                              | EEC                                   | Semestre 1/Semester1   | 168                                | TP: 21; PL: 42                     | 6        |                            |
| Sistemas Lógicos I / Logical Systems I                                                                      | EEC                                   | Semestre 1/Semester1   | 168                                | TP: 28; PL: 35                     | 6        |                            |
| Introdução à Engenharia Electrotécnica e Computadores / Introduction to Electrical and Computer Engineering | EEC                                   | Semestre 1/Semester1   | 84                                 | TP: 14; PL: 21                     | 3        |                            |
| Competências Transversais para Ciência e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology                | CC                                    | Trimestre 2/Quarter2   | 80                                 | TP: 10; PL: 50                     | 3        |                            |

|                                                                   |     |                      |     |                       |   |
|-------------------------------------------------------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|---|
| Algoritmos e Estruturas de Dados / Algorithms and Data Structures | I   | Semestre 2/Semester2 | 168 | T: 28; PL: 28         | 6 |
| Análise Matemática II B / Mathematical Analysis II B              | M   | Semestre 2/Semester2 | 168 | TP: 42; PL: 14        | 6 |
| Física I / Physics I                                              | F   | Semestre 2/Semester2 | 168 | T: 35; TP: 14; PL: 14 | 6 |
| Sistemas Lógicos II / Logical Systems II                          | EEC | Semestre 2/Semester2 | 168 | TP: 28; PL: 35        | 6 |
| Teoria de Circuitos Elétricos / Theory of Electric Circuits       | EEC | Semestre 2/Semester2 | 168 | TP: 42; PL: 21        | 6 |

(11 Items)

### Mapa III - - 2.º Ano / 2nd Year

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2.º Ano / 2nd Year

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

| Unidade Curricular / Curricular Unit                                | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Análise Matemática III B / Mathematical Analysis III B              | M                                     | Semestre 1/Semester1   | 168                                | TP: 42; PL: 14                     | 6    |                                |
| Cálculo Numérico A / Numerical Analysis A                           | M                                     | Semestre 1/Semester1   | 84                                 | TP: 42                             | 3    |                                |
| Física III / Physics III                                            | F                                     | Semestre 1/Semester1   | 168                                | T: 35; TP: 14; PL: 14              | 6    |                                |
| Introdução às Telecomunicações / Introduction to Telecommunications | EEC                                   | Semestre 1/Semester1   | 168                                | TP: 36; PL: 28                     | 6    |                                |
| Microprocessadores / Microprocessors                                | EEC                                   | Semestre 1/Semester1   | 168                                | TP: 28; PL: 35                     | 6    |                                |
| Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital /               | CHS                                   | Trimestre 2/Quarter2   | 80                                 | TP: 42                             | 3    |                                |
| Análise Matemática IV B / Mathematical Analysis IV B                | M                                     | Semestre 2/Semester2   | 168                                | TP: 42; PL: 14                     | 6    |                                |
| Probabilidades e Estatística C / Probability and Statistics C       | M                                     | Semestre 2/Semester2   | 168                                | TP: 42; PL: 14                     | 6    |                                |
| Sistemas de Telecomunicações / Telecommunication Systems            | EEC                                   | Semestre 2/Semester2   | 168                                | T: 24; PL: 39                      | 6    |                                |
| Eletrónica I / Electronics I                                        | EEC                                   | Semestre 2/Semester2   | 168                                | TP: 35; PL: 28                     | 6    |                                |
| Teoria de Sinais / Signal Theory                                    | EEC                                   | Semestre 2/Semester2   | 168                                | TP: 21; PL: 42                     | 6    |                                |

(11 Items)

### Mapa III - - 3.º Ano / 3rd Year

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º Ano / 3rd Year

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

| Unidade Curricular / Curricular Unit | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|---------------|
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|---------------|

|                                                                                  |     |                      |     |                                               |   | Observations<br>(5) |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------------------------------|---|---------------------|
| Eletrónica II / Electronics II                                                   | EEC | Semestre 1/Semester1 | 168 | TP: 35; PL: 28                                | 6 |                     |
| Teoria de Controlo / Control Theory                                              | EEC | Semestre 1/Semester1 | 168 | TP: 21; PL: 42                                | 6 |                     |
| Eletrotecnia Teórica / Theoretical Electrotechnics                               | EEC | Semestre 1/Semester1 | 168 | T: 35; PL: 28                                 | 6 |                     |
| Sistemas de Tempo Real / Real Time Systems                                       | EEC | Semestre 1/Semester1 | 168 | TP: 21; PL: 42                                | 6 |                     |
| Unidade Curricular do Bloco Livre A / Unrestricted Elective A                    | QAC | Semestre 1/Semester1 | 168 | depende da UC escolhida / dependent of choice | 6 | Optativa / Optional |
| Controlo por Computador / Computer Control                                       | EEC | Semestre 2/Semester2 | 168 | TP: 21; PL: 42                                | 6 |                     |
| Conversão Eletromecânica de Energia / Electromechanical Energy Conversion        | EEC | Semestre 2/Semester2 | 168 | T: 35; PL: 28                                 | 6 |                     |
| Modelação de Dados em Engenharia / Data Modelling in Engineering                 | EEC | Semestre 2/Semester2 | 168 | TP: 21; PL: 42                                | 6 |                     |
| Instrumentação e Medidas Elétricas / Instrumentation and Electrical Measurements | EEC | Semestre 2/Semester2 | 84  | TP: 35                                        | 3 |                     |
| Propagação e Radiação / Propagation and Radiation                                | EEC | Semestre 2/Semester2 | 168 | T: 28; PL: 35                                 | 6 |                     |
| Programa de Oportunidades / Opportunities Program                                | EEC | Semestre 2/Semester2 | 80  | OT:7                                          | 3 | Optativa / Optional |
| <b>(11 Items)</b>                                                                |     |                      |     |                                               |   |                     |

### Mapa III - - 3.º Ano - Programa de Oportunidades / 3rd Year - Opportunities Program

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

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

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

3.º Ano - Programa de Oportunidades / 3rd Year - Opportunities Program

#### 4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

| Unidade Curricular / Curricular Unit                                                          | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunity Program | EEC                                   | Trimestre 2/Quarter2   | 80                                 | OT:7                               | 3    | Optativa / Optional            |
| Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program  | EEC                                   | Trimestre 2/Quarter2   | 80                                 | OT:7                               | 3    | Optativa / Optional            |
| <b>(2 Items)</b>                                                                              |                                       |                        |                                    |                                    |      |                                |

### 4.4. Unidades Curriculares

#### Mapa IV - Análise Matemática I

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática I

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis I

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

M

##### 4.4.1.3. Duração:

**Semestral / Semester****4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:42; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José Maria Gonçalves Gomes - T:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Carlos Manuel Saiago - PL:140***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- 1) Trabalhar com noções elementares de topologia na reta real;*
- 2) Fazer pequenas demonstrações por indução matemática;*
- 3) Compreender a noção rigorosa de limite (de sucessões e de funções de variável real) e efetuar o seu cálculo;*
- 4) Compreender a noção rigorosa de continuidade de funções de variável real e respetivos resultados fundamentais;*
- 5) Compreender a noção rigorosa de diferenciabilidade, os teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy e aplicações ao cálculo de limites;*
- 6) Conhecer o Teorema de Taylor e as suas aplicações no estudo de funções;*
- 7) Conhecer a noção de primitiva e respetivas técnicas de cálculo;*
- 8) Conhecer a noção de integral de Riemann, respetivas técnicas de cálculo e algumas aplicações;*
- 9) Ser capaz de analisar a convergência de integrais impróprios.*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this course the student should have acquired knowledge and skills to be able to:*

- 1) Work with elementary notions of topology on the real line;*
- 2) Make small proofs using mathematical induction;*
- 3) Understand the definition of limit (for sequences and functions of real variable) and be able to calculate it;*
- 4) Understand the definition of continuity for functions of real variable and the fundamental associated results;*
- 5) Understand the definition of differentiability, theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy and their applications to the calculation of limits;*
- 6) Well know the Taylor Theorem and its applications to the analysis of functions;*
- 7) Understand the notion of indefinite integral and perform the corresponding calculations;*
- 8) Understand the notion of Riemann integral, the techniques for calculation and some applications;*
- 9) Be able to study the convergence of improper integrals.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Topologia elementar da reta real.*
- 2. Indução Matemática e sucessões.*
- 3. Limites e Continuidade em  $\mathbb{R}$ .*
- 4. Cálculo Diferencial em  $\mathbb{R}$ .*
- 5. Cálculo Integral em  $\mathbb{R}$ .*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Basic topology of the real line.*
- 2. Mathematical induction and sequences.*
- 3. Limits and Continuity in  $\mathbb{R}$ .*
- 4. Differential Calculus in  $\mathbb{R}$ .*
- 5. Integral Calculus in  $\mathbb{R}$ .*

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

*Os algoritmos indicativos ao lado dos tópicos referidos remetem para a indexação dos objetivos de aprendizagem acima descritos:*

1. Topologia elementar da reta real. Objetivos de Aprendizagem: 1.
2. Indução Matemática e sucessões. Objetivos de Aprendizagem 2,3.
3. Limites e Continuidade em  $\mathbb{R}$ . Objetivos de Aprendizagem 4.
4. Cálculo Diferencial em  $\mathbb{R}$ . Objetivos de Aprendizagem: 5,6.
5. Cálculo Integral em  $\mathbb{R}$ . Objetivos de Aprendizagem: 7, 8, 9.

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

*The numbered objectives refer to the above numbered intended outcomes.*

1. Basic topology of the real line. Objective 1.
2. Mathematical induction and sequences. Objectives 2, 3.
3. Limits and Continuity in  $\mathbb{R}$ . Objective 4.
4. Differential Calculus in  $\mathbb{R}$ . Objectives 5,6.
5. Integral Calculus in  $\mathbb{R}$ . Objectives 7, 8, 9.

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

*O método de ensino consiste no modelo académico Aulas Teóricas/Aulas Práticas. Nas aulas teóricas a matéria é exposta através de resultados justificados, exemplos e aplicações. Exercícios são feitos de forma autónoma pelos alunos e discutidos nas aulas práticas. Alguns exercícios são feitos em sala de aula com orientação docente, sempre visando a autonomização do estudo.*

*Os dois métodos de avaliação seguidos são:*

*Avaliação Contínua: realização de três testes de uma hora e trinta minutos igualmente espaçados no semestre e cuja média aritmética fornece a nota final do aluno. Na data de exame, os alunos que o pretendam podem efetuar a melhoria de um dos testes.*

*Avaliação por Exame: Realização de um exame de três horas composto por três grupos relativos às matérias avaliadas nos três testes da avaliação contínua.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The teaching method consists on conference classes and problem solving sessions. On the conference classes, the theory is exposed together with examples and applications. Selected exercises should be done autonomously by the students and are discussed/corrected in the problems solving sessions. Some exercises are discussed directly in the problem solving sessions with guidance by the professor, aiming the autonomization of the students.*

*We provide two evaluation methods:*

*Continuous evaluation: Three tests of one and an half hour during the semester whose average provides the final grade.*

*Evaluation by exam: An exam of three hours composed of three major parts coinciding with the subjects of the three tests.*

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

*As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos são transmitidas nas aulas teóricas, e consolidadas através da explicitação de exemplos e aplicações. Durante as aulas práticas são realizados ocasionalmente exercícios de natureza mais teórica com vista a um aprofundamento da matéria.*

*As componentes práticas para atingir os objetivos resultam do trabalho desenvolvido nos turnos práticos, fortemente baseado na interação docente/aluno. As fichas de exercícios são feitas ad-hoc para cada sessão prática e definem o nível de dificuldade de testes e exames.*

*Existem horários de atendimento ao longo da semana e eventualmente horários extraordinários em período de testes para que os alunos possam beneficiar de um apoio particular dos docentes da UC.*

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

*The theoretical basis required to attain the objectives are transmitted during the conference classes. Discussions, examples and counter examples are recurrently used to settle the knowledge. During the problem solving sessions some problems are oriented to a deeper understanding of the theory.*

*The practical skills are developed during the problem solving sessions, strongly based on the interaction of the students with the teacher. Each problem solving sessions is organized by a sheet of exercises designed for it. They also set the expected level of exercises in tests and exams.*

*During the week, there is an attending schedule provided by the teachers where students may obtain an individual help.*

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

*A UC dispõe de um texto de apoio da autoria de José Gonçalves Gomes e de Isabel Azevedo Gomes que consigna as aulas teóricas e é disponibilizado aos alunos.*

*A text containing the theoretical lectures by José M. Gomes and Isabel A. Gomes is provided to the students.*

*Outros textos de referência/ other reference text books:*

*Alves de Sá, A. e Louro, B., Cálculo Diferencial e Integral em  $\mathbb{R}$*

*Alves de Sá, A. e Louro, B., Cálculo Diferencial e Integral em  $\mathbb{R}$ , Exercícios Resolvidos, Vol. 1,2,3*

*Anton, Bivens and Davis, Calculus ed Wiley.*

*Campos Ferreira, J., Introdução à Análise Matemática, ed Fundação Calouste Gulbenkian.*

*Lages de Lima, E., Curso de Análise Vol 1, ed IMPA (projeto Euclides)*  
*Rudin, Principles of Mathematical Analysis, ed Mac Graw Hill*

#### Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Álgebra Linear e Geometria Analítica*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Linear Algebra and Analytic Geometry*

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

*M*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral / Semester*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*T:42; PL:28*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

##### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

##### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*Isabel Maria da Silva Cabral - T:42*

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

*Maria Helena Coutinho Gomes Almeida - PL:84*

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

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

- Operar com matrizes, caracterizar as matrizes invertíveis e calcular a inversa de uma matriz invertível.*
- Utilizar as matrizes para determinar se um sistema de equações lineares é impossível ou é possível e, neste caso, determinar o conjunto das soluções.*
- Representar uma aplicação linear por uma matriz e determinar, por exemplo, se a aplicação é sobrejetiva, se é injetiva, determinando a característica da matriz.*
- Dada uma matriz quadrada, calcular o seu determinante, os seus valores próprios e respetivos vetores próprios associados.*
- Utilizar as matrizes e determinantes na Geometria Analítica em  $\mathbb{R}^3$ , por exemplo para a determinação de uma equação geral de um plano, a determinação da posição relativa entre 2 rectas (entre 2 planos ou entre 1 reta e 1 plano).*

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

*The student is supposed acquire basic knowledge on Linear Algebra. At the end of the curricular unit students should have the following abilities:*

- To use matrices in different situations*
- To recognize an invertible matrix*
- To compute the inverse of an invertible matrix*
- To work on systems of linear equations using matrices*
- To know the relation between a matrix and a linear function*
- To understand the determinant of a square matrix, related results, to compute the eigenvalues and eigenspaces and their applications*
- To use matrices, systems of linear equations and the concept of determinant to solve some geometric problems.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 - Matrizes
- 2 - Sistemas de Equações Lineares
- 3 - Determinantes
- 4 - Espaços Vetoriais
- 5 - Aplicações Lineares
- 6 - Valores e Vetores Próprios
- 7 - Produto Interno, Produto Externo e Produto Misto de Vetores em  $R^3$
- 8 - Geometria Analítica em  $R^3$

**4.4.5. Syllabus:**

- 1 – Matrices
- 2 – Systems of Linear Equations
- 3 – Determinants
- 4 – Vector Spaces
- 5 – Linear Transformations
- 6 – Eigenvalues and Eigenvectors
- 7 - Inner, Vector and Mixed Products in  $R^3$
- 8 – Analytic Geometry in  $R^3$

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

*No Capítulo 1 inicia-se o estudo das matrizes e, em particular, caracterizam-se as matrizes invertíveis e deduz-se um método para determinar a inversa de uma matriz invertível. No Capítulo 2 consideram-se os sistemas de equações lineares na forma matricial. No Capítulo 3 apresenta-se a noção de determinante de uma matriz quadrada e algumas propriedades do determinante. Nos Capítulos 4 e 5 são apresentadas e exploradas as noções de espaço vetorial, de aplicação linear e de matriz de uma aplicação linear. No Capítulo 6 estudam-se os valores próprios e vetores próprios de uma matriz (quadrada). Nos restantes capítulos faz-se uma introdução à geometria analítica em  $R^3$  com a utilização das matrizes e determinantes.*

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

*In Chapter 1 we study Matrix Algebra and matrices are used along all the other chapters. In Chapter 2 we work on systems of linear equations using matrices. In Chapter 3 we present the notion of determinant of a square matrix and derive several properties. Along Chapters 4 and 5 we present and study vector spaces, linear functions and matrix representations of a linear function. In Chapter 6 we study eigenvalues, eigenvectors and eigenspaces of a square matrix. In the remaining chapters we present an introduction to Analytic Geometry.*

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

*Nas aulas teóricas são lecionados os conceitos e os resultados fundamentais que, na sua maioria, são demonstrados. Ao longo da aula são apresentados exemplos ilustrativos e são propostos exercícios que os alunos deverão resolver autonomamente de forma a consolidar a matéria teórica lecionada. Nas aulas práticas os alunos têm a possibilidade de resolver exercícios e de propor exercícios para resolução de forma a esclarecer as dúvidas surgidas durante o tempo dedicado ao estudo autónomo da matéria. No horário de atendimento docente cada aluno pode, individualmente, esclarecer as suas dúvidas com qualquer um dos docentes da unidade curricular.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Theoretical classes consist on an explanation of the theory which is illustrated by examples. Most results are proven. Practical classes consist on the resolution of some exercises. Some of the exercises are solved in class, the remaining are left to the students as part of their learning process.*

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

*As componentes teóricas determinadas nos objetivos da unidade curricular são lecionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria. A avaliação de conhecimentos é efetuada através de provas escritas (testes/exames).*

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

*The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the practical classes, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written tests (tests / exams).*

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

*ISABEL CABRAL, CECÍLIA PERDIGÃO, CARLOS SAIAGO, Álgebra Linear, Escolar Editora, 2018 (5.ª Edição).*

*T. S. Blyth e E. F. Robertson, Essential student algebra. Volume two: Matrices and Vector Spaces, Chapman and Hall,*

1986.

*T. S. Blyth e E. F. Robertson, Basic Linear Algebra (Springer undergraduate mathematics series), Springer, 1998.*

*S. J. Leon, Linear Algebra with Applications, 6th Edition, Prentice Hall, 2002.*

*J. V. Carvalho, Álgebra Linear e Geometria Analítica, texto de curso ministrado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Matemática da FCT/UNL, 2000.*  
<http://ferrari.dmat.fct.unl.pt/personal/jvc/alga2000.html>

*E. Giraldez, V. H. Fernandes e M. P. M. Smith, Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 1995.*

#### Mapa IV - Programação de Microprocessadores

##### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Programação de Microprocessadores*

##### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Microprocessor Programming*

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

*EEC*

##### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral / Semester*

##### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168*

##### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP:21; PL:42*

##### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

##### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

##### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*Paulo da Costa Luis da Fonseca Pinto - TP:63; PL:42*

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

*José António Barata de Oliveira - TP:63; PL:42*

*Rodolfo Alexandre Duarte Oliveira - PL:84*

*Pedro Miguel Figueiredo Amaral - PL:84*

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

*Saber:*

*Descrever a organização e funcionamento de sistemas com microprocessadores.*

*Especificação estruturada e descrição modular de sistemas; visão hardware e visão software; recurso a métodos de representação de algoritmos tais como fluxogramas, pseudo-código, program graphs, basic schematic, ASM.*

*Codificação e execução de programas recorrendo a linguagens de alto-nível.*

*Fazer:*

*Saber construir programas elementares com um mínimo de algorítmia*

*Não técnicas:*

*Aprendizagem ao longo da vida, formação de base.*

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

*To know:*

*Describe the organization and operation of microprocessor systems.*

*Structured specification and modular description of systems (hardware and software views). Algorithm representation*

*methods: flowcharts, pseudo-code, program graphs, basic schemata, ASM.*

*Codification and execution of programs using programming languages.*

*To Do:*

*To write trivial programs with a small algorithmic component*

*Soft skills:*

*Life long learning, basic knowledge.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Organização e arquitetura dos computadores: Evolução histórica da arquitetura*

*Unidade central de processamento: Análise do funcionamento*

*Manuseamento de dados e execução de instruções*

*Mecanismos de execução de programas*

*Estruturas de dados*

*Instruções de acesso a memória, controlo de fluxo e entradas/saídas*

*Modelo de programação de um processador*

*Metodologia de construção de programas*

*Interface da unidade Central de processamento com periféricos: Dispositivos de Entrada/Saída, dispositivos de comunicação*

*Hierarquia de memória.*

#### 4.4.5. Syllabus:

*Computer architecture: Historical evolution of computer architecture*

*Central Processing Unit. Structure and analysis of operation.*

*Data handling and instruction execution*

*Program Execution Mechanisms*

*Data Structures (basic and extended types)*

*Memory access instructions, flow control, input/output*

*Processor programming model*

*Program building methodology*

*Interfaces between the Central Processing Unit and peripherals: Input/Output devices, communication devices*

*Memory hierarchy.*

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

*Um Engenheiro Eletrotécnico e de Computadores deve ter um conhecimento básico da máquina para além de apenas saber programar em linguagens de alto nível. Parte desse conhecimento básico vai ser aprofundado em unidades curriculares subsequentes. Assim existe uma primeira abordagem a estes temas, seguido depois de uma progressão na aprendizagem da linguagem mais utilizada para esse efeito que é o C.*

*A progressão na linguagem tem o objetivo de tornar familiar aos alunos os mecanismos da linguagem, muito mais do que ensinar algoritmia. O ensino de algoritmia é feito numa disciplina posterior em que existe precedência desta. No passado, verificou-se que a dificuldade de manuseamento dos mecanismos da linguagem impossibilitavam uma aprendizagem de técnicas de algoritmia (por exemplo, tipos de dados abstratos). Essa lacuna foi eliminada atualmente com a adoção dos conteúdos programáticos que estão em vigor.*

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

*An Electrical and Computer Engineer must have basic knowledge of the machine besides the simple approach to programming using a high-level language. Part of this knowledge is deepened in subsequent courses along the degree. Therefore, this course presents a first approach to these aspects, followed by a progress in the usage of the most adopted programming language for these systems – the C language.*

*The progress along the learning of the C language has the purpose of making the mechanisms of the language familiar to the students, and not so much to teach them algorithmic techniques. There is another course that teaches algorithmic techniques and there is precedence towards this course. In the past, we identified that students had difficulties in learning algorithmic techniques due to a lack of knowledge and familiarity of the language techniques (for instance, abstract data types). This gap was eliminated with the current approach of the syllabus that are now in place.*

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

*O ensino teórico é ministrado em aulas teóricas de exposição de matéria. O objetivo é alertar os alunos para certos aspetos mais problemáticos que podem passar despercebidos pela leitura do livro de apoio.*

*O ensino prático consiste em aulas de laboratório onde os alunos são expostos a problemas com um grau crescente de dificuldade ao longo do semestre. Cada aula tem um trabalho final dessa aula. As últimas aulas são usadas para executar o trabalho final da disciplina.*

*Existe avaliação teórica e avaliação prática.*

*Cada uma delas tem um peso de 50% na classificação final.*

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

*Componente teórica:*

*A componente teórica da disciplina pode ser realizada através de*

*-testes (3 testes ao longo do semestre)*

*-exame final*

*Componente prática:*

*-Trabalhos semanais, corrigidos e avaliados na aula seguinte*

*-Trabalho final com avaliação baseada numa discussão oral.  
Os trabalhos práticos são executados em grupo e avaliados individualmente.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The theoretical part is covered in lectures where specific aspects are highlighted not to make them unnoticed in the middle of the entire description of the adopted book.*

*The laboratory part consists on handling small problems to be solved by the students. As the term goes on the difficulty of the problems increases. Each class finishes with a class-final assessment. The final classes of the term are used for completion of the final project.*

*The assessment has a theoretical and a practical part.*

*Each part counts 50% for the final grade.*

*It is necessary to obtain more than 9,5 points in each part.*

*Theoretical part:*

*The theoretical part can be obtained either by*

*-3 assessment mid-term tests*

*-final exam*

*Practical part:*

*- Weekly projects that are assessed during the following week*

*- Final project with a final oral assessment*

*All the projects are group projects but the assessments are made on an individual basis.*

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

*O modo de funcionamento da unidade permite realçar os outros aspetos dos objetivos. O facto da aprendizagem ser em grupo permite o trabalho cooperativo e a descoberta conjunta das dificuldades. No entanto, a avaliação é individual para que exista a consciência da aprendizagem pessoal. O relatório do trabalho final consiste na elaboração de um texto conforme as regras de um sumário executivo para incutir este tipo de reporte aos alunos, mostrando-lhes a importância da síntese, focalização e passagem de mensagem num texto muito direto.*

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

*The way the course was designed allows the enrichment of other aspects of the objectives. The fact the students work in groups creates a proper environment to cooperate in the discovery of the problems but as the assessment is done individually forces them to realize that they must prove the competences individually. The report of the final assessment consists on a text with the format of an executive summary. The objective is to alert the students for the importance of producing a synthetic, focused text that even though contains the important message to the reader in a very direct form.*

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

*- Acetatos das aulas teóricas. Paulo da Fonseca Pinto*

*- Linguagem C, Luís Damas, Tecnologias de Informação, FCA Editora de Informática, Lda*

*- Slides of the lectures - Paulo da Fonseca Pinto*

*- Linguagem C, Luís Damas, Tecnologias de Informação, FCA Editora de Informática, Lda*

### **Mapa IV - Sistemas Lógicos I**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sistemas Lógicos I*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Logical Systems I*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EEC*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP:28; PL:35*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ricardo Luís Rosa Jardim Gonçalves (Regente) - TP:28; PL:35***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Anikó Katalin Horváth da Costa - TP:28; PL:35**Pedro Miguel Negrão Maló - PL:35***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Descrever sistemas digitais combinatórios através de expressões algébricas booleanas, tabelas de verdade e esquemáticos.**Aplicar metodologia de síntese de circuitos combinatórios.**Converter números entre diferentes bases de numeração, tais como decimal, binário, hexadecimal e octal.**Analisar métodos de decomposição modular de circuitos combinatórios, incluindo circuitos de aritmética binária.**Aplicar técnicas expeditas de desenho de contadores.**Aplicar metodologia de síntese de máquinas de estados síncronas, partindo de diagramas de estado.**Realizar sistemas digitais de reduzida/média complexidade através da sua decomposição em parte de dados e de controlo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Describe digital systems through combinatorial Boolean algebraic expressions, truth tables, and schematics.**Apply methodology for synthesis of combinational circuits.**Convert numbers between different base numbering, such as decimal, binary, hexadecimal and octal.**Analyze methods of modular decomposition of combinational circuits, including circuits for binary arithmetic.**Apply techniques for expeditious design of counters.**Apply methodology for synthesis of synchronous state machines, starting from state diagrams.**Implement digital systems with low/medium complexity using its decomposition into control and data parts.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Álgebra de Boole: Postulados e teoremas da Álgebra de Boole; Tabelas de verdade.*
- *Funções lógicas: Formas canónicas; Simplificação de funções; Mapas de Karnaugh;*
- *Sistemas de numeração: Conversão entre bases de numeração.*
- *Aritmética binária: Soma e subtração; Complementos para 2 e para 1; Multiplicação e divisão.*
- *Circuitos combinatórios elementares: Comparadores; Codificadores e decodificadores; Conversores de código; "Multiplexers" e "demultiplexers".*
- *Elementos de memória biestáveis: Conceitos de "latch" e "flip-flop"; Biestáveis JK, D e T.*
- *Circuitos sequenciais: Noção de sistema síncrono e assíncrono; Registos; Desenho expedito de contadores.*
- *Máquinas de estado síncronas: Diagramas de estado, Circuitos Moore e Mealy, Síntese.*
- *Dispositivos específicos: Memórias; Dispositivos de lógica programável.*
- *Introdução a arquiteturas de transferência entre registos: decomposição em partes de controlo e de dados; introdução aos microprocessadores.*

**4.4.5. Syllabus:**

- *Boolean algebra: Theorems; Truth tables.*
- *Logical functions: Canonical representations; Function minimization; Karnaugh maps;*
- *Numerical systems: conversions.*
- *Binary arithmetic: Addition and Subtraction; Two's-Complement; One's-Complement; Multiplication and division.*
- *Basic Combinatorial Circuits: Comparators; Encoders and decoders; Code Converters; Multiplexers and demultiplexers.*
- *Memory elements: Concepts of latch and flip-flop; Flip-flop JK, D and T.*
- *Sequential circuits: Synchronous and asynchronous circuits' concepts; Registers. Counter design.*
- *Synchronous state machines: State diagrams; Moore and Mealy circuits; Synthesis.*
- *Specific devices: Memories; Programmable logic devices.*
- *Introduction to register transfer architectures: decomposition in control and data parts; introduction to microprocessors.*

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

*Os objetivos de aprendizagem e a sequência dos conteúdos programáticos previstos estão diretamente associados, permitindo ir adquirindo competências intermédias que suportarão o último objetivo referido, de elevada relevância para o estudante, uma vez que permite deixar clara a visão hardware das arquiteturas computacionais que serão posteriormente (e regularmente) utilizadas pelos estudantes.*

*Os conteúdos programáticos previstos encontram-se estruturados em quatro grupos: conceitos introdutórios, análise de módulos combinatórios, análise de circuitos sequenciais e análise de circuitos digitais de reduzida/média*

*complexidade obtidos através da sua decomposição em parte de controlo e parte de dados Os objetivos de aprendizagem identificados permitem ir verificando a obtenção de competências (ao nível do saber, do saber fazer e de soft-skills) ao longo dos conteúdos apresentados, sendo possível uma associação direta com os referidos grupos de conteúdos programáticos.*

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

*The foreseen learning outcomes and the syllabus topics sequence provided are directly associated, allowing the student to gradually acquire the intermediate skills that will support the last referred goal. This is of high relevance for the student, since it allows to clarify the hardware vision of the computing architectures that will later be regularly used by students.*

*The provided syllabus are structured into four groups, including introductory concepts, combinatorial analysis modules, sequential circuit analysis and small / medium complexity digital circuit analysis obtained by its decomposition into control and data parts (which incorporate the knowledge and skills previously acquired).*

*The identified learning outcomes allow checking achievement of specific skills (at different levels as knowledge, know-how and soft-skills), as it.*

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

*Consideram-se 2 aulas teóricas de 1h30min cada (3 horas/sem.) e uma aula prática (3 horas/sem.).*

*As aulas teóricas são aulas de exposição onde se fomenta a discussão de temas, permitindo dar ênfase diferenciada em aspetos conceituais, bem como tecnológicos.*

*As aulas práticas são aulas de laboratório, permitindo dar ênfase diferenciada em vários aspetos, nomeadamente a resolução de exercícios, a utilização de ferramentas computacionais de simulação e síntese de sistemas digitais, e a experimentação física através da implementação de circuitos digitais utilizando circuitos elementares discretos, bem como dispositivos de lógica programável (CPLDs). Cada grupo de trabalho recebe um kit de experimentação (com uma CPLD) permitindo a experimentação fora do laboratório.*

*A avaliação é garantida através de 2 testes individuais na componente teórica e a componente prática através de um trabalho individual (primeira metade do semestre) e de um trabalho de grupo a apresentar no final do semestre.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Contact with students is accomplished in two lectures of 1h30min each (3 hours / wk.) and one lab class (3 hours / week).*

*The lectures are classes where exposure promotes discussion of topics, allowing emphasizing different aspects at conceptual and technological levels.*

*The laboratory classes allow integration of different emphasis on several aspects, such as problem solving, the use of computational tools for simulation and synthesis of digital systems, and physical experimentation by implementing digital circuits using discrete elementary circuitry as well as programmable logic devices (CPLDs). Each group receives one experimentation kit (with one CPLD) allowing testing outside the laboratory.*

*The evaluation is ensured by two individual tests in theoretical component, and as practical component through an individual work (first half of the semester) and a small-project to be presented by each group of students at the end of the semester.*

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

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

*Assim, os objetivos de aprendizagem indicados são plenamente suportados pela metodologia de ensino proposta.*

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

*Complementing the acquisition of knowledge, skills and competencies developed by students at the conceptual level, a special emphasis is given to the experimentation level, as well as to the use of digital circuitry implementation technologies, reducing the distance usually observed in students when it comes to "play" directly with physical devices. For that, all groups of students (typically composed of three students) receive an experimentation kit equipped with a programmable logic device of medium complexity (a CPLD), which can be used outside of the lab classes, and be completely integrated in the processes of students' autonomous study.*

*In this way, the analytical resolution of problems is complemented with associated experimentation, enabling improving levels of success in the learning process.*

*Thus, the learning objectives listed are fully supported by the teaching methodology proposed.*

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

*1. Digital Logic Circuit Analysis & Design - Victor P. Nelson, H. Troy Nagle, J. David Irwin, Bill D. Carroll - Prentice Hall - ISBN 0-13-463894-8*

*2. Digital Design: Principles and Practice - John F. Wakerly - Prentice-Hall - ISBN 0-13-082599-9*

*3. Logic and Computer Design Fundamentals - M. Morris Mand, Charles Kime - Prentice-Hall - ISBN 0-13-182098-2*

*4. Circuitos Digitais e Microprocessadores - Herbert Taub - McGraw-Hill - ISBN 0-07-066595-8*

**Mapa IV - Introdução à Engenharia Eletrotécnica e Computadores****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Introdução à Engenharia Eletrotécnica e Computadores*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Introduction to Electrical and Computer Engineering*

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

*EEC*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP:14; PL:21*

**4.4.1.6. ECTS:**

*3*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Bruno João Nogueira Guerreiro (Regente) - TP:14; PL:21*

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

*<sem resposta>*

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

*Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos fiquem com uma visão global das áreas disciplinares da engenharia eletrotécnica e de computadores (EEC), compreendendo as potencialidades de aplicação dos conteúdos na obtenção de soluções para desafios societais, industriais e científicos. Em simultâneo, pretende-se que tenham também uma experiência real de desenho e implementação soluções de hardware e software que, conjugando as áreas disciplinares da EEC, ofereçam soluções para um problema concreto.*

*Neste sentido, os objetivos de aprendizagem concretos que se esperam nesta disciplina são os seguintes:*  
*OA1. Analisar problemas de engenharia complexos e aplicar princípios gerais de abstração e modularidade;*  
*OA2. Conhecer as diferentes áreas disciplinares da EEC;*  
*OA3. Compreender os conceitos e possibilidades de aplicação fundamentais de cada área disciplinar;*  
*OA4. Desenvolver soluções básicas de EEC que integrem componentes de várias áreas disciplinares.*

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

*In this curricular unit the students will have a broad perspective of the disciplinary areas of electrical and computer engineering (ECE), understanding the application possibilities to devise solutions to societal, industrial, and scientific challenges. Simultaneously, the students will have a real-world experience of design and implementation of hardware and software solutions that, combining as disciplinary areas of the ECE, can offer solutions to a concrete problem.*

*To this end, the intended learning outcomes for this curricular unit are the following:*  
*OA1. Analyze complex engineering problems and apply fundamental principles of abstraction and modularity;*  
*OA2. Know the different disciplinary areas of the ECE;*  
*OA3. Understand the fundamental concepts and application possibilities of each disciplinary area;*  
*OA4. Devise basic ECE solutions combining components from different disciplinary areas.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Módulo 1:*

*- Princípios fundamentais de abstração e modularidade*

- *Gestão de projetos em EEC*
- *Trabalho em equipa e liderança.*

#### **Módulo 2:**

- *Programação, integração de sistemas e robótica*
- *Microprocessadores*
- *Introdução à eletrónica*
- *Fundamentos de telecomunicações e redes*
- *Redes de energia e acionamentos eletromecânicos*
- *Sinais, sistemas e controlo.*

#### **Módulo 3:**

- *Elaboração de documentos técnicos e de apresentações*
- *Avaliação de projetos*
- *Ética em EEC.*

#### **4.4.5. Syllabus:**

##### *Unit 1:*

- *Fundamental principles of abstraction and modularity*
- *Management of ECE projects*
- *Team work and leadership.*

##### *Unit 2:*

- *Programming, system integration, and robotics*
- *Microprocessors*
- *Introduction to electronics*
- *Introduction to telecommunications and networks*
- *Energy networks and electromechanical actuators*
- *Signals, systems, and control*

##### *Unit 3:*

- *Writing technical documents and presentations*
- *Projects evaluation*
- *Ethics in ECE.*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular estão divididos em quatro módulos, abordando claramente os objetivos de aprendizagem OA1 a OA3, nomeadamente, dando uma visão abrangente das várias áreas disciplinares em EEC, abordando os seus conceitos e possibilidades de aplicação fundamentais. Relativamente ao objetivo de aprendizagem OA4, este deverá estar presente em todos os módulos dos conteúdos, sendo abordado de forma mais direta nas metodologias de ensino e avaliação.*

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

*The syllabus of this curricular unit is divided in four units, clearly addressing the learning outcomes OA1 to OA3, namely, giving a comprehensive view of the different disciplinary areas in ECE, addressing their fundamental concepts and application possibilities. In addition, the learning outcome OA4 will be present in every unit of the syllabus, noting that the teaching and assessment methodologies will address this learning outcome more directly.*

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

*Os conceitos fundamentais de cada módulo são abordados nas aulas teórico-práticas (TP), podendo estas decorrer segundo o método de sala de aula invertida, onde os alunos estudam os conceitos a abordar antes da aula, e durante esta são abordados detalhes de aplicação e intuição. Poderá também ser considerada uma abordagem baseada em casos ou problemas, onde partindo de um caso concreto e realista de EEC, os alunos são levados a identificar lacunas na sua formação teórica, a colmatar nestas mesmas aulas.*

*Nas aulas práticas-laboratoriais (PL) os casos ou problemas concretos de EEC mencionados acima serão usados pelos alunos, guiados pelo corpo docente, para a obtenção de uma solução total ou parcial para o caso ou problema, compreendendo a sua especificação, o hardware e o software necessários. Pretende-se que este projeto seja feito em grupo, com apresentação pública dos resultados, fomentando o trabalho de equipa, as capacidades de gestão e liderança, e a comunicação em EEC.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The fundamental concepts of each unit are addressed in the theoretical-practical (TP) classes, possibly using a flipped-classroom teaching methodology, where students should study the concepts before the class, leaving time in class to addressed application and intuition details. This approach might also be a part of a broader methodology based on cases or problems, where the students have a concrete and realistic ECE case, and will be driven to identify theoretical knowledge gaps, that will then be addressed in these classes.*

*The practical-laboratory (PL) classes the aforementioned concrete problems in ECE will be the starting point to obtain a total or partial solution to the problem, guided by the teachers, comprising specifications, necessary hardware and*

*software. This project will be conducted in groups which will have to prepare a public presentation of the results, thus promoting teamwork, project management and leadership, as well as communication skills in EEC.*

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

*A divisão feita entre aulas teórico-práticas e aulas de praticas-laboratoriais pretende responder de forma direta, não só a todos os objetivos propostos em termos de conteúdos (OA1 a OA3), mas também levar os alunos a dimensões de conhecimento mais avançadas, em particular, abordando o objetivo de aprendizagem OA4 através da realização de um projeto de EEC. Por outro lado, as metodologias de ensino e a respetiva avaliação, com especial destaque para a sala de aula invertida, fomentam a autonomia dos alunos tanto no estudo de matérias novas, como na obtenção de soluções de engenharia para os problemas em mãos.*

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

*The division between theoretical-practical classes and laboratory-practical classes aims to address directly to all the objectives proposed in terms of contents (OA1 to OA3), but also take students towards more advanced dimensions of knowledge, in particular, addressing the OA4 learning outcome through the implementation of an ECE project. On the other hand, teaching and their respective assessment methodologies, in particular, the inverted classroom and problem/case-based learning approaches, will foster student autonomy in the study of new contents and in designing engineering solutions to the problems at hand.*

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

*Bibliografia principal: Notas da disciplina sobre os vários módulos*

*Bibliografia secundária:*

- *Introduction to Engineering: Modeling and Problem Solving, Jay B. Brockman 2009 John Wiley*
- *Introduction to Computing Systems: From bits & gates to C & beyond, Patt & Patel, 2003, McGraw Hill, 2nd Ed.*
- *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers, K. Åström and R. Murray, 2018, Princeton, 2nd Ed.*
- *Computer Networks, A. Tanenbaum & D. Wetherall, 5ª ed, 2010, Prentice-Hall.*

### **Mapa IV - Competências Transversais para Ciência e Tecnologia**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Competências Transversais para Ciência e Tecnologia*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Soft Skills for Science and Technology*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*CC*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Trimestral / Trimester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*80*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP:10; PL:50*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*3*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Ruy Araújo da Costa - TP:10; PL:50*

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

*<sem resposta>*

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

*No final desta UC um aluno deve ser capaz de:*

- escrever o seu CV e preparar-se para uma entrevista profissional;
- perceber a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do seu CV ao longo do tempo;
- perceber a importância dos Testes Psicotécnicos no acesso ao mercado de trabalho;
- gerir adequadamente o tempo e trabalhar em equipa;
- compreender a importância da liderança;
- utilizar folhas de cálculo Excel produzindo gráficos com facilidade;
- utilizar no Excel o Solver e ser capaz de programar funções e macros em Visual Basic;
- pesquisar Bibliografia através de bases de dados referenciais ou motores de pesquisa generalistas e analisar Informação, tendo presente exigências de ordem ética e deontológica;
- perceber a importância do domínio básico do Inglês na área de Ciências e Tecnologia (CT);
- comunicar adequadamente na área de CT.

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

*After this course, any student should be able to:*

- write his (her) CV and prepare for a job interview;
- understand the importance of taking steps to make his (her) CV more appealing;
- understand how important Psychometric Testing is when accessing the job market;
- manage time adequately and be able to carry out team work effectively;
- understand the importance of leadership;
- use Excel spreadsheets and be able to represent data in graphs;
- use Excel's Solver and be able to program functions and macros in Visual Basic;
- carry out bibliographic research using referential databases or generic search engines, and critical analysis of scientific information considering both ethical and deontological issues;
- understand the importance of English is in the Science and Technology area;
- communicate adequately in the Science and Technology area.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 - Curriculum Vitae, Entrevista e Testes Psicotécnicos.
- 2 - Gestão do tempo. Trabalho de equipa. Liderança.
- 3 - Utilização avançada de folhas de cálculo Excel.
- 4 - Pesquisa bibliográfica e análise de informação. Ética e Deontologia.
- 5 - Comunicação em Ciências e Tecnologia.

**4.4.5. Syllabus:**

- 1 - Curriculum Vitae, Job interview and Psychometric testing.
- 2 - Time management, team work and leadership.
- 3 - Advanced use of Excel spreadsheets.
- 4 - Bibliographic research and critical analysis of scientific information.
- 5 - Communicating in Science and Technology.

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

*A UC visa dotar os alunos das competências consideradas essenciais para a sua progressão ao longo de um curso na área de Ciências e Tecnologia e sua posterior integração no mercado de trabalho.*

*Para motivar os alunos, cada um dos 5 temas é abordado numa semana de aulas, visando preparar o aluno para:*

- a entrada no mercado de trabalho através da elaboração do seu CV e para as entrevistas e testes psicotécnicos;
- preparar e efetuar uma apresentação científica, o que lhe será útil quer no seu percurso académico quer na sua vida profissional;
- utilizar o Excel como ferramenta de cálculo de uso geral em diferentes contextos;
- pesquisar e selecionar informação científica e técnica de forma a fundamentar corretamente os trabalhos que efetua;
- gerir adequadamente o seu tempo e trabalhar em grupo, reconhecendo a importância da liderança.

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

*In this curricular unit students are exposed to soft skills deemed important to their progress in a Science and Technology course and in their future jobs.*

*Each of the five topics in this unit is worked throughout one week, preparing the students to:*

- deal with CV writing, job interviews and psychometric testing;
- write an essay or make an oral presentation in a Science and Technology topic, which will be useful throughout their University curricula as well as in a job;
- use Excel as a general calculus tool in different contexts;
- know how to search and select scientific and technical information, thus being able to carry out sound work;
- adequately manage time, carry out group work and understand the importance of leadership.

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

- Em cada semana há 3 aulas práticas que totalizam 10h (2+4+4h);
- Em cada semana há uma aula teórico-prática de 2h onde são apresentados os aspetos fundamentais do tema,

*destacados os erros a evitar durante a exploração dos conteúdos do tema e realçadas as principais ferramentas que podem ser utilizadas.*

*A avaliação final da UC. será baseada no trabalho desenvolvido individualmente e em grupo durante cada semana e em testes individuais executados na plataforma de e-learning moodle em ambiente controlado.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*- In each week there are three practical session with a total of 10 hrs (2+4+4 hrs);*

*- In each week there is a 2h theoretical-practical session that is used to present the theme's fundamentals, the most common mistakes to be avoided and the main tools that can be used during the theme's exploration.*

*Assessment of this course takes into account both the weekly individual and group work, as well as tests carried out in moodle e-learning platform, in a controlled environment.*

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

*1 - Discute-se a forma e o conteúdo de um CV. Os alunos analisam entrevistas simuladas. Comenta-se os vários aspetos relevantes (p.ex., CV, vestuário, apresentação, dicção). Reflete-se sobre a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do CV ao longo do tempo. Os alunos são ainda testados, via moodle, com Testes Psicotécnicos.*

*2 - Aborda-se a Gestão do Tempo no contexto universitário e no contexto profissional. Analisa-se as vantagens e desvantagens do Trabalho em Equipa. Analisa-se as características relevantes de um Líder e a sua importância.*

*3 - Utiliza-se o Excel no contexto da representação gráfica de funções. Apresenta-se a Formatação Condicional. Introduce-se a utilização de Tabelas Dinâmicas.*

*Apresenta-se os Comandos de Contagem e de Estatística Básica no Excel. Aborda-se a Procura Vertical de Informação ("PROCV"). É feita uma aplicação do Solver com a Otimização de uma função. É feita uma introdução ao módulo de Visual Basic do Excel, que inclui a definição de funções e macros em VB.*

*4 - Dado um tema, solicita-se a realização de pesquisa de Bibliografia. Discute-se os cuidados a ter na pesquisa bibliográfica e na análise da Informação. Destacam-se as exigências de ordem ética e deontológica, apresentando-se exemplos atuais e internacionais de figuras políticas de relevo envolvidas em situações de plágio e suas consequências.*

*5 – Os alunos são sensibilizados para a importância do domínio básico da Língua Inglesa. Os alunos obtêm formação sobre a comunicação escrita e oral na área de C&T.*

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

*1 - CV writing and presentation is discussed. Students analyse simulated job interviews and reflect on the relevant aspects of a job interview. Students are made aware of the importance to make their CV more appealing throughout their university years. Students go through a batch of psychometric tests, using moodle e-learning platform.*

*2 - Time Management is addressed in a university context as well as in a job context. Advantages and disadvantages of group work are analyzed. Leader's characteristics are addressed, as well as the importance of leadership.*

*3 - Students are requested to draw graphs of functions using Excel. Conditional Formatting is presented. Students use Pivot Tables and learn Counting commands and Basic Statistics commands. Students learn how to "look for" information (Vlookup). Solver is introduced to optimize a function. Visual Basic in Excel is presented and students learn how to define functions and macros.*

*4 - Given a theme, students are requested to carry out a bibliographic research. Students are instructed to be careful when retrieving and analyzing information. Ethical and deontological demands are presented. Recent international and prominent examples of fraud and their consequences are presented.*

*5 – The importance of using English in the Science and Technology (ST) area is stressed out. Students acquire skills in written and oral presentations in the ST area.*

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

*- Costa, R., Kullberg, J., Fonseca, J., Martins; N., "Competências Transversais para Ciências e Tecnologia – FCT/UNL" (2013).*

### **Mapa IV - Algoritmos e Estruturas de Dados**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Algoritmos e Estruturas de Dados*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Algorithms and Data Structures*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*I*

**4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Carmen Pires Morgado - T:28; PL:84***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Saber: Técnicas básicas para a resolução de problemas: tipos abstratos de dados fundamentais (lista, conjunto, pilha, fila, dicionário, dicionário ordenado) e do domínio do problema; técnicas básicas de desenho de algoritmos: estruturas de dados fundamentais (vetor, lista ligada simples e dupla, tabela de dispersão, árvores binárias); técnicas básicas para análise de algoritmos: complexidade espacial e temporal.*

*Saber Fazer: modelar programas usando tipos abstratos de dados; definir e implementar tipos abstratos de dados no domínio do problema; calcular a complexidade espacial e temporal de algoritmos; implementar os tipos abstratos de dados fundamentais, utilizando as estruturas de dados mais adequadas; conceber e implementar soluções eficientes para problemas concretos.*

*Soft skills: Capacidade para avaliar soluções, capacidade para selecionar as técnicas apropriadas a um problema; capacidade de comunicação escrita.*

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

*Knowledge: Basic techniques for solving problems: fundamental abstract data types (list, set, stack, queue, dictionary, ordered dictionary) and abstract data types of the problem domain; basic algorithm design techniques: fundamental data structures (vector, single and double linked list, hash table, binary trees); basic techniques of algorithm analysis: spatial and temporal complexity.*

*Know-how: Model programs using abstract data types; define and implement abstract data types in the problem domain; calculate the spatial and temporal complexity of algorithms; implement fundamental abstract data types, using the most adequate data structures; design and implement efficient solutions to concrete problems.*

*Soft skills: Ability to evaluate solutions; ability to select the suitable techniques to solve a problem; skills in writing communication: reports of discipline projects.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Estruturação dum programa em tipos abstratos de dados.*

- Método para análise e conceção da solução
  - Definição e implementação de tipos abstratos de dados no domínio do problema
- Introdução à análise de algoritmos.*

*Especificação formal de tipos de dados abstratos:*

- Fila
- Pilha
- Sequência (Lista)
- Conjunto
- Dicionário
- Dicionário Ordenado

*Estudo das principais estruturas de dados, sempre acompanhado da análise da complexidade das primitivas suportadas, no melhor caso, no pior caso e no caso esperado.*

- Vetores circulares.

- Listas simplesmente e duplamente ligadas.
- Tabelas de dispersão. Funções de dispersão. Dispersão aberta. Dispersão fechada.
- Árvores binárias. Árvores de pesquisa.

#### 4.4.5. Syllabus:

*Modeling programs, using abstract data types*

- Method for the analysis and design of a solution
- Definition and implementation of abstract data types in the problem domain

*Introduction to Algorithm Analysis*

*Formal specification of abstract data types:*

- Queue (LIFO)
- Stack (FIFO)
- List
- Set
- Dictionary
- Ordered Dictionary

*Study of the fundamental data structures, including the analysis of the algorithmic in the best, worst and expected case:*

- Circular Vector,
- Singly and Doubly Linked Lists,
- Open and Closed-Hash Tables,
- Search Trees and Binary Trees.

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

*O objetivo principal desta unidade curricular é saber conceber e implementar soluções eficientes para problemas concretos. De forma a atingir este objetivo os alunos devem saber:*

1. Identificar e implementar os tipos abstratos de dados no domínio do problema: Esta matéria é introduzida no ponto 1 dos conteúdos programáticos, com vários exemplos, e aplicada em todos os exemplos utilizados na unidade curricular.
2. Conhecer os tipos de dados abstratos no domínio das estruturas de dados: Esta matéria é introduzida no ponto 3 dos conteúdos programáticos, com vários exemplos.
3. Implementar os tipos de dados no domínio das estruturas de dados, sempre acompanhado da análise da complexidade das primitivas suportadas: Esta matéria é introduzida nos pontos 2 e 4 dos conteúdos programáticos.

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

*The main objective of this course is to design and implement efficient solutions to concrete problems. In order to achieve this goal, students will learn:*

1. To identify and implement the abstract data types in the problem domain: This material is introduced in the syllabus point 1, with several examples, and applied in all the examples used in the course.
2. To know the abstract data types in the field of data structures: This material is introduced in the syllabus point 3, with several examples.
3. To implement the data types in the field of data structures, always accompanied by the analysis of the complexity of the primitives supported: This material is introduced in the points 2 and 4 of the syllabus.

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

*O ensino consiste na exposição da matéria em aulas teóricas e na resolução de problemas em aulas práticas de laboratório.*

*Nas aulas teóricas, todos os conteúdos programáticos são apresentados utilizando exemplos práticos concretos.*

*Para a maturação dos conteúdos, é realizado um conjunto de exercícios nas aulas práticas onde os alunos desenham, analisam e implementam programas para problemas concretos, aplicando os conhecimentos adquiridos.*

*Os alunos vão sendo avaliados ao longo do semestre através do desenvolvimento de trabalhos práticos de pequena dimensão e de testes.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*There are one lecture and a lab session each week.*

*In the lectures, all course contents are presented using concrete practical examples. In the laboratory, students design, analyse and implement programs for specific problems by applying the knowledge gained.*

*Students will be evaluated by practical works and a test.*

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

*Em cada exercício realizado na unidade curricular, os alunos analisam e resolvem problemas concretos utilizando as técnicas e/ou métodos dados nas aulas teóricas.*

*Na análise é necessário identificar os tipos abstratos de dados necessários do domínio do problema, utilizando a metodologia apresentada na unidade curricular (ponto 1 do conteúdo programático).*

*Na resolução é necessário selecionar os tipos abstratos de dados do domínio das estruturas de dados que melhor se adequam à resolução do problema em questão (ponto 3 do conteúdo programático), e desenhar algoritmos com as técnicas selecionadas (ponto 4 do conteúdo programático), especificando e justificando todas as opções tomadas (pontos 2 e 4 do conteúdo programático).*

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

*In each exercise performed in the course, students analyze and solve practical problems using the techniques and / or methods given in lectures.*

*This analysis is necessary to identify abstract data types required of the problem domain, using the methodology presented in the course (syllabus point 1).*

*The resolution is necessary to select the abstract data types of the domain of data structures that are best suited to solving the problem in question (point 3 of the syllabus), and design algorithms with selected techniques (point 4 of the syllabus), specifying and justifying all choices made (points 2 and 4 of the syllabus).*

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

*Mark Allen Weiss.*

*Data Structures and Algorithm Analysis in C (second edition).*

*Addison-Wesley, 1997.*

*ISBN 0-201-49840-5 (Hard cover)*

*Linguagem de Programação C*

*Brian Kernighan and Dennis Ritchie*

*The C Programming Language (second edition).*

*Prentice-Hall, 1988.*

*ISBN 0-13-110362-8 (Paperback)*

*Pedro Guerreiro.*

*Elementos de Programação com C (3.ª edição).*

*FCA - Editora de Informática, 2005.*

*Luis Damas.*

*Linguagem C (12.ª edição).*

*FCA - Editora de Informática, 2005.*

**Mapa IV - Análise Matemática II B****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Análise Matemática II B*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Mathematical Analysis II B*

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

*M*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP:42; PL:14*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Marta Cristina Vieira Faias Mateus - TP:42*

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

*Ana Margarida Fernandes Ribeiro - PL:56*

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

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

- Compreender noções elementares de topologia em  $R^n$ .
- Compreender as noções de limite, continuidade e diferenciabilidade de funções escalares e vetoriais, de várias variáveis reais. Saber calcular limites de funções de várias variáveis reais.
- Conhecer os teoremas da função inversa, implícita, desenvolvimento de Taylor. Saber calcular extremos (livres ou condicionados) de funções escalares com duas variáveis.
- Conhecer as noções de integral duplo, triplo, de linha e superfície e suas aplicações. Ser capaz de calcular estes integrais usando as coordenadas mais adequadas.
- Compreender a noção de campo conservativo e suas aplicações.
- Saber aplicar os teoremas de Green, Stokes e de Gauss. Conhecer as suas aplicações.

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

*At the end of this unit, the student should be able to:*

- Understand elementary topological notions in  $R^n$
- Understand the notions of limit, continuity and differentiability of scalar and vector functions with several variables. Be able to compute limits of functions of several variables.
- Know the inverse and implicit function theorems. Know the Taylor expansion for scalar functions. Be able to compute extrema (free and conditioned) of functions of two variables.
- Know the notions of double, triple, line and surface integrals and applications. Be able to compute these integrals, using appropriate coordinate systems.
- Know the notion of conservative vector fields and applications.
- Know and be able to apply Green's theorem, Stokes and Gauss theorems. Know some of their applications.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. Revisão de alguns conceitos de Geometria Analítica
2. Limites e Continuidade em  $R^n$
3. Cálculo Diferencial em  $R^n$
4. Cálculo Integral em  $R^n$
5. Análise Vetorial

**4.4.5. Syllabus:**

1. Conic sections and quadric surfaces (revisions)
2. Limits and Continuity in  $R^n$
3. Differential calculus in  $R^n$
4. Integral calculus in  $R^n$
5. Vector Analysis

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

*O capítulo 1 é um capítulo de revisões de algumas noções de geometria analítica (úteis por exemplo para o cálculo de integrais com várias variáveis). O capítulo 2 é dedicado às noções topológicas em  $R^n$  e ao cálculo de limites de funções de várias variáveis reais. Cobrem-se, o primeiro objetivo e segundo objetivos. O capítulo 3 é dedicado ao cálculo diferencial para funções de várias variáveis reais, cobrindo-se o terceiro objetivo. Os capítulos 4 e 5 são dedicados ao cálculo integral cobrindo os objetivos quatro, cinco e seis.*

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

*In chapter one we do some revisions concerning conic sections and quadric surfaces (this will be useful for computing integrals). In chapter two we study topological notions in  $R^n$  and limits of functions of several variables (this is related to first and second goals in learning outcomes). Chapter three addresses notions and fundamental results of differential calculus for functions with several variables (fulfilling the third goal). Last two chapters are devoted to integral calculus in  $R^n$  (related with goals four, five and six).*

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

*As aulas teórico-práticas consistem na exposição dos conceitos e resultados. Os resultados são ilustrados com exemplos.*

*As aulas práticas consistem na discussão e na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teóricas, após estudo autónomo da parte dos alunos.*

*Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais destinadas ao atendimento dos alunos ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.*

*O estudante não pode faltar a mais de quatro aulas práticas lecionadas sem justificação.*

*Realizam-se três testes durante o semestre com duração de 1h00m, que dispensam de exame em caso de média positiva. Um aluno não dispensado por testes será admitido a exame de recurso e pode escolher repetir um dos testes ou realizar o exame de recurso.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Theoretical-practical classes consist in a theoretical exposition illustrated by application examples.*

*Practical classes consist in the discussion and resolution of application selected exercises for the methods and*

*results presented in the theoretical classes.*

*Students can ask questions during the classes, in weekly scheduled sessions or in special sessions accorded directly with the professor.*

*Students can not miss more than four practical classes.*

*There are three mid-term tests that can substitute the final exam in case of approval. If the student did not approve then they should write the final exam. Students can choose to repeat one of the mid-term tests in the date of the final exam.*

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

*Nas aulas teórico-práticas procede-se à exposição da matéria, ilustrada com exemplos. Alguns resultados são explicados e exemplificados, sem demonstração formal. No entanto, são feitas algumas demonstrações, especialmente quando estas são úteis para a melhor compreensão da matéria.*

*Os alunos têm acesso a uma lista de problemas que podem tentar resolver antes das aulas práticas. A teoria exposta e os exemplos resolvidos nas aulas teórico-práticas preparam o aluno para a resolução desses problemas. Nas aulas práticas os alunos podem ver a resolução de muitos exercícios dessa lista e esclarecer dúvidas sobre os restantes. Também terão apoio para a resolução de exercícios durante os horários de atendimento.*

*As aulas práticas ajudam a consolidar as matérias, pelo que o aluno não deve faltar a mais de quatro aulas práticas para obter frequência. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira inscrição na Universidade.*

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

*In theoretical-practical classes matters are explained and illustrated with examples. Some results are explained and exemplified, without a formal proof. Nevertheless, some proofs are given, especially when they are useful to understand the theme.*

*Students can obtain a list of problems which they can try to solve before the practical classes. The theory and examples exposed in the theoretical-practical classes prepare the student for the resolution of these problems. In the practical classes the students can see the resolution of many of these problems and solve the difficulties of the remaining. They can also ask questions in weekly scheduled sessions.*

*Since practical classes allow students to consolidate the subjects the student can not miss more than four practical classes. Such practice has revealed to be useful, mainly to the first year students.*

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

- Cálculo vol. 2, Howard Anton, Irl Bivens, Stephen Davis, 8ª edição, Bookman/Artmed
- Calculus III, Jerrold Marsden and Alan Weinstein, Springer-Verlag, 1985.
- Vector Calculus, Jerrold Marsden and Anthony Tromba, 5ª edição, W.H. Freeman, 2003.

### **Mapa IV - Física I**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Física I*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Physics I*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*F*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:35; TP:14; PL:14*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Maria de Fátima Guerreiro da Silva Campos Raposo - T:35; TP:28*

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

*Filipe Alexandre Ferreira Tiago de Oliveira - PL:70*

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

*No final da unidade é esperado que os estudantes consigam:*

- *Relacionar os conhecimentos aprendidos com o meio que os rodeia.*
- *Identificar as características físicas de um problema em mecânica clássica.*
- *Formular o conjunto de equações necessárias à resolução de um problema com base na identificação do ponto anterior.*
- *Perante um problema ter capacidade crítica para avaliar o resultado obtido bem como as suas unidades.*
- *Ter adquirido capacidade e autonomia na interpretação e resolução de um problema.*

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

*At the end of the lecture course, students are expected to:*

- *relate the fundamental and applied concepts in physics to daily life problems involving classical mechanics.*
- *identify the physical formulation of a given problem.*
- *write down the set of equations needed to obtain a final value, according to the formulation above.*
- *face a problem with capability of assessing the final result and units.*
- *have gained capability to deal on their own with the interpretation and solving of a problem.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Movimento a uma dimensão (revisão);*
- *Movimento em duas e três dimensões;*
- *Força e movimento: leis de Newton, atrito e força de arrasto;*
- *Energia cinética e trabalho;*
- *Energia potencial e conservação da energia;*
- *Oscilações;*
- *Centro de massa e momento linear;*
- *Rotação;*
- *Rolamento, momento da força e momento angular;*
- *Equilíbrio;*
- *Introdução à gravitação.*

**4.4.5. Syllabus:**

- *Motion along a straight line;*
- *Motion in two and three dimensions;*
- *Force and motion: Newton's Laws, friction and drag Force;*
- *Kinetic energy and work;*
- *Potential energy and energy conservation;*
- *Oscillations;*
- *Centre of mass and linear momentum;*
- *Rotation;*
- *Rolling, torque and angular momentum;*
- *Equilibrium;*
- *Introduction to gravitation.*

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

*O cap. 1 da bibliografia recomendada (em inglês) aborda questões de unidades no SI. O cap. 2 é dedicado à revisão do movimento de uma partícula a uma dimensão, enquanto que os cap. 3 e 4 ao movimento bi e tridimensional. Cobrem-se assim as equações do movimento de uma partícula (posição, velocidade e aceleração), lançamento de projéteis e o movimento circular. Os cap. 5 e 6 permitem o estudo das leis de Newton bem como o efeito do atrito. Os cap. 7 e 8 permitem cobrir a conservação de energia tendo-se abordado os conceitos de energia potencial e cinética. No cap. 15 descreve-se o movimento harmónico simples. No cap. 9 recorre-se à definição de centro de massa e momento linear. Os cap. 10 e 11 permitem descrever o movimento de rotação, de rolamento, estudando-se o momento de uma força e o momento angular. No cap. 12 aplicam-se estes conceitos à condição de equilíbrio e no cap. 13 abordam-se conceitos introdutórios de gravitação e movimento planetário.*

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

*Chap. 1 deals with a revision on SI units. Chap. 2 allows a revision on a straight line motion, whereas chap. 3 & 4 deals with motion in two and three dimensions. Special attention to the equations of motion, including projectiles. Chap. 5 & 6 deal with Newton's laws and friction (force and motion). Chapter 7 & 8 cover kinetic energy, work, potential energy and energy conservation. Chap. 15 deals with simple harmonic motion, whereas chap. 9 with system of particles. Chap. 10 & 11 cover collisions, rotation, rolling, torque and angular momentum. In chap. 12 the former chapters allow to deal with equilibrium. Finally, chap. 13 an introduction to gravitation and planetary motion are presented.*

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

*Alun@s sem frequência:*

*Frequência: A frequência à UC é obtida com a presença em 2/3 das aulas práticas (P) que não sejam momentos de avaliação e nota prática (NP) superior ou igual a 9,5 valores.*

*Teórico-prática: A nota da componente teórico-prática (NTP) é obtida em dois testes (NTP1 e NTP2) ou exame (NE) em época de recurso sendo a nota final calculada pela seguinte expressão:*

*$NTP = 0,5 NTP1 + 0,5 NTP2$  ou  $NTP = NE$*

*Aprovação: Para ter aprovação à UC é necessário ter frequência  $\geq 9,5$  valores e  $NTP \geq 9,5$  valores. A nota final, arredondada às unidades, é obtida por:*

*$NF = 0,6 NTP + 0,4 NP$  ou  $NF = 0,6 NE + 0,4 NP$*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Students with no previous lab information:*

*They have to attend at least 2/3 of the lab demonstrations (P) that are not evaluation processes and obtain a final mark (NP) higher or equal to 9.5 out of 20.*

*Evaluation:*

*Lectures: The final mark (NTP) is obtained through two tests (NTP1 and NTP2) or exame (NE), where the final mark is obtained as:*

*$NTP = 0.5 NTP1 + 0.5 NTP2$  or  $NTP = NE$*

*Approval: For the lab demonstrations the final mark has to be  $\geq 9.5$  out of 20 and  $NTP \geq 9.5$  out of 20. The final mark, in units, is calculated as:*

*$NF = 0.6 NTP + 0.4 NP$  or  $NF = 0.6 NE + 0.4 NP$*

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

*As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio adicional dos docentes nas aulas práticas e horários de atendimento de alunos, caso se justifique. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contato: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo; nas aulas de laboratórios através da observação e análise de alguns dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas e nos trabalhos de laboratório. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria e a interliguem com as noções aprendidas na componente teórica.*

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

*The theoretical deliverables are provided in the lectures with extra support from the demonstration labs and proper time allocated for tutorial training. Students are evaluated on these performances through written tests/exams. Students skills are acquired in lectures and demonstration labs. In the former the contents are analysed and discussed with problem's solving, whereas in the latter through contact with particular experimental devices allowing to touch and get to know physical phenomena. The evaluation process in both components is achieved through written examination and laboratory demonstration evaluation process. The lab component allows to guarantee a special additional training so that students performance can be enhanced through multiple interlink between theory and practice.*

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

*Edição em Português (do Brasil) - Halliday, D., & Resnick, R. (1991). Fundamentos de Física (Vol. 1 & 2). Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos.*

*Qualquer outro Livro de Física Geral que aborde os temas do programa da disciplina ao nível do ensino universitário pode ser utilizado.*

*Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2005). Fundamentals of physics (7th ed.). New York: Wiley. (Chapters 1 to 15)*

*Any other Physics book which includes the program of study at an undergrad level.*

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

*Sistemas Lógicos II*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Logical Systems II*

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

*EEC*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

168

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

TP:28; PL:35

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

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

João Paulo Branquinho Pimentão - TP:28; PL:70

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

Pedro Alexandre da Costa Sousa - TP:28; PL:70

André Damas Mora - PL:35

Sérgio Manuel da Silva Onofre - PL:70

Tiago José Monteiro Baptista Cabral Ferreira - PL:70

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

*Com base nos conhecimentos básicos adquiridos na disciplina de Sistemas Lógicos I, esta disciplina visa continuar a formação do aluno no sentido da compreensão do funcionamento do computador, contribuindo assim para desmistificar a «caixa»...*

*Saber:*

- Estudo de Microprocessadores de 8 bits
- Programação em assembly.
- Rotinas, Interrupções

*Fazer:*

- Especificação, Desenvolvimento e implementação de arquiteturas de microprocessadores

*Não Técnicas:*

- Capacidade de comunicação oral e escrita
- Realização de uma demonstração
- Relatório da análise, desenho e implementação de uma solução
- Organização de trabalho, gestão do tempo e cumprimento de prazos
- Trabalho e colaboração em equipa
- Capacidade de investigação e autonomia

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

*Based on the basic knowledge acquired in Logic Systems I, this discipline aims to give the student a more detailed view on the way computers work, thus contributing to demystify the "box"...*

*Knowledge:*

- Analysis of 8 bit microprocessors
- Assembly programming
- Subroutines, interrupts.

*Do:*

- Specification, Development and implementation of microprocessor architectures

*Non-Technical:*

- Written and oral communication skills
- Demonstration skills
- Produce reports of analysis, design and implementation of a solution
- Work management, time management and delivery deadlines
- Teamwork and team participation

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- Arquiteturas de transferência entre registos
- Estudo de Microprocessadores de 8/16 bits
- Conceitos básicos de microprocessadores
- Conceitos básicos de microssistemas
- Construção de um microprocessador didático elementar:
- Especificação de algoritmos
- Tópicos sobre Microprocessadores

**4.4.5. Syllabus:**

- Register Transfer architectures
- 8 / 16 bits Microprocessors Study
- Basic concepts of microprocessors
- Fundamentals of microsystems
- Construction of a basic microprocessor
- Specification of algorithms
- Microprocessor topics

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

*A sequência de aulas Teórico-práticas – Práticas que ocorre todas as semanas foi preparada por forma a que os alunos sejam introduzidos aos conceitos nas aulas teórico-práticas nas quais também avaliam e compreendem em detalhe o funcionamento das soluções apresentados e implementem depois nas práticas os métodos e tecnologias apresentadas.*

*Nas práticas, realizadas em grupos de até três alunos, os alunos realizam componentes de um trabalho de avaliação, os quais integrarão para produzir protótipos operacionais de arquitetura de microprocessadores que serão entregues em prazos fixados e apresentados juntamente com um relatório de análise, desenho e implementação e discutidos com os docentes.*

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

*The sequence of Theoretical-Practical - Practical classes that takes place every week was prepared so that students are introduced to the concepts in the theoretical-practical classes in which they also evaluate and understand in detail the functioning of the solutions presented and then implement in practice the following. methods and technologies presented.*

*In practice, conducted in groups of up to three students, students undertake components of an evaluation work, which will integrate to produce operational microprocessor architecture prototypes that will be delivered on time and presented together with an analysis, design and implementation report. and discussed with the teachers.*

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

*A disciplina encontra-se dividida em aulas teórico-práticas e práticas.*

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

*As teórico-práticas apresentam ainda questões relacionadas com os aspetos lecionados correspondentes e introduzem problemas que os alunos têm de resolver e que são a base para o trabalho que implementarão na prática respetiva.*

*Nas aulas práticas a (implementação) é efetuada em grupos de até três alunos.*

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

*Teórica (peso de 66%) -NT (2 testes ou exame)*

*NT (de exame ou média dos testes)  $\geq 9.5$  valores.*

*Componente prática (peso de 34%) -NP:1 Trabalho.*

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

*NP  $\geq 9.5$  valores.*

*Nota Final NF =  $66\% \cdot NT + 34\% \cdot NP$*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

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

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

*Theoretical-practical also present issues related to the corresponding taught aspects and introduce problems that students have to solve and which are the basis for the work they will implement in their practice.*

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

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

*Theoretical component (66% weight in the grade) - NT (2 tests or exam)*

*NT (exam or average of tests)  $\geq 9.5$*

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

*One project, submitted in Moodle.*

*Evaluation based on a report and discussion of the work*

*NP  $\geq 9.5$*

*Final Grade NF =  $66\% \cdot NT + 34\% \cdot NP$*

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

*A disciplina encontra-se dividida em aulas teórico-práticas e práticas. Nas teóricas-práticas a matéria é apresentada.*

*As teórico-práticas apresentam ainda questões relacionadas com os aspetos lecionados correspondentes e introduzem problemas que os alunos têm de resolver e que são a base para o trabalho que implementarão na prática.*

*Nas aulas práticas a execução dos problemas (implementação) é efetuada em grupos de até três alunos.*

*Todos os trabalhos que os alunos desenvolvem na prática fazem parte de um de dois trabalhos de maior dimensão*

*(integração) que os alunos têm de entregar a funcionar em prazos definidos.  
O trabalho é acompanhado de um relatório da análise, desenho e implementação.  
Os trabalhos e os relatórios são discutidos com os docentes como forma final de avaliação da componente prática.*

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

*The course is divided into theoretical and practical classes. In practical theoretic matter is presented. Theoretical-practical also present issues related to the corresponding taught aspects and introduce problems that students have to solve and which are the basis for the work they will implement in practice.  
In practical classes the implementation of problems (implementation) is done in groups of up to three students. All of the assignments that students perform in practice are part of one of two larger assignments (integration) that students have to deliver to work within set deadlines.  
The work is accompanied by a report of the analysis, design and implementation.  
The works and reports are discussed with the teachers as a final form of evaluation of the practical component.*

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

*Recomendados/Suggested:*

•*Digital Circuits and Microprocessors*

*Herbert Taub, McGraw-Hill International Editions, Electrical Engineering Series, ISBN 0-07-066595-8*

•*The Art of Assembly Programming*

*(<http://webster.cs.ucr.edu/>)*

•*Slides da disciplina disponíveis no Moodle /Discipline slides available on the discipline webpage on Moodle*

*Alternativa a Digital Circuits and Microprocessors /Alternative to Digital Circuits and Microprocessors*

•*Arquitectura de Computadores*

*José Delgado e Carlos Ribeiro, FCA Editora de Informática, Lda., ISBN 987-972-722-245-2*

### Mapa IV - Teoria de Circuitos Elétricos

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Teoria de Circuitos Elétricos*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Theory of Electric Circuits*

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

*EEC*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral / Semester*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP:42; PL:21*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

#### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

#### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

*Maria Helena Silva Fino - TP:42; PL:84*

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

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

*A unidade curricular tem como objetivo dotar os estudantes de conhecimentos relativos aos elementos básicos de circuitos elétricos, bem como métodos básicos e expeditos de análise de circuitos com/sem fontes dependentes. Os estudantes devem ainda saber analisar circuitos reativos em regime transitório e regime forçado sinusoidal. As principais competências que se pretende desenvolver nos estudantes residem não apenas em que eles tenham conhecimento das metodologias de análise de circuitos, mas que desenvolvam aptidões para serem capazes de escolher qual o método mais adequado a empregar na análise de um dado circuito. Pretende-se igualmente que os estudantes sejam capazes de desenvolver sentido crítico relativamente aos resultados de análise de circuitos que obtêm na resolução ou simulação dos circuitos.*

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

*The main knowledge to be acquired with this unit consists in the characterization of the basic electric circuit elements as well as the main methodologies for circuit analysis. Students should be able to understand the transient response of reactive circuits, as well as characterize the corresponding behavior in sinusoidal steady state.*

*With this unit students are expected to develop their skills, not only in circuit analysis, but also in the ability to elect the best methodology to be used for each of the circuits they are given. Furthermore, students should also train their skills in interpreting circuit analysis/ simulation results.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Conceitos Básicos - Variáveis e elementos das redes elétricas. Elementos básicos. Unidades. Leis de Kirchhoff. Energia e potência;
2. Formulação de Equações de Redes. Leis dos Nós e das Malhas. Leis de Nós e de Malhas em Redes com Fontes Dependentes;
3. Teoremas - Teorema de Telegen, Teorema da sobreposição, Teorema da sobreposição em circuitos com fontes dependentes;
4. Redes Equivalentes e Teoremas - Resistência Equivalente, elementos em série e paralelo, Divisores de tensão e de corrente, Teorema de Thevenin e Teorema de Norton, Teoremas de Thevenin e de Norton em circuitos com fontes dependentes;
5. Circuitos Reativos-Regime Transitório - Análise de circuitos de 1.<sup>a</sup> ordem e de 2.<sup>a</sup> Ordem;
6. Circuitos Reativos-Regime Forçado Sinusoidal - Análise de circuitos de 1.<sup>a</sup> ordem e de 2.<sup>a</sup> Ordem;
7. Circuitos trifásico.

#### 4.4.5. Syllabus:

1. Basic Concepts- Electrical variables and electrical network elements. Electrical units. Kirchhoff laws, Energy and Power
2. Mesh and Node analysis methods applied to networks with/without dependent sources.
3. Telengen Theorem. Superposition theorem applied to circuits with/without dependent sources.
4. Equivalent circuits to elements connected in series and in parallel. Voltage and Current dividers
5. Thevenin and Norton Theorems applied to circuits with/without dependent sources.
6. Reactive circuits - transient analysis (1st and 2nd order circuits).
7. Reactive circuits - sinusoidal steady state analysis- (1st and 2nd order circuits).
8. Three-phase systems.

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

*Nesta unidade curricular são apresentados os diversos métodos de análise de circuitos, o que deve permitir aos estudantes serem capazes de analisar qualquer circuito. Seguidamente são dados os conceitos que permitem simplificar os circuitos por associação de elementos e são ainda ministradas técnicas que permitem simplificar a análise dos circuitos com recurso à aplicação de teoremas de Thevenin/Norton. A aplicação de diversos métodos a um mesmo circuito deve permitir aos estudantes desenvolver capacidades de seleção da adequação de cada método a qualquer circuito que deva analisar. O recurso ao uso do simulador elétrico permite aos estudantes verificarem os resultados previstos teoricamente.*

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

*With the circuits analysis methods taught in this unit students are expected to be able to analyse any electrical circuit. With the methods of circuit simplification and the application of Thevenin/Norton Thevenin, students should be able to simplify circuits and analyse them in an expedite way. Furthermore, since students are faced with exercises considering the application of the different analysis methods to each circuit, it is expected that they will develop the skills to select the more adequate analysis methodology for each circuit. The use of an electrical simulator offers the possibility for the students to verify the correctness of their analysis results. The electrical simulator is particularly suited for the characterization on reactive circuits in transient regime. In sinusoidal steady state analysis, the electrical simulator is useful in the visualization of phase shifts between currents/voltages in each element of the circuit.*

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

*A UC é lecionada em aulas teórico-práticas e aulas práticas. As aulas teórico práticas têm uma carga horária de 3 horas semanais onde os conceitos teóricos são apresentados com recurso a aplicação em análise de circuitos exemplificativos e utilização do simulador LT-spice.*

*As aulas práticas com uma carga horária de 1.5 horas semanais são de dois tipos: Cerca de 2 terços das aulas são de resolução de problemas; As restantes, correspondem a aulas de simulação em que os estudantes devem verificar os dados obtidos na análise de exercícios previamente fornecidos e cuja resolução é introduzida via moodle.*

*A avaliação contém uma componente teórica e uma componente prática. A componente teórica resulta da elaboração de quatro testes ou um exame final. A componente prática resulta da avaliação dos trabalhos de simulação, bem como*

da respetiva preparação. Os trabalhos de simulação têm carácter individual, sendo dado um circuito com valores dos componentes diferentes para cada estudante.

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The basic concepts are presented in lectures (3 hours/week). The application of the concepts to practical case studies is also presented in these lectures, through written exercises or simulation examples with LT-spice. Students are supposed to have full knowledge of the subjects taught in the lectures and apply them in subsequent problem-solving sessions where they are invited either to solve problems or perform simulation of circuits. In the simulations classes (once every three weeks) students are required to have solved a set of exercises previously given, and uploaded the resolution in moodle.*

*The assessment comprises theoretical and practical components. The first one comprises either four written tests or a final exam. Practical evaluation is based on the simulation works as well as the preparation of the work uploaded in advance. The simulation problems consist of problems with a common circuit with different component values for each student.*

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

*A metodologia adotada visa maioritariamente apresentar os conceitos teóricos com base na aplicação em problemas propostos, bem como na verificação dos resultados com recurso à utilização do simulador elétrico. A existência de aulas de simulação com carácter regular, em que se exige a entrega antecipada da resolução individualizada de exercícios, tem como objetivo fomentar o trabalho autónomo dos estudantes. A preparação de laboratório é classificada e condiciona o acesso ao laboratório aos estudantes com classificação não inferior a 40%. Deste modo verifica-se uma muito maior rentabilidade das aulas de simulação associada a uma melhor análise crítica dos resultados obtidos. De referir, igualmente, que a existência de quatro testes ao longo do semestre, fomenta um estudo continuado que é determinante no sucesso de aprendizagem dos estudantes.*

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

*The adopted methodology aims at presenting the theoretic concepts directly applied to the proposed problems as well as on the critical evaluation of the results obtained with the electrical simulator. The existence of regular simulation classes, where the resolution of the problems proposed is mandatory, aims at emphasising the students' autonomous work. The laboratory preparation is uploaded and only students with a mark higher than 40% have access to the simulation class. As a consequence, simulation classes are much more efficient and the students critical analysis of the results is improved. Finally, the existence of four theoretical written assessments during the semester fosters the students' continuous learning process, which is fundamental for the students' success in this unit.*

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

*Fundamentals of Electric Circuits- Charles K. Alexander*

### Mapa IV - Análise Matemática III B

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Análise Matemática III B*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Mathematical Analysis III B*

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

*M*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral / Semester*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP:42; PL:14*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

#### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

#### 4.4.1.7. Observations:

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Cristina Malheiro Casimiro - TP:42; PL:70***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes consigam:*

- Compreender a noção de série numérica e de funções, saber estudar a sua convergência;
- Manipular algebricamente os números complexos, entender o conceito de função complexa de variável complexa, estudar a sua analiticidade, calcular o integral de uma função ao longo de uma curva, conhecer o Teorema de Cauchy e as suas aplicações;
- Entender a definição de resíduo de uma função complexa numa singularidade, saber calculá-lo e aplicá-lo no cálculo de integrais (Teorema dos resíduos).

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this course is expected that students be able to:*

- Understand the notion of numerical or function series, to know how to study its convergence;
- Manipulate algebraically the complex numbers, to understand the concept of complex function of a complex variable, to study its analyticity, to calculate the integral of a function along a curve, to know Cauchy's theorem and its applications;
- Understand the definition of residue of a complex function at a singularity, to know how to compute it and to apply it to the computation of integrals (Theorem of residues).

**4.4.5. Conteúdos programáticos:***I - Séries*

1. Séries numéricas: Séries alternadas, Convergência, Séries de termos não negativos, Multiplicação de séries
2. Séries de funções: Convergência pontual e convergência uniforme, Séries de potências, Séries de Taylor e de MacLaurin

*II – Análise complexa*

1. Funções complexas: Funções elementares, Funções contínuas, Funções analíticas
2. Integrais: Definição, Teorema de Cauchy: Teorema de Green, Fórmula integral de Cauchy, Teorema do módulo máximo e funções harmónicas
3. Representação em série de funções analíticas: Séries convergentes de funções analíticas, Séries de potências e Teorema de Taylor, Séries de Laurent e classificação de singularidades
4. Cálculo de resíduos: Teorema dos resíduos, Cálculo de integrais.

**4.4.5. Syllabus:***I - Series*

1. Numerical Series: Alternating series, Convergence, Non-negative terms, Product of series
2. Function series: Pointwise and uniform convergence, Power series, Taylor and MacLaurin series

*II – Complex analysis*

1. Analytic functions: Elementary and continuous function, Analytic functions
2. Integrals: Definition, Cauchy's theorem: Green's theorem, Cauchy integral formula, Maximum modulus theorem and Harmonic functions
3. Series representation of analytic functions: Convergent series of analytic functions, Power series and Taylor's theorem, Laurent series and classification of singularities
4. Calculus of residues: Residue theorem, Evaluation of integrals.

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

*Na parte I do programa serão ensinados os conceitos elementares de séries, e vários critérios de convergência (1.). De seguida introduz-se o conceito de série de funções que surge como aplicação do conceito de sucessão de funções. É dado especial relevo às séries de potências (2.). Na parte II do programa os complexos são apresentados desde os conceitos elementares. Toda a teoria de análise complexa surge de seguida de forma natural como generalização de conceitos já abordados antes em análise real, com todas as particularidades do plano complexo (1. a 4.).*

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

*The part I of the program covers the typical material of a numerical series module for engineering students. The basic concepts of series will be taught, as well as several convergence criteria (1.). Then it is introduced the concept of function series which appear naturally as an application of the concept of sequence of functions. Special focus is given to power series (2.). In part II of the program, complex numbers are presented from the elementary concepts. The whole theory of complex analysis then arises naturally as a generalization of the concepts already discussed before in real analysis, with all the peculiarities of the complex plane (1.a 4.).*

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

*O ensino consiste na lecionação de aulas teóricas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos. São fornecidas fichas de exercícios aos alunos para serem trabalhadas fora das salas de aula, com o conhecimento adquirido previamente nas aulas teóricas. São lecionadas aulas práticas, onde o professor esclarece as dúvidas acerca das fichas fornecidas previamente, além disso são resolvidos no quadro os exercícios considerados mais relevantes.*

*Os alunos dispõem ainda do designado horário de dúvidas onde podem esclarecer as suas dúvidas com o professor. Os alunos são avaliados por dois testes durante o semestre, obtendo a aprovação quem tiver média positiva. É possível estabelecer nota mínima em alguns dos testes. Os alunos que não obtiverem aprovação podem realizar um exame de recurso.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus. Problem sheets are provided to students to be worked outside the classroom with prior knowledge acquired during the course. Practical classes are taught, where the teacher clarifies the doubts about the problems given previously and the more relevant problems are solved in the blackboard.*

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

*The assessment consists in two or three tests, with or without minimum grade in each one. If the average is positive, then students are approved; otherwise, they have a second chance "exame de recurso".*

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

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

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

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

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

*AGARWAL, Ravi, PERERA, Kanisshka e PINELAS, Sandra - An Introduction to Complex Analysis, 2011, Springer*

*ANTON, H.; BIVENS, I.; DAVIS, S. - Cálculo II; 8ª Edição, Bookman, 2007.*

*CARREIRA, M. A. e NÁPOLES, M. S., Variável complexa - Teoria elementar e exercícios resolvidos, McGraw-Hill.*

*MARSDEN, J., e HOFFMAN, M. J., Basic Complex Analysis, 3ª edição, Freeman, 1999.*

*MARSDEN, J. e WEINSTEIN, A. - Calculus III; Springer, 2ª Edição, 1984.*

*SAFF, E. B.; SNIDER, A. D. - Fundamentals of Complex Analysis with Applications to Engineering and Science - 3rd Edition, Pearson Education, 2003.*

*SÁ, A. e LOURO, B. - Sucessões e Séries, Teoria e Prática. Escolar Editora, 2009.*

### Mapa IV - Cálculo Numérico A

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Cálculo Numérico A*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Numerical Analysis A*

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

*M*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral / Semester*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*84*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP:42*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*3*

#### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Magda Stela de Jesus Rebelo - TP:126***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Proporcionar ao aluno o conhecimento na área da análise numérica que lhe permite compreender, aplicar e implementar computacionalmente alguns métodos numéricos usados na resolução de problemas matemáticos tais como a resolução de equações não lineares, de sistemas de equações lineares, a aproximação de funções e de integrais, e a resolução de equações diferenciais ordinárias.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***To provide the student with an introduction to numerical analysis that allow him to understand, apply and implement numerical methods to solve nonlinear equations, linear systems, ordinary differential equations and to approximate functions and integrals.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução: Erros, casas decimais significativas e algarismos significativos. Condicionamento de um problema e estabilidade de um método. Introdução a um programa computacional para a Análise Numérica. Interpolação e Aproximação Polinomial: Polinómios de Lagrange e de Newton. Interpolação por splines cúbicos. Método dos Mínimos Quadrados. Integração Numérica: Fórmulas de Newton-Cotes. Integração de Gauss. Outros métodos de integração. Resolução de equações não lineares: Método da bissecção. Métodos do ponto fixo, Newton e da secante. Resolução de sistemas de equações lineares: Normas vectoriais e matriciais. Condicionamento de um sistema. Valores e vectores próprios. Teorema de Gershgorin. Métodos iterativos: caso geral. Métodos de Jacobi, Gauss-Seidel e de Relaxação. Resolução numérica de EDO: Métodos de Euler, de Taylor e de Runge-Kutta.***4.4.5. Syllabus:***Introduction: Errors, significant digits. Conditioning of a problem and stability of a method. Introduction to a computational program for Numerical Analysis. Polynomial approximation and interpolation: Lagrange and Newton polynomials. Cubic Spline interpolation. Least squares approximation. Numerical integration: Newton-Cotes integration formulas. Gaussian integration. Other integration methods. Root finding for nonlinear equations: Bisection method. Fixed-point iteration method. Newton and secant methods. Iterative methods for solving linear systems of equations: Norms of vectors and matrices. Conditioning of a system. Eigenvalues and eigenvectors. Gershgorin theorem. Iterative methods: general procedure. Jacobi, Gauss-Seidel and relaxation methods. Numerical solution of ODE: Euler, Taylor and Runge-Kutta methods.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objetivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos de base.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The standard material we are offering is enough to accomplish the objectives of the course and enable an average student to acquire basic knowledge***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***A UC funciona com aulas Teórico-Práticas (TP), nas quais serão explicados e discutidos os sucessivos tópicos do programa da UC. Por forma a consolidar a matéria dada serão resolvidos exercícios relativos a cada um dos tópicos abordados e implementados alguns algoritmos relativos aos métodos abordados. Os alunos de modo a serem avaliados terão que assistir a pelo menos 2/3 das aulas TP ou terem obtido frequência no ano anterior. A avaliação da UC consiste na realização de dois testes que versam os conhecimentos adquiridos nas aulas TP da UC e/ou um trabalho computacional a ser elaborado em grupo.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***The course works with theoretical-practical classes (TP), in which the successive topics of the chair program will be explained and discussed. In order to consolidate a given subject, exercises related to each of the topics covered will be solved and implemented some of the methods covered. Students must attend, at least 2/3 of TP classes or attend the previous year.*

*The evaluation of the course consists of two tests that address the knowledge acquired in TP classes and / or a computational work to be prepared in group.*

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

*As componentes teóricas e práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas Teórico-Práticas, com o apoio adicional dos docentes em horários de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas nas aulas através da resolução de problemas com o apoio do docente. A aquisição dos conhecimentos é avaliado nas provas escritas (testes/exames), no trabalho computacional e na prova oral (notas superiores a 17.5 valores). A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.*

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

*The theoretical and practical components necessary to achieve the learning objectives are taught in theoretical-practical classes, with the additional support of the teachers in an additional schedule. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in class through problem solving with the support of the teacher. The acquisition of knowledge is assessed in the written tests (tests / exams), in the computational work and in the oral test (grades above 17.5 points). Attendance is intended to ensure that students follow the subject.*

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

- Quarteroni A., Saleri F., *Scientific Computing with MATLAB and Octave, Series: Texts in Computational Science and Engineering*, Vol. 2 Springer, 2006
- Quarteroni A., Sacco R., Saleri F., *Numerical Mathematics*, Springer, 2000
- Burden R. e Faires J., *Numerical Analysis*, Brooks-Cole Publishing Company, 9th Edition, 2011.
- Pina H., *Métodos Numéricos*, Mc Graw Hill, 1995

**Mapa IV - Física III**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Física III*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Physics III*

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

*F*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*T:35; TP:14; PL:14*

**4.4.1.6. ECTS:**

*6*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Grégoire Bonfait – T:35; TP:28*

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

*Filipe Alexandre Ferreira Tiago de Oliveira - PL:70*

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

*O objetivo desta unidade curricular é introduzir a teoria do eletromagnetismo clássico, bem como apresentar algumas aplicações. No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em:*

- *Processos físicos que ocorrem em sistemas eletromagnéticos estáticos;*
- *Processos físicos que ocorrem em sistemas eletromagnéticos variáveis no tempo;*
- *Circuitos elétricos simples compostos por fontes de alimentação, resistências elétricas, condensadores elétricos e indutores.*

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

*The goal of this curricular unit is to introduce the theory of classical electromagnetism as well as to present some applications. At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competences in:*

- *physical processes that occur in static electromagnetic systems;*
- *physical processes that occur in time-varying electromagnetic systems;*
- *Simple electrical circuits composed of power supplies, electrical resistors, electric capacitors and inductors.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Carga elétrica*
2. *Campos elétricos e Lei de Gauss*
3. *Potencial elétrico*
4. *Capacidade elétrica*
5. *Corrente, resistência e Circuitos*
6. *Campos magnéticos*
7. *Campos magnéticos devidos a correntes*
8. *Indução e indutância*
9. *Magnetismo na matéria e equações de Maxwell*

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *Electric charge*
2. *Electric Fields and Gaussian Law*
3. *Electrical potential*
4. *Electrical capacity*
5. *Current, resistance and Circuits*
6. *Magnetic fields*
7. *Magnetic fields due to currents*
8. *Induction and inductance*
9. *Magnetism in Matter and Maxwell's Equation*

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

*Na primeira parte do semestre são apresentados os conceitos fundamentais necessários para descrever sistemas físicos em que existem cargas elétricas, dando ênfase aos conceitos de campo e potencial elétricos. São também introduzidas as definições e convenções necessárias ao estudo dos sistemas elétricos. Seguidamente, os conceitos introduzidos são utilizados no estudo de circuitos elétricos simples constituídos por fontes de alimentação, resistências e condensadores.*

*Na segunda parte do semestre é discutido o fenómeno do magnetismo, e são apresentados os conceitos fundamentais necessários para o estudo de campos magnéticos estáticos e variáveis no tempo. No final da unidade curricular é abordado a problemática do magnetismo na matéria e das quatro equações de Maxwell.*

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

*In the first part of the semester the fundamental concepts necessary to describe physical systems in which exist electric charges are presented, emphasizing the concepts of electric field and electrostatic potential. The definitions and conventions necessary for the study of electrical systems are also introduced. Next, the concepts introduced are used in the study of simple electrical circuits consisting of power supplies, resistors and capacitors.*

*In the second part of the semester the phenomenon of magnetism is discussed, and the fundamental concepts necessary for the study of static and variable magnetic fields in time are presented. At the end of the curricular unit the magnetism in matter and the Maxwell equations are discussed.*

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

*A unidade curricular está dividida numa componente teórica, numa componente teórico-prática (TP, resolução de problemas) e numa parte prática (Laboratório). Por semana, as aulas teóricas serão ministradas em duas sessões (1h + 1h30) e as TP de uma hora.*

*As aulas práticas, ministradas em 4 sessões de duas horas de duração, são dedicadas a pôr em evidência alguns processos ligados ao eletromagnetismo com o objetivo de verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas. Servem também para introduzir ao manuseamento de aparelhos de medida "usuais" (Osciloscópio, multímetro, fontes de tensão, ...).*

*A parte prática é avaliada (50% da nota final) a partir do desempenho do aluno nas aulas e dum relatório sucinto entregue no fim da aula. A avaliação teórico-prática (conceitos e resolução de exercícios, 50% da nota final) é avaliada com dois testes ou com exame final.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The curricular unit is divided into a theoretical component, a problem solving component and a practical part (Laboratory). The theoretical classes will be taught in two weekly sessions (1 h + 1h30) and the problem solving*

*component in one weekly hour.*

*The practical classes, given in four sessions of two hours, are dedicated to highlight some processes related to electromagnetism with the objective of verifying phenomena and physical processes described in the theoretical classes. They are also used in the handling of "usual" apparatuses (Oscilloscope, multimeter, voltage sources ...). The practical part is evaluated (50% of the final grade) based on the student's performance in class and a brief report delivered at the end of the class. The theoretical evaluation (concepts and resolution of exercises, 50% of the final grade) is evaluated with two tests or with final exam.*

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

*Os conceitos teóricos necessários para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidos e aplicados a problemas simples nas aulas teóricas. Pequenos questionários orais (tipo Quizz) permitem testar a compreensão básica. A aquisição destes conhecimentos é sedimentada graças à resolução de exercícios nas aulas teórico-práticas. O acompanhamento dos alunos nesta parte verificado por meio de dois testes ou um exame. O horário de atendimento permite aos alunos de esclarecer individualmente dúvidas que podem aparecer. As componentes práticas seguem, na medida do possível, a parte teórica dando assim uma visão prática dos conceitos e dos exercícios resolvidos.*

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

*During the theoretical part, the concepts needed to achieve the learning outcomes are introduced and applied to simple problems. Small oral questionnaires (Quizz type) allow to test basic understanding. The acquisition of this knowledge is reinforced thanks to the resolution of exercises. The follow up of the students in this verified part through two tests or an examination. The opening hours allow students to individually clarify questions that may arise. Practical components follow, as far as possible, the theoretical part thus giving a practical view of the concepts and exercises solved.*

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

*"Fundamentals of Physics" de Halliday, Resnick and Walker.*

### **Mapa IV - Introdução às Telecomunicações**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Introdução às Telecomunicações*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Introduction to Telecommunications*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EEC*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP:36; PL:28*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Paulo da Costa Luís da Fonseca Pinto – TP:36; PL:28*

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

*Rui Miguel Henriques Dias Morgado Dinis – TP:36; PL:84*

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

*Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre as modulações clássicas, nomeadamente PCM, AM, FM, e modulações digitais; e também sobre as formas básicas de multiplexagem (no tempo e em frequência). Pretende-se que os alunos se sintam confortáveis com as descrições no tempo e na frequência de sinais e sistemas, assim como com as noções de largura de banda, amostragem de um sinal, e densidade espectral de sinais. No caminho para estes objetivos os alunos devem perceber funcionalmente os propósitos de dispositivos eletrónicos como filtros, multiplicadores, sample-and-hold, etc. A componente laboratorial serve para os alunos terem um contacto direto com sistemas que executam os assuntos estudados na parte teórica.*

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

*The aim is to provide the students with knowledge on the classic modulations, namely PCM, AM, FM, and digital modulations, and also knowledge on basic multiplexing techniques (in time and frequency). It is intended that the students become familiarized with the time and frequency descriptions of signals and systems, as well as the concepts of signal bandwidth, sampling, and spectral density of signals. To achieve these goals the students must understand the functionality of electronic devices as filters, multipliers, sample-and-hold, etc. The laboratorial component will provide the students with a direct contact with systems that execute the subjects studied in the theoretical part.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução  
Panorâmica geral da matéria  
Sistemas e Sinais  
Análise de Fourier  
Filtragem e Distorção de Sinal  
Densidade Espectral e Correlação  
Modulação Por Pulsos  
PCM  
Amostragem  
Quantização  
Codificação/regeneração  
DPCM  
Modulação Delta  
Modulações Analógicas  
Modulação de Amplitude  
Modulação de Ângulo e frequência  
Modulações digitais*

**4.4.5. Syllabus:**

*Introduction  
Discipline general overview  
Signals and systems  
Fourier analysis  
Filtering and signal distortion  
Spectral density and correlation  
Pulse modulation  
PCM  
Sampling  
Quantizing  
Coding/regeneration  
DPCM  
Delta modulation  
Modulation techniques  
Amplitude Modulation  
Phase and Frequency modulations  
Digital modulations*

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

*Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre as modulações clássicas, nomeadamente PCM, AM, FM, e modulações digitais; e também sobre as formas básicas de multiplexagem (no tempo e em frequência). Pretende-se que os alunos se sintam confortáveis com as descrições no tempo e na frequência de sinais e sistemas, assim como com as noções de largura de banda, amostragem de um sinal, e densidade espectral de sinais. No caminho para estes objetivos os alunos devem perceber funcionalmente os propósitos de dispositivos eletrónicos como filtros, multiplicadores, sample-and-hold, etc. A componente laboratorial serve para os alunos terem um contacto direto com sistemas que executam os assuntos estudados na parte teórica.*

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

*The aim is to provide students with the knowledge on the classic modulations, namely PCM, AM, FM, and digital modulations, and also the knowledge on basic multiplexing techniques (in time and frequency). It is intended that students become familiarized with the time and frequency descriptions of signals and systems, as well as the concepts of signal bandwidth, sampling, and spectral density of signals. To achieve these goals students must understand the*

*functionally of electronic devices such as filters, multipliers, sample-and-hold, etc. The laboratorial component provides the students with a direct contact with systems that execute the subjects studied in the theoretical part.*

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

*A disciplina consiste em duas aulas teórico-práticas semanais, com duração de uma hora e meia (contemplam a realização de 3 minitests ao longo do semestre). Na componente laboratorial, com uma aula semanal de duas horas, são realizados 8 trabalhos práticos, estando os grupos limitados a dois alunos.*

*Nota final: Teoria 75% + Prática 25% (nota mínima em ambas: 9.5)*

*Teoria:*

*1.º Teste 20%*

*2.º Teste 40%*

*3.º Teste 40%*

*ou*

*Exame*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The course consists on two weekly sessions of theoretical-practical seminars with the duration of one hour and half each (with 3 mini-tests during the semester). There is also a laboratory part with one weekly session of two hours. In the laboratory the students must perform 8 group projects (two students per group).*

*Final grade: Theory 75% + Labs 25% (each with minimum grade: 9.5)*

*Theory:*

*1st Test: 20%*

*2nd Test: 40%*

*3rd Test: 40%*

*or*

*Exam: 100%*

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

*A compreensão das diferentes técnicas de modulação analógica e digital requer o conhecimento prévio da descrição de sinais no tempo e na frequência. Para a maioria dos alunos esta é a primeira unidade curricular que trata de sinais em detalhe e a transformada de Laplace é aprendida no fim doutra unidade curricular do semestre seguinte. Por esse motivo, os alunos começam por se familiarizar com os diferentes aspetos da Análise de Fourier (transformadas de Fourier, filtragem, impulsos Dirac, etc.) antes de estudarem as diferentes modulações. Deste modo, o programa da unidade curricular é consistente com os respetivos objetivos e a forma como está estruturado permite que os alunos os atinjam.*

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

*The understanding of different analog and digital modulation techniques requires the knowledge of time and frequency characterization of signals. For most students this is the first course that handles signals in detail, and the Laplace transform is taught in another course in the following semester. For this reason, students begin by familiarizing themselves with the different aspects of Fourier analysis (Fourier transforms, filtering, Dirac impulses, etc.) before studying the different modulations.*

*Therefore, the syllabus of the course is consistent with its objectives. Moreover, it is structured in a way that allows the students to achieve the objectives.*

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

*Paulo da Fonseca Pinto, notes from lectures, 2004/2005*

*Simon Haykin, Michael Moher, "An Introduction to Analog and Digital Communications", John Wiley, 2006*

*Ian Glover e Peter Grant, "Digital Communications", Prentice-Hall, 1998*

*Andrew Tanenbaum, "Computer Networks", 4th Edition, Prentice-Hall, 2003*

### Mapa IV - Microprocessadores

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Microprocessadores*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Microprocessors*

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

*EEC*

#### 4.4.1.3. Duração:

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

168

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

TP:28; PL:35

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

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

Pedro Alexandre da Costa Sousa - TP:56; PL:70

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

Sérgio Manuel da Silva Onofre - PL:70

Tiago José Monteiro Baptista Cabral Ferreira - PL:70

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

*Com base nos conhecimentos básicos adquiridos na disciplina de Sistemas Lógicos I e Sistemas Lógicos II, esta disciplina visa continuar a formação do aluno no sentido da compreensão do funcionamento dos processadores, contribuindo assim para desmistificar a «caixa»...*

**Saber:**

- Os processadores e os microcontroladores
- Dominar a linguagem de programação Assembly
- Subrotinas e interrupts.
- Sistemas Operativos
- Comunicação com periféricos (serie, paralela, USB)

**Fazer:**

- Especificação de algoritmos: fluxogramas e pseudo-código.
- Codificação de programas em assembly
- Especificação, Desenvolvimento de software para microprocessadores e microcontroladores

**Não Técnicas:**

- Capacidade de comunicação oral e escrita
- Realização de uma demonstração
- Relatório da análise, desenho e implementação de uma solução
- Organização de trabalho, gestão do tempo e cumprimento de prazos
- Trabalho e colaboração em equipa
- Capacidade de investigação e autonomia

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

*Based on the basic knowledge acquired in Logic Systems I and Logic Systems II, this discipline aims to give the student a more detailed view on the way microprocessors work, thus contributing to demystify the "box"...*

**Knowledge:**

- Processors and microcontrollers
- Assembly programming
- Subroutines, interrupts.
- Operating systems

**Do:**

- Algorithm specification: fluxograms and pseudo-code.
- Assembly programming
- Specification, Development and implementation of microprocessors and microcontrollers architectures

**Non-Technical:**

- Written and oral communication skills
- Demonstration skills
- Produce reports of analysis, design and implementation of a solution
- Work management, time management and delivery deadlines
- Teamwork and team participation
- Delivery
- Honesty

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Representação Interna de Dados*
- *Os Microprocessador*
- *Os microcontroladores*
- *Programação Modular*
- *Passagem de Parâmetros*
- *Armazenamento de dados ( Discos rígidos, Ficheiros )*
- *Manipulação de Strings*
- *Comunicação Série, Paralela e USB*
- *Interceção de Interrupts*
- *TSRs - Terminate and Stay Resident*
- *Introdução aos Sistemas Operativos*

**4.4.5. Syllabus:**

- *Internal Data representation*
- *The Microprocessors*
- *The Microcontrollers*
- *Modular Programming*
- *Procedures and Function Parameters*
- *Storage in Hard disk and Files*
- *String manipulation*
- *Serial and Parallel communication*
- *Interrupts*
- *TSR's - Terminate and Stay Resident*
- *Introduction to operating systems*

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

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

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

*Os exercícios propostos são de complexidade incremental e complementar.*

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

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

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

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

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

*The proposed exercises are of incremental and complementary complexity.*

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

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

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

*A disciplina encontra-se dividida em aulas teórico-práticas e práticas.*

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

*Nas aulas práticas a execução dos problemas (implementação) é efetuada em grupos de até três alunos.*

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

*Componente teórica (peso de 66%) - NT: Pode ser realizada através de 2 testes ou exame;*

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

*Componente prática (peso de 34%) – NP: 1Trabalho. Entrega através do Moodle. Avaliação com base nas funcionalidades implementadas.*

*É necessário ter nota média não inferior a 9.5 valores.*

*Cálculo da Nota Final - NF:  $NF = 66\% \cdot NT + 34\% \cdot NP$ .*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

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

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

*All of the work that students do in practice is part of the larger (integration) work that students have to deliver to work*

*on time, along with an analysis, design, and implementation report.*

*Theoretical component (66% weight in the grade) - NT: Can be accomplished by two test or exam;*

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

*Practical component (34% weight in the grade) - NP: One project: Submitted in Moodle. Evaluation based on functionalities.*

*Evaluation based on a report and discussion of the work;*

*You must have a grade of not less than 9.5.*

*Calculation of Final Grade - NF:  $NF = 66\% * NT + 34\% * NP$ .*

#### **4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:** *A disciplina encontra-se dividida em aulas teórico-práticas e práticas.*

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

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

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

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

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

#### **4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:** *The course is divided into theoretical-practical and practical classes.*

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

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

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

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

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

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

*Recomendados/Suggested:*

• *Digital Circuits and Microprocessors*

*Herbert Taub, McGraw-Hill International Editions, Electrical Engineering Series, ISBN 0-07-066595-8*

• *Fundamentals of Digital Logic and Microcontrollers 6th Edition, ISBN-13: 978-1118855799*

• *The Art of Assembly Programming, Second Edition, by Randall Hyde, ISBN-13: 978-1593272074*

• *The Intel Microprocessors", Barry B. Brey, Prentice Hall*

• *Slides da disciplina disponíveis no Moodle /Discipline slides available on the discipline webpage on Moodle*

*Alternativa a Digital Circuits and Microprocessors /Alternative to Digital Circuits and Microprocessors*

• *Arquitetura de Computadores, José Delgado e Carlos Ribeiro, FCA Editora de Informática, Lda., ISBN 987-972-722-245-2*

### **Mapa IV - Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Society, Sustainability and Digital Transformation*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*CHS*

**4.4.1.3. Duração:***80***4.4.1.4. Horas de trabalho:***Trimestral /Trimester***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José Luís Câmara Leme (Responsável e Regente) - TP:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Objetivos: levar os alunos a questionarem-se sobre as relações entre ciência, tecnologia, em particular tecnologia digital, ambiente e sociedade e suas implicações para um futuro sustentável e crescentemente informatizado.**Aquisição de conhecimentos: compreender a estrutura da tecnociência e sua relação com os contextos económico, político, social e cultural; compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; compreender a natureza sistémica, holística e transdisciplinar das questões de sustentabilidade; compreender os princípios e resultados do processo de transformação digital.**Aquisição de competências: perspetivar o relacionamento entre ciência, tecnologia e sociedade e suas interações com o ambiente e sustentabilidade; desenvolver o sentido de ética e responsabilidade social e ambiental; relacionar a prática profissional com uma cidadania crítica e consciente; compreender o processo de transformação digital e as suas implicações.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Objectives: to lead students to ask themselves about the relationship between science, technology, in particular digital technology, environment and society, and its implications for a sustainable and increasingly computerized future.**Specific capabilities:**(i) knowledge acquisition: understanding the structure of technoscience and its relationship with the economic, political, social and cultural contexts; master the interrelationships between science, technology and society; understand the principles and results of the digital transformation process.**(ii) acquisition of skills: to envision the relationship between science, technology and society and their interactions with the environment and sustainability; develop the sense of ethics and social and environmental responsibility; relate professional practice to the practice of critical and conscious citizenship; understand the digital transformation process and its social and individual implications.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Módulo Sociedade:**1. Globalização e Desafios Climáticos**2. Mobilidade e Justiça**3. Cibersegurança**4. Melhoramento Humano/ Human Enhancement**Módulo Sustentabilidade:**Visões de futuro e caminhos de sustentabilidade - limites do crescimento e implicações dos padrões de produção e consumo; crescimento verde e decrescimento sustentável. Pensamento sistémico para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) partindo das forças motrizes e analisando as implicações ambientais, sociais e económicas.**Módulo Transformação Digital:**Abordar a forma como as tecnologias digitais transformam o mundo atual e investigar sobre o futuro digital, incluindo aspetos sociais. Serão considerados exemplos no trabalho, aprendizagem, lazer e organização social.*

**4.4.5. Syllabus:***Society Module*

1. Globalization and Climate Challenges
2. Mobility and Justice
3. Cybersecurity
4. Human Enhancement

*Sustainability:*

*Sustainability visions and pathways Limits to growth limits and Spaceship Earth; implications of production and consumption patterns, green growth and sustainable degrowth proposals.*

*Systems Thinking for the SDGs, starting from the driving forces and analyzing its environmental, social and economic implications.*

*Digital Transformation Module*

*Address how digital technologies transform the current world and research the digital future, including social aspects. Examples of work, learning, leisure and social organization will be considered.*

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

*Tendo em conta que os objetivos da disciplina são levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo atual, estimulando a sua reflexão crítica no contexto da sua futura experiência profissional e de cidadania, escolheu-se um conjunto de tópicos considerados críticos para esta reflexão. Estes tópicos são abordados a partir da contemporaneidade, mas densificados com uma perspetiva histórica que dê aos alunos uma visão diacrónica e dinâmica das relações entre ciência tecnologia e sociedade. Os tópicos foram escolhidos tendo em conta a sua pertinência atual e a vontade de cobrir um leque de áreas diversificado, mas passível de serem estabelecidas pontes e diálogos entre os vários temas. As experiências individuais dos alunos são valorizadas e o debate é encorajado.*

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

*Given that this course aims at unveiling the nature and extent of the relationship between science, technology and society, thus stimulating students to engage in a critical reflection about their future professional practice and citizenship, we chose a set of topics we deem critical to this discussion. These topics are approached from a contemporary perspective but include a historical perspective that allows students a diachronic and dynamic perspective of the relations between science, technology and society. The topics are chosen taking into account their relevance, the need for covering a diversified range of areas, and the possibility to establish bridges and dialogues between the various themes. The individual experience of the students is valued and the debate is encouraged.*

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

*A UC está organizada em três Módulos. Para toda a UC os grupos são constituídos por 5 ou 6 alunos.*

*Sociedade*

*Este módulo é constituído por 4 temas. Os alunos fazem apenas um tema. A pesquisa realizada pelo grupo será apresentada sob a forma de um Pecha Kucha. Horas de contacto: 21h.*

*Sustentabilidade*

*Exercício de modelação participada sobre os ODS em que os alunos desenvolvem um diagrama causal recolhendo informação em estudo autónomo para substanciar o modelo e discutir medidas. Avaliação: apresentação dos trabalhos utilizando o diagrama causal como suporte da narrativa. Horas de contacto: 12h.*

*Transformação Digital*

*A avaliação deste módulo será feita através da apresentação de um poster por grupo, em sessão pública. Cada poster deve incluir um exercício de sistematização de uma tecnologia digital, da transformação que provoca e do impacto futuro, de acordo com os temas indicados. Horas de contacto: 12h.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The curricular unit is organized into three Modules. For the whole curricular unit the groups consist of 5 or 6 students.*

*Society*

*This module consists of four themes. Students assist only one themes. The research conducted by the group is presented in the form of a Pecha Kucha. Contact hours: 21h*

*Sustainability*

*Building a vision of a sustainable future. Participatory modeling exercise on SDGs in which students develop a causal loop diagram and collect information in autonomous study to substantiate the model and discuss measures. Evaluation: presentation of the works using the causal loop diagram to support the narrative. Contact hours: 12h*

*Digital transformation*

*The evaluation of this module will be done through the presentation of one poster per group, in a public session. Each*

*poster must include an exercise in systematizing digital technology, the transformation it causes and the future impact, according to the suggested themes. Contact hours: 12h.*

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

*As metodologias de ensino visam sensibilizar os alunos para os tópicos da disciplina através de uma estratégia de envolvimento dos alunos na compreensão ativa dos vários temas, usando elementos que lhes sejam familiares, nomeadamente filmes, documentários e peças de literatura. Uma vez estabilizados estes elementos, que permitem aos alunos o manuseamento de um conjunto de conceitos básicos, introduzem-se elementos novos que, assim, são acomodados no quadro já sedimentado. Finalmente, toda a estratégia de ensino visa estimular a análise crítica das relações contemporâneas entre ciência, tecnologia, sociedade, transformação digital e sustentabilidade no sentido de estimular a responsabilidade social e ética dos futuros cientistas e engenheiros.*

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

*The teaching method aims at involving students in the topics of the course promoting an active understanding of the various topics, by using familiar knowledge to them in particular movies, documentaries and books. Once these elements are stabilized, thus allowing students to handle a set of basic concepts, we introduce new elements that should be accommodated in the framework already settled. Finally, the whole teaching strategy aims to stimulate critical analysis of the relationship between science, technology, society, digital transformation, and sustainability and the development of a social and ethical consciousness among these scientists and engineers to be.*

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

*Peter Singer, One world - the ethics of globalization; New Haven & London: Yale University Press, 2002.  
Manjikian, Mary. Cybersecurity Ethics: an Introduction, Routledge, 2016  
Julian Savulescu e Nick Bostrom, Human Enhancement, Oxford University Press, 2009  
Mimi Sheller, Mobility Justice. The Politics of Movement in an Age of Extremes. London; Brooklyn, NY: Verso, 2018  
Meadows, D. H., Thinking in systems: A Primer. Earthscan. 2008.  
Robert, Costanza, and Kubiszewski Ida, eds. Creating a sustainable and desirable future: Insights from 45 global thought leaders. World Scientific, 2014.  
Aligning the Organization for Its Digital Future, Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, and Natasha Buckley, MIT Sloan Management Review, July 26, 2016  
Achieving Digital Maturity, Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, Natasha Buckley, October 01, 2017, MIT Sloan Management Review  
Artigos/Research Papers (ACM DL and other sources).*

### **Mapa IV - Análise Matemática IV B**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Análise Matemática IV B*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Mathematical Analysis IV B*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*M*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP:42; PL:14*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Fabio Augusto da Costa Carvalho Chalub – TP:42; PL:14*

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

*António Patrício Alexandre - PL:56*

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

*No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes consigam:*

- *modelar um problema real utilizando equações diferenciais;*
- *resolver uma equação diferencial utilizando as principais técnicas de solução;*
- *analisar o resultado obtido em particular sua interpretação consoante o problema original.*

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

*At the end of this course is expected that students be able to:*

- *Model a real world problem using differential equations*
- *Solve a differential equations using the most common methods*
- *Analyse the solution with respect to the original problem.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Diferenciais exatas. Fator integrante. Equações de variáveis separáveis; homogêneas; lineares de primeira ordem.*
2. *Equações diferenciais de segunda ordem; lineares. O método da variação das constantes.*
3. *Soluções por desenvolvimento em série.*
4. *Equações diferenciais lineares de ordem mais alta.*
5. *Sistemas de equações diferenciais lineares de coeficientes constantes. Equações diferenciais em coordenadas polares: movimento sob forças centrais. Estabilidade das soluções. Linearização de sistemas não-lineares próximo ao equilíbrio.*
6. *Transformadas de Laplace e o seu uso nas equações diferenciais.*
7. *Equações com derivadas parciais: calor, de onda e Laplace. Coordenadas esféricas.*
8. *Séries e transformadas de Fourier e seu uso nas equações diferenciais.*
9. *Cálculo variacional. O princípio da mínima ação; as equações de Euler-Lagrange. A braquistócrona.*
10. *A Transformada de Radon.*

#### 4.4.5. Syllabus:

1. *First order differential equations. Exact differentials. Integrating factors. Separation of variables. Homogeneous equations. Linear equations. Qualitative theory.*
2. *Second order differential equations. Linear equations and Euler equation. Variation of constants.*
3. *Solution in series.*
4. *Higher order linear equations.*
5. *Systems of linear equation with constant coefficients. Differential equations in polar coordinates. Linearization of non-linear systems near equilibria.*
6. *Laplace transform and its use in differential equations. Dirac delta.*
7. *Partial differential equations. Heat, wave and Laplace equations. Laplacian in spherical coordinates.*
8. *Fourier series and transforms: applications do differential equations.*
9. *Introduction to variational calculus. The law of sinus (Snell-Descartes). Catenary. The principle of minimum action. Euler-Lagrange equation and the lagrangean. Brachistochone curve.*
10. *Introduction to inverse problems. Radon transform.*

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

*Alguns tópicos (1-3, 5, 7) do programa introduzem diversas classes de equações diferenciais, introduzindo graus de complexidade matemática paulatinamente. Outros tópicos (4, 6, 8) introduzem técnicas mais gerais para solução de problemas anteriormente estudados, mas que não haviam sido satisfatoriamente resolvidos. Estas técnicas também são particularmente importantes em aplicações aos problemas de engenharia. Finalmente, os tópicos 9 e 10 apresentam aplicações a problemas reais.*

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

*Topics 1-3, 5 and 7 introduce different examples of differential equations, from the simpler to them complex. Topics 4, 6 and 8 introduce specific techniques that are more powerful and allows a better understanding of differential equations already studied. Furthermore, these techniques are particularly usefull in the applications. Finally, in topics 9 and 10, some real world applications are provided.*

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

*O ensino consiste na lecionação de aulas teóricas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos. São fornecidas fichas de exercícios aos alunos para serem trabalhadas fora das salas de aula, com o conhecimento adquirido previamente nas aulas teóricas. São lecionadas aulas práticas, onde o professor esclarece as dúvidas acerca das fichas fornecidas previamente, além disso são resolvidos no quadro os exercícios considerados mais relevantes.*

*Os alunos dispõem ainda do designado horário de dúvidas onde podem esclarecer as suas dúvidas com o professor. Os alunos são avaliados por dois ou três testes durante o semestre, obtendo a aprovação quem tiver média positiva. É*

*possível estabelecer nota mínima em alguns dos testes. Os alunos que não obtiverem aprovação podem realizar um exame de recurso.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus. Problem sheets are provided to students to be worked outside the classroom with prior knowledge acquired during the course. Practical classes are taught, where the teacher clarifies the doubts about the problems given previously and the more relevant problems are solved in the blackboard.*

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

*The assessment consists in two or three tests, with or without minimum grade in each one. If the average is positive, then students are approved; otherwise, they have a second chance "exame de recurso".*

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

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

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

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

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

*Apostol, T.M., Calculus, Volume I and Volume II, Blaisdell Publishing Company.*

*Howard, Anton, Calculus: A New Horizon, John Wiley and Sons.*

*Taylor, A.E., Man, W.R., Advanced Calculus, John Wiley and Sons.*

*Stewart, J. Cálculo, Thomson Learning.*

*Ferreira, M. A. e Amaral, I, Matemática, Integrais múltiplos, equações diferenciais, Edições Síabo*

*Algumas referências extra:*

*Pontos 7, 8 e 10. Butkov, E. Mathematical Physics.*

*Ponto 9. The Mathematics of Medical Imaging: A Beginner's Guide, Timothy G. Feeman, Springer.*

### Mapa IV - Probabilidades e Estatística C

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Probabilidades e Estatística C*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Probability and Statistics C*

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

*M*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral / Semester*

#### 4.4.1.4. Horas de trabalho:

*168*

#### 4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP:42; PL:14*

#### 4.4.1.6. ECTS:

*6*

#### 4.4.1.7. Observações:

*<sem resposta>*

#### 4.4.1.7. Observations:

*<no answer>*

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

Gracinda Rita Diogo Guerreiro - TP:42; PL:56

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

Dora Susana Raposo Prata Gomes - TP:42; PL:56

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

*O objetivo da unidade curricular é proporcionar ao aluno uma base sólida de conhecimentos elementares de Probabilidades e Estatística que constituem uma ferramenta indispensável à tomada de decisão em situações de incerteza. Esta aquisição de conhecimentos deverá municiar os alunos de uma capacidade de aquisição futura de conceitos mais avançados que surjam no seu percurso de formação académica e/ou profissional.*

*No final da unidade o estudante terá adquirido competências que lhe permitam:*

- Conhecer e compreender os elementos básicos da teoria e do cálculo das probabilidades;
- Descrever as principais distribuições probabilísticas de variáveis discretas e contínuas e aplicá-las na descrição de fenómenos aleatórios;
- Inferir sobre parâmetros populacionais com base em distribuições amostrais;
- Construir modelos estatísticos que permitam estabelecer uma relação funcional entre variáveis;
- Saber trabalhar com um software estatístico.

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

*The aim of the course is to teach the basic concepts of probability and statistics. The students will be prepared to handle the requirements during their professional activities that concern probabilities and statistics. With regard to probabilities, the goal is for students to develop skills to formulate problems concerning the results of random observations. Students should also be able to handle statistical techniques and be familiar with a statistical software package, in order to analyse parameters of a population, e.g. to be able to use linear regression as a first approach to model real data.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Teoria das Probabilidades
2. Variáveis aleatórias e suas distribuições de probabilidade
3. Momentos de variáveis aleatórias
4. Vetores aleatórios
5. Teorema Limite Central
6. Noções elementares de estatística
7. Estimação pontual e intervalar
8. Testes de hipóteses
9. Regressão linear simples

#### 4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to the theory of probability.
2. Random variables and their distributions.
3. Moments of random variables.
4. Random vectors.
5. Central limit theorem.
6. Basic notions of statistics.
7. Point and interval estimation.
8. Hypothesis testing
9. Simple linear regression.

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

*A componente de Probabilidades, que compreende os conteúdos programáticos 1 ao 5, destina-se a dar a conhecer as ferramentas probabilísticas fundamentais a um bom acompanhamento dos conceitos e resultados estatísticos. Cumprem-se assim os dois primeiros objetivos de aprendizagem.*

*Na componente de Estatística (conteúdos programáticos 6 ao 10) apresentam-se as técnicas estatísticas clássicas e de aplicação mais frequente nos problemas de inferência. Com estas matérias, pretende-se transmitir a forma de raciocínio sobre questões estatísticas, possibilitando um razoável acompanhamento e compreensão de outras técnicas mais complexas. Cumprem-se assim os dois últimos objetivos de aprendizagem.*

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

*The Probabilities component, which comprises syllabi 1 to 5, is intended to achieve understanding of the fundamental probabilistic tools for a good understanding of the concepts and results of statistics. This fulfils the first two objectives of the curricular unit.*

*The Statistics component (syllabi 6 to 10) presents the classic and most frequently used statistical techniques in inference problems. With this component, the students should be able to follow-up and understand other more complex techniques. This fulfils the last two objectives of the curricular unit.*

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

*O método de ensino utilizado nesta unidade curricular pode ser resumido como se segue:*

- Os temas são introduzidos através de uma exposição oral detalhada dos conteúdos da Unidade Curricular utilizando, sempre que possível, exemplos de aplicação à matéria a ser lecionada. Pretende-se também motivar no aluno o interesse pelo estudo desta matéria. A exposição oral é feita tradicionalmente no quadro com apoio de "slides".
- Seguidamente são propostos e corrigidos exercícios e são tiradas dúvidas que tenham resultado do estudo dos alunos.
- Ao longo do semestre são realizadas provas de avaliação contínua.

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The teaching method used in this course can be summarised as follows:*

- The topics are introduced through an oral presentation detailing the contents of the course using, where possible, examples of applications of the subject matter. It is also intended to motivate the student's interest in the study of this matter. The oral presentation is given traditionally using a black board, supplemented with "slides".
- Following this, exercises are given and corrected. Also, raised doubts by the students are clarified.
- Throughout the semester continuous evaluation tests are applied.

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

*As aulas são de carácter teórico-prático o que à partida permite uma ligação estreita e imediata entre os conceitos teóricos e a sua aplicabilidade.*

*Os alunos têm um contacto de 4h semanais com a disciplina, repartidos por dois períodos de 1h30m de aulas teórico-práticas complementados com uma hora de contacto para resolução de exercícios.*

*Na primeira parte da aula introduzem-se os conceitos teóricos com a ilustração de exemplos práticos, sempre que possível. Na segunda parte complementa-se a aprendizagem com a resolução de exercícios. Desta forma, os alunos têm uma visão integrada dos tópicos lecionados, fomentam o espírito crítico e o trabalho em grupo. Para que a visão integrada dos tópicos se vá mantendo ao longo do funcionamento da unidade é exigida a frequência das aulas.*

*O trabalho em aula é complementado com a resolução de exercícios propostos. Os alunos têm um apoio adicional no seu estudo quer com material de suporte ("sildes" e sebenta da matéria teórica, exames e testes resolvidos), quer com horários de atendimento, ambos disponíveis na página web da unidade curricular.*

*O cumprimento dos objetivos é avaliado de uma forma contínua ou por exame em época de recurso.*

*A forma contínua passa pela realização de dois testes. No primeiro teste avalia-se se os conceitos probabilísticos foram apreendidos. Garante-se assim a base para a introdução dos conceitos estatísticos. O segundo teste avalia as competências adquiridas ao nível da estatística.*

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

*Hands-on theoretical classes are used, allowing an immediate connection between theoretical concepts and their applicability.*

*Students have 4 hours contact with the unit each week, divided into two periods of 1h30m each for expository classes plus 1 hour for problem solving.*

*In the first part of the class the theoretical concepts are introduced. The second part focused on problem solving. This way, the students have an integrated view of the topics taught, fostering critical thinking and teamwork. Class attendance is required for an integrated vision of the topics.*

*The class work is supplemented with practical exercises. Students have access to additional supporting material such as overhead sheets and past examination materials, and can request additional dedicated time, both available on the course's webpage.*

*The achievement of the objectives is assessed through continuous evaluation as well as through a final exam.*

*The continuous evaluation is done in two parts. The first test evaluates whether the probabilistic concepts have been learned, or in other words if the first two unit objectives have been achieved. This ensures the foundation for the introduction of the statistical concepts. The second test assesses the acquired statistics skills.*

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

*Guimarães, R.C. & Cabral, J.A.S. (2007), Estatística, McGraw-Hill.*

*Montgomery, D.C. & Runger, G.C. (2011), Applied Statistics and Probability for Engineers, John Wiley.*

*Paulino e Branco (2005). Exercícios de Probabilidade e Estatística. Escolar Editora.*

*Pedrosa, A.C. & Gama, S.M.A. (2004), Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística, Porto Editora.*

*Ross, S.M. (2014). Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Academic Press, 5th Edition.*

### Mapa IV - Sistemas de Telecomunicações

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Sistemas de Telecomunicações*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Telecommunication Systems*

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

*EEC*

#### 4.4.1.3. Duração:

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

168

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

T:24; PL:39

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

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

Paulo da Costa Luís da Fonseca Pinto – PL:117

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

Luis Filipe Lourenço Bernardo – T:24; PL:117

Pedro Miguel Figueiredo Amaral – PL:78

Paulo Miguel de Araújo Borges Montezuma de Carvalho – PL:39

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

*Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre as redes de telecomunicações modernas de modo a compreenderem o funcionamento das suas principais características.*

*O destaque vai para as suas arquiteturas gerais (tanto do ponto de vista de hardware como software) e para o modo como as redes se formam obedecendo a modelos de referência.*

*Pretende-se que os alunos se sintam familiarizados com os vários níveis físicos possíveis (guiados, não guiados, etc.) e que percebam a necessidade de uso do nível lógico assim como de um subnível de acesso a um meio partilhado.*

*Para cada nível (ou subnível) estudam-se algumas redes reais e pretende-se que os alunos desenvolvam espírito crítico sobre as principais opções técnicas adotadas para essas redes.*

*A parte laboratorial consiste na aprendizagem básica da programação de aplicação em redes utilizando sockets, relevante para futuras disciplinas no curso.*

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

*Provide the students with knowledge on current telecommunication networks in order to understand their main characteristics.*

*The emphasis goes to the general architectures (both in terms of hardware and software) and to the way the networks are defined based on reference models.*

*It is also an objective that the students become familiar with the various physical layers (guided, not guided, etc.) and feel the need for a data link layer as well as the medium access control sublayer to access a shared medium. For each layer (or sub-layer) some real networks are studied. It is important that the students acquire enough critical knowledge about the main technical choices made for each of the example networks. The theoretical syllabus goes up till the Network layer (excluding it).*

*The laboratory part consists on learning how to use the socket interface both using TCP and UDP in order to provide the students of enough knowledge that will be important in future courses in the degree.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução*

- *Uso de Redes de Computadores; O Hardware de Redes; O Software de Redes; Modelos de Referência; Exemplos de Redes; Normalização em Redes; API para aplicações em rede.*

*O Nível Físico*

- *Bases Teóricas; Meios de Transmissão Guiados; Transmissão sem fios; Comunicação por Satélite; - O Sistema Telefónico; O Sistema Telefónico Móvel; Televisão por Cabo.*

*O Nível Lógico*

- *Considerações Gerais; Controlo de erro; Protocolos Elementares; Protocolos de Janela Deslizante.*

*O Subnível de Acesso ao Meio (MAC)*

- *O Problema da Alocação do Canal; Protocolos de Acesso Múltiplo; Ethernet; Wireless LANs, Banda Larga no Sistema Telefónico Móvel; Bluetooth; Comutação no Nível Lógico.*

**4.4.5. Syllabus:***Introduction*

- *Uses of Computer Networks: Network Hardware; Network Software; Reference Models; Example Networks; Network*

*Standardization; Network Applications' Programming Interface.*

*The Physical Layer*

*• The Theoretical Basis for Data Communication; Guided Transmission Media; Wireless Transmission; Communication Satellites; The Public Switched Telephone Network; The Mobile Telephone System; Cable Television.*

*The Data Link Layer*

*• Data Link Layer Design Issues; Error Detection and Correction; Elementary Data Link Protocols; Sliding Window Protocols; Example Data Link Protocols.*

*The Medium Access Control Sublayer*

*• The Channel Allocation Problem; Multiple Access Protocols; Ethernet; Wireless LANs; Broadband Wireless Cellular Networks; Bluetooth; Data Link Layer Switching.*

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

*Nas aulas teóricas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto, que é aprofundado nas aulas práticas.*

*Os exercícios propostos em fichas de exercícios e na avaliação teórica cobrem a matéria dada exigindo dos estudantes a compreensão dos conceitos e protocolos envolvidos, exercitando a sua utilização em diferentes cenários.*

*Nas aulas práticas os estudantes desenvolvem a capacidade para desenvolver aplicações em rede e para aplicar alguns dos conceitos aprendidos para resolver problemas concretos, que envolvem a utilização das interfaces de programação e o dimensionamento de sistemas (e.g. influência da taxa de erros no desempenho da aplicação). É fornecido um embrião do sistema proposto e um conjunto de módulos, que é completado durante o trabalho pelos estudantes.*

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

*The students acquire the theoretical knowledge of the syllabus attending the theoretical lectures and apply it in the lab classes.*

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

*In the lab classes, students develop the ability to implement network applications and to apply some of the concepts learned to solve practical problems, involving the use of programming interfaces and configuration of systems (e.g. influence of the error rate in the application performance). It is provided a set of building blocks and an embryo of the proposed system, which is completed by the students.*

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

*As aulas teóricas têm um cariz mais expositivo, mas incluem exercícios e demonstrações da utilização dos sistemas aprendidos (e.g. 802.11). Nas aulas práticas os alunos aprendem o ambiente de desenvolvimento Java e realizam dois projetos onde usam a interface de rede e aplicam conhecimentos de controlo de erros e sobre a estrutura das redes.*

*Existe avaliação teórica e avaliação prática, com um peso de 75% e 25% respetivamente. É necessário obter a classificação de 9 valores em cada componente. A componente teórica da disciplina pode ser realizada através de testes (3 testes ao longo do semestre)<sup>[1]</sup> ou um exame final.*

*A componente prática é composta por dois trabalhos práticos realizados em grupos de dois ou três elementos, com metas intermédias ao longo do trabalho e uma discussão final com avaliação individual de cada membro do grupo. A falta de assiduidade é penalizada, levando à exclusão a partir da 4.ª falta.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The lectures consist mainly on the presentation of the theory, but they also include exercises and demonstrations of the use of the learned systems (e.g. 802.11).*

*In the laboratory classes the students learn about the Java development environment and implement two projects where they use the network interface and apply their knowledge on error control and on the telecommunication's network structure.*

*The assessment has a theoretical and a practical part, weighting respectively 75% and 25%. It is necessary to obtain more than 9 points in each part.*

*Theoretical part:*

*The theoretical part can be obtained either by  
3 assessment mid-term tests  
final exam*

*Practical part:*

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

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

*A disciplina pretende desenvolver nos estudantes a capacidade de compreender a estrutura das redes de telecomunicações, incluindo como é feito o controlo de erros e de controlo de acesso em meios partilhados. Pretende-se também desenvolver a capacidade básica de programar aplicações que comunicam em rede. Esta capacidade envolve principalmente um conhecimento profundo dos conceitos e técnicas, mas também uma experiência prática na utilização da interface de programação. De facto existem duas dimensões nas quais os estudantes podem ser avaliados: a) se são capazes de compreender os vários sistemas estudados; e b) se são capazes de desenvolver programas de maneira a satisfazer uma especificação.*

*A primeira dimensão pode ser obtida em grande parte pela frequência das aulas teóricas, onde os assuntos são apresentados e explicados. Ao frequentar estas aulas, um estudante aplicado acaba por adquirir um conhecimento alargado dos sistemas e protocolos, complementado com exemplos da sua aplicação, e do papel individual que cada um desempenha no sistema em que está integrado. Nas aulas e a nível da avaliação teórica, é comum a introdução de perguntas que obrigam a uma visão transversal que usa aspetos teóricos aprendidos de forma dispersa. Um teste de avaliação inicial nas primeiras semanas de aulas permite transmitir aos alunos o nível de profundidade que se pretende a nível da avaliação teórica.*

*A segunda dimensão no entanto, requer uma familiaridade mais intensa com a linguagem de programação (introduzida pela primeira vez no curso nesta disciplina), e com os padrões que são usados para resolver problemas típicos, e esse conhecimento só pode ser obtido adequadamente através do seu treino. As aulas práticas obrigam à aplicação do conteúdo da documentação tutorial fornecida, funcionando o apoio do docente como um último recurso, apenas para a resolução de dúvidas específicas. As aulas são de frequência obrigatória, e os objetivos para cada aula são identificados, permitindo um acompanhamento semanal do trabalho dos alunos. A discussão oral final dos grupos com nota individual permite aferir o nível de conhecimento de cada aluno.*

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

*The course aims at developing in the students the understanding of how telecommunication networks are structured, including how error control and shared medium access control is done. It also aims at providing basic network programming skills. Such abilities not only require a deep understanding of the concepts and techniques but also practical experience in using the programming interface. In fact there are two dimensions in which students can be assessed: a) whether they are able to understand the various protocols and systems studied and b) whether they are able to develop programs that meet a specification.*

*The first dimension can be largely met by attending the theoretical classes, where the subjects are presented and explained. By attending these classes, a dedicated student will eventually develop an understanding of the systems and protocols, complemented with examples of its application, and the role that each individual protocol plays in the system. In the classes and in the theoretical assessment, some questions require a cross-sectional view that uses theoretical aspects learned dispersed. An initial assessment test in the first weeks of the classes allows students to convey the level of depth that is desired for the theoretical valuation.*

*The second dimension however, requires a deeper familiarity with the Java programming language (firstly introduced in this curricular unit) and development approaches that are used to solve typical problems, and such knowledge can only be adequately obtained by adequate training. Practical classes require using the contents of the tutorial documentation provided. The teacher support is a last resort, only to resolve specific doubts. Classes are compulsory, and objectives for each class are identified, allowing for weekly monitoring of students' work. The final oral discussion of group work with individual grades allows assessing the level of knowledge of each student.*

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

1. "Computer Networks", A. Tanenbaum & D. Wetherall, 5ª ed, Prentice-Hall, 2010
2. Vários documentos tutoriais disponibilizados na página da disciplina / Several tutorial documents available on the class web page.

### **Mapa IV - Eletrónica I**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Eletrónica I*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Electronics I*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EEC*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

**4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:35; PL:28***4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Pedro Abreu de Oliveira – TP:35; PL:84***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Goes – TP:35**Luís Oliveira – PL:84**Rui Tavares – PL:84***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Partindo do conhecimento em teoria de circuitos, inicia-se o estudo de circuitos com semicondutores. Começa-se pelo funcionamento de dispositivos semicondutores, nomeadamente, diodo, transistor de junção bipolar (TJB) e transistor de efeito de campo (MOSFET). Com base nas características elétricas destes dispositivos pretende-se que o estudante comece por aprender a analisar e/ou dimensionar circuitos eletrónicos simples, tais como retificadores de sinal ou amplificadores de baixa frequência. Seguidamente o estudante será exposto à análise e ao dimensionamento de amplificadores mais complexos suportados em arquiteturas multiandar combinando transistores BJT e MOSFET, e montagens com amplificadores operacionais (AMPOP). Pretende-se que o estudante desenvolva capacidades de análise e resolução de problemas concretos em circuitos eletrónicos, execução de projetos simples, trabalho em equipa em regime de autonomia com uma eficiente gestão do tempo, e apresentação escrita e oral.*

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

*The goal of this course is to explain the basic electronic components, such as diodes and transistors (BJTs and MOSFETs). It is required that students learn the electrical characteristics of these components, as well as knowing to implement simple electronic circuits, based on several types of transistors and diodes. The student learns to design multi-stage amplifiers combining BJTs and field effect transistors as well as to analyze basic circuits employing operational amplifiers.*

*The student will develop the ability to solve problems, work in a team and autonomously. Students also will learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention is given to the ability of written and oral presentation of the work.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1-Díodos de Junção Bipolar:Díodo ideal, característica tensão-corrente do díodo, análise de circuitos com díodos;modelo de pequenos sinais do díodo; Díodo de Zener;circuitos retificadores.*

*2-Transistores de junção bipolar (TJB): zonas de funcionamento; características dos TJBs;cálculo do ponto de funcionamento em repouso de circuitos com TJB;modelo de pequenos sinais do TJB;Circuitos de amplificação com transistores TJB:emissor comum, base comum,seguidores de emissor;pares diferenciais e fontes de corrente; circuitos de amplificação multi-andar.*

*3-Transistores de efeito de campo (MOSFET):características tensão-corrente;análise DC(cálculo do PFR);modelo de pequenos sinais;circuitos de amplificação utilizando MOSFETS*

*4-Amplificadores operacionais:Amplificador operacional ideal;análise de circuitos com amplificadores operacionais;Características não-ideais dos amplificadores operacionais*

*5-Circuitos digitais/lógicos básicos NAND,NOR e inversores utilizando tecnologia complementar CMOS*

**4.4.5. Syllabus:**

*1- Bipolar junction diodes. The ideal diode. Diode current-voltage characteristic. Circuit analysis with diodes. Small signals diode model. Zener diode. Rectifier circuits.*

*2- Bipolar junction transistors (BJT). Transistor operation modes and characteristics. Polarization. Small signal models. Transistor amplifier circuits. The common-emitter. The common-base. The common-collector. Differential pairs. Current sources. Multi-stage amplifiers.*

*3- Field effect transistors (MOSFET and JFET). Current-voltage characteristics. Biasing. Small signal models. Amplifier circuits.*

*4- The ideal operational amplifier. Circuit analysis with operational amplifiers. Non-ideal characteristics of operational amplifiers.*

*5- Basic logic circuits. Gates NAND, NOR and NOT using CMOS technology.*

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

*Nas aulas teórico-práticas, depois da exposição teórica da matéria pelo docente, os exemplos/exercícios propostos permitem aos estudantes compreenderem melhor a matéria e desenvolverem capacidade de raciocínio.*

*Nas aulas práticas os exercícios propostos cobrem toda a matéria dada exigindo dos estudantes uma maior compreensão dos conceitos e técnicas de projeto de circuitos. O contínuo apoio do docente permite ajudá-los a concluírem com sucesso os diferentes problemas propostos. Os estudantes desenvolvem a capacidade de resolver problemas e com autonomia.*

*Nas aulas de laboratório os estudantes têm contacto com as experiências que ilustram os pontos principais da matéria e que lhes permitem consolidar os conceitos principais bem como desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa. Os estudantes aprendem também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Deu-se particular atenção à capacidade de apresentação escrita dos trabalhos realizados.*

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

*In theoretical-practical classes after the theoretical exposition of the matter by the lecturer, some examples/exercises allow students to gain a deeper understanding of the concepts and techniques of this course as well as developing reasoning skills.*

*In practical classes, the exercises allow the students to gain a greater understanding the concepts and techniques of circuit design. The continued support of the lecturer helps them to complete successfully the different problems proposed. The students are invited to develop the ability to solve problems in an autonomously way.*

*In laboratory classes the students have contact with experiments illustrating the course key points allowing them to consolidate their knowledge and develop teamwork skills. Students also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention is given for the work written presentation.*

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

*Os conceitos teóricos da matéria da UC são explicados pelos professores nas aulas teórico-práticas, sendo depois explicitada a aplicação destes conceitos através de exercícios e exemplos práticos de circuitos.*

*Resolução de problemas pelos estudantes nas aulas práticas, disponibilizados na página da unidade curricular, antes das aulas. Aulas laboratoriais com pré-preparação e elaboração de relatório pelos estudantes. Elaboração de projeto final.*

*Avaliação contínua. Nas aulas práticas, realização de trabalhos laboratoriais com elaboração de relatório experimental, realização de trabalho final com discussão, três testes ou exame final.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The theoretical concepts of the course syllabus are explained in the theoretical-practical classes and then the application of these concepts is clarified through exercises and practical examples of circuits.*

*Resolution of sets of problems, available in the web page of the course, before the classes. Laboratorial classes with preparation in advance and report done by the students. Final project.*

*Continuous assessment. In practical classes, laboratory work with writing report, three tests or final exam.*

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

*O funcionamento de componentes eletrónicos básicos, tais como díodos e transístores é explicado nas aulas teórico-práticas, a análise e dimensionamento de circuitos eletrónicos básicos é também explicado. Estes conhecimentos são fundamentados utilizando a apresentação de exemplos e a resolução de exercícios sobre circuitos eletrónicos, quer nas aulas teórico-práticas e nas aulas práticas. Os estudantes são encorajados a resolver problemas sobre a matéria exposta fora das aulas: conjuntos de problemas com resolução são disponibilizados na página da UC desenvolvendo a capacidade de resolver problemas em autonomia.*

*Nas aulas de laboratório os estudantes constroem e testam diversos circuitos permitindo a aprendizagem sobre os problemas práticos dos circuitos eletrónicos e complementar os conceitos teóricos aprendidos. Estes trabalhos de laboratório são realizados em grupo, estimulando, por essa via, o trabalho em equipa. É solicitada a elaboração de um relatório sobre cada trabalho.*

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

*In the theory-practical classes the behavior of basic electronic components such as diodes and transistors is explained, the analysis and design methods of electronic circuits are also explained. This knowledge is consolidated through the resolution of problems and through the presentation of practical electronic circuits. The students are encouraged to solve sets of problems available in the web page of the course (the solutions for these problems are also available on the web).*

*In the laboratory classes the students build and test several electronic circuits, this allows the students to further consolidate the knowledge acquired in the theoretical classes and learn the issues associated with the physical implementation of electronic circuits. The lab projects are realized by groups of students, thus stimulating group work. The students have to write a report for each project.*

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

- Sedra/Smith, *Microelectronic Circuits, 8th Edition, Oxford University Press, November 2019.*
- M. M. Silva, *Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos (6ª edição), F. C. Gulbenkian, Dezembro 2014.*
- M. M. Silva, *Circuitos com Transístores Bipolares e MOS (4ª Edição), F. C. Gulbenkian, Janeiro 2003.*
- B. Razavi, *Fundamentals of Microelectronics, 2nd Edition, Wiley, June 2014*

**Mapa IV - Teoria de Sinais****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Teoria de Sinais***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Signal Theory***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EEC***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:21; PL:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Fernando José Almeida Vieira do Coito – TP:63; PL:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Raúl Eduardo Capela Tello Rato – PL:84**Bruno Guerreiro – PL:126***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*O estudante adquire as seguintes capacidades: domínio de conceitos e ferramentas analíticas para análise e processamento de sinais determinísticos, em tempo discreto e tempo contínuo, e sua aplicação prática; compreensão dos principais aspetos da amostragem de sinais. O estudante adquire a capacidade de usar ferramentas analíticas e computacionais na resolução de problemas em processamento de sinal.*

*Objetivos:**Saber*

- *Conceitos fundamentais em análise e processamento de sinal*
- *Conceitos fundamentais em análise de sistemas dinâmicos*
- *Conceitos básicos de ferramentas computacionais para análise de sinais e sistemas*

*Fazer*

- *Modelação de problemas de análise e processamento de sinais e sistemas*
- *Utilização de ferramentas computacionais para apoio à sua resolução*

*Soft Skills*

- *Aprender a trabalhar em grupo*
- *Rigor e capacidade analítica*

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

*In this subject the student will learn: to handle the main concepts and analytical tools for analysis and processing of deterministic discrete-time signals; to analyze continuous-time signals and systems; the main concepts on sampling signals. The student acquires the ability to apply analytical and computational tools to solve real signal processing problems.*

**Objectives:**

**Knowledge**

- Fundamental concepts on signal processing and analysis
- Fundamental concepts on dynamic system analysis
- Basic concepts on computational tools for the analysis of signals and systems

**Know-how**

- Modelling of problems for the analysis of signals and systems
- Applying computational tools to aid solve these problems

**Soft Skills**

- Develop group-based working practices
- Accuracy and analytical skill

#### **4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1 Introdução aos Sinais e sistemas
- 2 Sistemas lineares e invariantes no tempo
- 3 Transformada de Laplace
- 4 Transformada Z
- 5 Os sinais periódicos e a série de Fourier
- 6 Transformada de Fourier de sinais discretos
- 7 A transformada de Fourier de sinais a tempo contínuo.
- 8 Aplicações

#### **4.4.5. Syllabus:**

- 1 Introduction to signals and systems
- 2 Linear time invariant systems
- 3 Laplace transform
- 4 Z transform
- 5 Periodic signals and the discrete time Fourier series
- 6 The Fourier transform for discrete time signals
- 7 The continuous time Fourier transform.
- 8 Applications

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

*O conjunto de temas abordados é comum à maioria dos cursos de T. Sinais em estabelecimentos de ensino superior nacionais e estrangeiros. Os temas estão organizados de modo a que a transição entre capítulos surja de forma natural, permitindo explorar elementos comuns entre capítulos sucessivos, o que proporciona uma aprendizagem progressiva dos novos conceitos.*

*Os temas tratados constituem fundamentos sobre os quais assentam outras disciplinas de semestres mais avançados (ex.: Teoria de Controlo, Controlo por computador, Eletrónica II).*

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

*The syllabus is similar to that found in courses on Signal Theory from other universities. The syllabus organization provides a flow of subjects that renders natural the transition from one chapter to the next, allowing to exploit common elements and a progressive understanding of new concepts.*

*The different subjects addressed are fundamental for the understanding of more advanced courses (ex.: Control Theory, Digital Control, Electronics II)*

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

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

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The course is organized with TP classes and PL classes. On a weekly schedule the classes are organized as a unit in which the concepts are introduced during the TP class, in which they are applied from an analytical point of view. On PL classes the analytic application is combined with an hands-on approach. Each unit covers a main subject.*

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

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

*Estes objetivos são realizados através de três fases de aprendizagem*

1. Os estudantes são confrontados com os conceitos e ferramentas analíticas. Usa-se uma abordagem construtiva,

*utilizando recursivamente conceitos já adquiridos para a elaboração de novo conhecimento.*

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

*3. Os estudantes realizam, autonomamente, actividades destinadas a consolidar a compreensão dos temas e a habilitá-los a resolver problemas reais.*

*Cada um dos temas tratados na disciplina é apreendido através deste processo, conduzindo o estudante através de um percurso compreensão – aplicação, essencial em processamento de sinais.*

*A componente analítica inerente aos temas tratados induz a necessidade de rigor na resolução dos problemas. A realização de atividade experimental leva o estudante a perceber a importância prática do rigor analítico requerido. A realização de atividade experimental induz no estudante a aquisição de competências tanto analíticas, como computacionais, realçando a sua interdependência.*

*Uma parte do esforço exigido pela disciplina é realizado como trabalho de grupo.*

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

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

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

*These objectives are achieved through three stages of learning.*

*1. Students are confronted with analytical concepts and tools. A constructive approach is used, recursively using concepts already acquired for the elaboration of new knowledge.*

*2. Students are confronted with the need to use new knowledge and problem-solving skills with the support of the teacher.*

*3. Autonomously, students carry out activities aimed at consolidating their understanding of the subjects and enabling them to solve real problems.*

*Each of the subjects covered in the course is learned through this process, leading the student through an understanding - application path, essential in signal processing.*

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

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

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

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

*Bibliografia recomendada:*

*M. D. Ortigueira e Fernando J. Coito, Teoria de Sinais – Texto de suporte à disciplina*

*Fernando Coito – Aulas práticas de Teoria de Sinais*

*Outra bibliografia:*

*M. D. Ortigueira, "Processamento Digital de Sinais", Fundação Calouste Gulbenkian.*

*Notas das aulas Teóricas - F.Coito*

*Alan V. Oppenheim, "Signals and Systems", Prentice Hall*

*Bernd Girod, R. Rabenstein e A. Stenger, "Signals and Systems", Wiley*

*I.M.G. Lourtie, "Sinais e Sistemas", Escolar Editora*

*A. Quarteroni e F. Saleri, "Cálculo Científico com MatLab e Octave", Springer*

*Manual de Matlab*

*Introdução ao Simulink*

### **Mapa IV - Eletrónica II**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Eletrónica II*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Electronics II*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EEC*

**4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:35; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Augusto Bica Gomes de Oliveira – TP:35; PL:84***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Joao Pedro Oliveira – TP:35; PL:84***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Esta UC tem como objetivo explicar o funcionamento de circuitos eletrónicos complexos tais como: amplificadores realimentados, osciladores, filtros analógicos e conversores de sinal. Pretende-se que o estudante aprenda a utilizar a realimentação em circuitos eletrónicos para construir amplificadores, osciladores e filtros.*

*O estudante vai desenvolver a capacidade resolver problemas, trabalhar em equipa e com autonomia. O estudante aprende também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Dá-se atenção à capacidade de apresentação escrita e oral dos trabalhos realizados.*

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

*The course aims to explain the operation of complex electronic circuits: amplifiers, oscillators, analog filters, and signal converters. The students will learn how to use feedback in electronic circuits, in order to design: amplifiers, oscillators, and filters.*

*The students will develop the skill to solve problems, work in a team as well as autonomously. Students also will also learn how to improve their capability to manage time. Special attention is given to such skills as written and oral presentation of the proposed work.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*1- Resposta em frequência: Análise de circuitos no s-domínio; diagramas de Bode de amplitude e de fase.*

*2- Teoria da realimentação: Estrutura geral da realimentação; propriedades da realimentação negativa; topologias básicas da realimentação (série-série, série-paralelo, paralelo-série, paralelo-paralelo); Ganho em malha fechada; Efeito da realimentação nos pólos de um amplificador; Estudo da estabilidade com base em diagramas de Bode; definição de margem de fase e de ganho; compensação de amplificadores.*

*3- Osciladores e geradores de sinal: Princípio básico de osciladores, critério de Barkhausen; circuitos osciladores sinusoidais; osciladores não-lineares: multivibradores astáveis.*

*4- Filtros analógicos: Aproximações de Chebyshev e de Butterworth; secções biquadráticas discretas (Salen and Key, Rauch, etc).*

*5- Conversores de sinal: Conversores analógico-digitais e digital-analógico; circuitos de amostragem e retenção.*

**4.4.5. Syllabus:**

*1 - Frequency response: s-domain circuit analysis; Bode diagrams of amplitude and phase.*

*2 - Feedback theory: General structure of the feedback; properties of negative feedback; basic topologies of feedback (series-series, series-parallel, parallel-serial, parallel-parallel); closed loop gain; Effect of the poles in a feedback amplifier. Study of the stability based on Bode diagrams, definition of phase margin and gain; compensation of amplifiers.*

*3 - Oscillators and signal generators: Principle of oscillators, Barkhausen criteria; sinusoidal oscillator circuits, non-linear oscillators: multivibrators.*

*4 - Analog filters: Chebyshev and Butterworth approximations; biquadratic discrete sections (Salen and Key, Rauch, etc).*

*5 - Signal Converters: analog-to-digital and digital-to-analog converters; sample and hold circuits.*

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

*Nas aulas teórico-práticas, depois da exposição teórica da matéria pelo docente, os exemplos/exercícios propostos permitem aos estudantes compreenderem melhor a matéria e desenvolverem capacidade de raciocínio.*

*Nas aulas práticas os exercícios propostos cobrem toda a matéria dada exigindo dos estudantes uma maior compreensão dos conceitos e técnicas de projeto de circuitos. O contínuo apoio do docente permite ajudá-los a concluir com sucesso os diferentes problemas propostos. Os estudantes desenvolvem a capacidade de resolver problemas e com autonomia.*

*Nas aulas de laboratório os estudantes têm contacto com as experiências que ilustram os pontos principais da matéria e que lhes permitem consolidar os conceitos principais bem como desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa. Os estudantes aprendem também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Deu-se particular atenção à capacidade de apresentação escrita dos trabalhos realizados.*

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

*In theoretical-practical classes after the theoretical exposition of the matter by the lecturer, some examples/exercises allow students to gain a deeper understanding of the concepts and techniques of this course as well as developing reasoning skills.*

*In practical classes, the exercises allow the students to gain a greater understanding the concepts and techniques of circuit design. The continued support of the lecturer helps them to complete successfully the different problems proposed. The students are invited to develop the ability to solve problems in an autonomously way.*

*In laboratory classes the students have contact with experiments illustrating the course key points allowing them to consolidate their knowledge and develop team work skills. Students also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention is given for the work written presentation.*

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

*Os conceitos e técnicas básicos de amplificadores, osciladores e filtros são explicados pelos professores nas aulas teórico-práticas com o auxílio de slides, exercícios e exemplos práticos, alguns dos quais feitos no simulador de circuitos Pspice (atualizados anualmente).*

*Resolução de problemas pelos estudantes nas aulas práticas, disponibilizados na página da unidade curricular, antes das aulas. Aulas laboratoriais com pré-preparação e elaboração de relatório pelos estudantes. Elaboração de projeto final.*

*Avaliação contínua nas aulas práticas, realização de trabalhos laboratoriais com elaboração de relatório experimental, realização de trabalho final com discussão, três mini-testes e dois testes ou exame final.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The basic concepts and techniques of amplifiers, oscillators and filters are explained by lecturer in the theoretical-practical practical classes using slides, exercises and practical examples, some of which using the circuit simulator Pspice (updated annually).*

*Resolution of sets of problems, available in the web page of the course, before the classes. Laboratorial classes with preparation in advance and final report done by the students in group. Final project.*

*Continuous assessment in practical classes, laboratory work with writing report, three mini tests and two tests or final exam.*

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

*A unidade curricular pretende desenvolver nos estudantes a capacidade de projetar circuitos eletrónicos complexos: por exemplo, amplificadores, osciladores e filtros.*

*Nas aulas teórico-práticas as metodologias e técnicas de projeto de circuitos são apresentadas e explicadas em detalhe. Os estudantes ao frequentarem estas aulas adquirem os conceitos teóricos de suporte necessários para o projeto de circuitos. Em cada aula, pelo menos um exemplo prático é dado, o que ilustra os conceitos dados e permite uma maior compreensão por parte dos estudantes.*

*Nas aulas práticas os estudantes têm o contacto com uma lista de exercícios que permite a compreensão de uma maior parte dos conceitos e metodologias dadas nas aulas teóricas. Todavia este conhecimento só pode ser consolidado com algum treino, pelo que os estudantes deverão tentar resolver os exercícios antes das aulas (os enunciados são disponibilizados na página da UC na semana anterior) e utilizarem as aulas para tirarem dúvidas com o docente.*

*Nas aulas de laboratório os estudantes montam diversas experiências que lhe permitem sentir os problemas de implementação dos circuitos e comparar resultados teóricos com simulações e medidas. Os estudantes têm um mini-teste teórico na semana anterior a cada aula de laboratório e após realizarem a experiência têm uma semana para entregarem o relatório (em grupo) da atividade experimental. Assim, estimula-se a capacidade de trabalho em grupo e a sua capacidade de gestão do tempo disponível. O trabalho final de laboratório tem uma discussão oral com os diferentes elementos de cada grupo.*

*Os docentes das aulas práticas/laboratório têm instruções para contrariar a passividade dos estudantes. Estes muitas vezes ficam à espera que lhes resolvam e lhes dêem as soluções dos problemas que estes devem tentar solucionar. Sempre que possível os docentes devem estimular a capacidade de autonomia dos estudantes.*

*Adicionalmente, as soluções dos problemas propostos só são afixadas na página da unidade curricular alguns dias da respetiva aula, para dar tempo aos estudantes de resolver os problemas.*

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

*The course aims to develop the students' the ability to design complex electronic circuits: e.g., amplifiers, oscillators and filters.*

*In theoretical-practical classes the methodologies and techniques for circuit design are presented and explained in detail. Students attending these classes acquire the theoretical concepts required to support the circuits design. In each class, at least one practical example is given, illustrating the concepts and allowing a better understanding by students.*

*In practical classes students have contact with a list of exercises illustrating the concepts and methodologies given in lectures. Since, this knowledge can only be consolidated with training, students are motivated to solve the exercises before the class (the exercises are available online in the previous week). During the classes students are invited to clarify unclear points with the lecturer.*

*In laboratory classes students assemble diverse experiences that allow them to feel the problems of circuits implementation, and compare the theoretical results with simulations and measurements. Students have a mini-test in the week before each lab, and after performing each experience the corresponding (group) report is due in one week have a week to deliver the report (in group) of the experimental activity. Thus, the students ability of work in group and manage the available time is stimulated. The final lab has an oral discussion with the different elements of each group. Lecturers of practical/laboratory classes have instructions to avoid the "traditional" passivity of students. These are often waiting for the solutions to the problems that they must try to solve. Whenever possible lectures should stimulate students' autonomy.*

*Additionally, the proposed solutions of the problems are only posted on the course web page a few days after their class to give students time to solve problems independently.*

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

- M. M. SILVA, *Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos* (6.ª edição), F. C. Gulbenkian, Dezembro 2014.
- M. M. SILVA, *Circuitos com Transístores Bipolares e MOS* (4.ª Edição), F. C. Gulbenkian, Janeiro 2003.
- Sedra/Smith, *Microelectronic Circuits*, Oxford University Press.
- B. Razavi, *Fundamentals of Microelectronics*, Wiley.

### **Mapa IV - Teoria de Controlo**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Teoria de Controlo*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Control Theory*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EEC*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

#### **4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP:21; PL:42*

#### **4.4.1.6. ECTS:**

*6*

#### **4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

#### **4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Rui Alexandre Nunes Neves da Silva (Regente) – TP:21; PL:42*

**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Raúl Rato – PL:105**Luís Palma – PL:63***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam compreender os seguintes conceitos:*

- Sistema dinâmico e suas representações
  - Esquema funcional;
  - Estabilidade e desempenho;
  - Resposta na frequência; fase mínima e não mínima;
  - Retroação e estabilidade do anel fechado;
  - Controlo e limites de aplicação;
- e serem capazes de:*
- Modelar um sistema físico linear.
  - Respostas livre e forçada;
  - Identificar os pólos e zeros e estimar o seu desempenho/estabilidade;
  - Root-locus;
  - Bode e Nyquist;
  - Estabilidade do anel fechado;
  - Controlador PID a partir das regras de Ziegler-Nichols.

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

- Dynamic system and its representations;
- Functional scheme;
- Stability and performance;
- Frequency response; minimum and non-minimum phase.
- Feedback and closed loop stability;
- Control and their application limits;

*know how to:*

- Model a physical process;
- Poles and zeros and estimate the performance/stability;
- Plot the Bode and Nyquist diagrams;
- Conclude about the stability of a closed loop system from its open loop Bode and Nyquist diagrams (including gain and phase margins);
- PID controller using the Ziegler-Nichols rules.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- Conceito de sistema e tipos de sistema. Esquema funcional.
- Características de sistemas: pré-história; linearidade; causalidade.
- Modelação de sistemas físicos. Equação diferencial.
- Comportamento no tempo. Resposta livre e forçada.
- Domínio da frequência complexa. Função de transferência.
- Diagrama de pólos e zeros. Estabilidade.
- Retroação e diagrama de localização de raízes (root-locus).
- Domínio complexo com sinais sinusoidais. Resposta na frequência. Ganho e desvio de fase.
- Diagrama de Nyquist. Critério de estabilidade de Nyquist. Margens de ganho e fase.
- Diagrama de Bode.
- Compensadores de atraso e avanço.
- Controladores PID. Regras de Ziegler-Nichols.

**4.4.5. Syllabus:**

- Systems and type of systems. Functional diagram.
- Systems characteristics: initial conditions, linearity, causality.
- Modeling physical systems. Differential equations.
- Time response. Natural and forced response.
- Complex frequency domain. Transfer function.
- Pole-zeros diagram and stability.
- Feedback and root-locus plot.
- Complex domain for sinusoidal signals. Frequency response. Amplitude and phase shift.
- Nyquist plot. Nyquist stability criterion. Gain and phase margins.
- Bode plot. Gain and phase margins on the Bode plot.
- Lead and lag compensators.
- PID controllers. Ziegler-Nichols tuning method.

**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***A sequência de conteúdos programáticos segue uma linha lógica muito direta, que se pode dividir nas seguintes fases:*

1. Desenvolvimento de um modelo da instalação a partir da física do problema;

2. *Compreensão e análise da dinâmica da instalação;*
3. *Especificação do desempenho desejado;*
4. *Técnicas de desenvolvimento dos sistemas de controlo;*

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

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

*The syllabus sequence follows a very direct logical line, that can be divided in the following stages:*

1. *Development of the plant model from the physics of the process;*
2. *Understanding and analyze the plant dynamics*
3. *Specification of the desired performance;*
4. *Control systems design methods*

*The students learn in a semester a set of theoretical tools in a logic sequence which is similar to the resolution of a singular control problem: modeling, analysis, specification; design and validation.*

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

*Os métodos de ensino serão predominantemente expositórios com a resolução de problemas sob orientação do professor. Quanto à exposição teórica far-se-á prevalecer uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta. A transformação dos conceitos em ferramentas de trabalho será atingida pelo incentivo ao trabalho pessoal. O ensino da unidade curricular é complementado pelos períodos de trabalho laboratorial.*

*A aprovação nesta unidade curricular exige classificação de pelo menos 10 valores (em 20). Os estudantes que realizem os testes ao longo do semestre podem dispensar de exame. Os restantes estudantes fazem exame final.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The teaching methods will be predominantly expository aimed at solving problems under the guidance of the lecturer. Theoretical exposition will prevail a strong interaction between the concepts and their concrete application. The transformation of concepts into work tools will be achieved by encouraging personal work. The teaching of the curricular unit is complemented by the laboratory work periods. Approval in this course unit requires a rating of at least 10 (out of 20).*

*Students who take the tests throughout the semester can dismiss the exam. The remaining students take final examination.*

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

*As aulas são predominantemente expositórias, com o objetivo de ensinar aos estudantes os conceitos principais da Teoria de Controlo e a sua aplicação. Nas aulas teórico-práticas os estudantes resolvem problemas concretos que lhes permitem aplicar os conhecimentos adquiridos.*

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

*Classes are predominantly expository, with the objective of teaching students the main concepts of Control Theory and its application. In the theoretical-practical classes the students solve concrete problems that allow them to apply the acquired knowledge.*

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

- R. Neves-Silva, *Folhas da disciplina, FCT/UNL*
- B. J. Kuo, *Automatic Control Systems, Prentice-Hall*
- Katsyhiko Ogata, *System Dynamics, Prentice-Hall.*

*Other:*

- Katsyhiko Ogata, *Modern Control Engineering, Prentice-Hall.*
- Franklin; Powell; Emami-Naeini, *Feedback Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley*
- M. J. Roberts, *Signals and Systems, McGraw-Hill.*
- D. K. Lindner, *Signals and Systems, McGraw-Hill.*

### Mapa IV - Eletrotecnia Teórica

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Eletrotecnia Teórica*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Theoretical Electrotechnics*

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

*EEC*

#### 4.4.1.3. Duração:

*Semestral / Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:35; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Anabela Monteiro Gonçalves Pronto – T:35***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Pedro Miguel Ribeiro Pereira – PL:28***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Pretende-se que os estudantes adquiram o conhecimento de como aplicar o eletromagnetismo para deduzir as propriedades de fenómenos importantes na Eletrotecnia e as bases do comportamento técnico de equipamentos reais. Devem ficar a perceber solidamente o funcionamento, propriedades e comportamento geral de circuitos elétricos a funcionar em regime alternado sinusoidal (incluindo aspetos como a compensação do fator de potência de instalações elétricas industriais e os circuitos trifásicos) e de transformadores (incluindo a compreensão de alguns aspetos construtivos e de dimensionamento). O princípio de funcionamento e modelos da linha de transmissão também serão apresentados por forma a que os estudantes adquiram as bases necessárias para a compreensão do transporte de energia elétrica. Pretende-se que os estudantes compreendam os fenómenos físicos associados à Eletrotecnia para que sejam capazes de compreender profundamente vários tipos de sistemas de potência.*

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

*Students should become able to apply the laws of electromagnetism to derive from them the properties of phenomena relevant to Electrotechnics, and the grounds of real equipment's technical behaviour. Students should become familiar with propagation and diffusion phenomena, including the Skin Effect. They must learn the functioning, properties, and general behavior of electrical circuits operating in AC regime (including power factor issues and 3-phase circuits) and of transformers (including some dimensioning aspects related to efficiency). The transmission lines operation principle and related models will also be presented for students acquire the necessary basic knowledge to understand electrical energy transmission issues. The knowledge of the properties must be justified by the understanding of the underlying physical phenomena. Students must acquire capacity to solve problems where the focused theories are applied, which are models of real technical situations.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Notação complexa de grandezas sinusoidais. Circuitos em regime alternado sinusoidal. Diagramas vetoriais. Potências.*
- 2. Compensação do fator de potência em instalações elétricas.*
- 3. Sistemas trifásicos equilibrados e desequilibrados.*
- 4. Magnetoestática: lei de Ampère, circuitos magnéticos. Bobinas, fluxo ligado, coeficientes de indução, fator de ligação magnética. Dispersão. Coeficientes de indução de dispersão.*
- 5. Ferromagnetismo. Não-linearidades. Saturação e histerese. Bobina de núcleo de ferro.*
- 6. Lei geral da indução em circuitos estacionários.*
- 7. Estudo do transformador. Constituição, princípio de funcionamento e equações gerais do transformador. Transformador ideal, perfeito e real. Esquema equivalente de Steinmetz. Ensaios do transformador. Queda de tensão e regulação de tensão num transformador. Rendimento do transformador.*
- 8. Linha de transporte de energia. Princípios de funcionamento, parâmetros que caracterizam a linha e respetivos modelos.*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Complex notation of sinusoidal quantities. Circuits in sinusoidal regimen. Vectorial diagrams. Power.*
- 2. Power factor correction in industrial installations.*
- 3. Balanced and unbalanced three-phase systems.*
- 4. Magnetostatics: Ampère's law. Magnetic circuits. Induction Flux. Coils. Linked flux, induction coefficients, magnetic linkage coefficient. Leakage and leakage induction coefficients.*
- 5. Ferromagnetism. Saturation and Hysteresis. Iron yoke coil.*
- 6. Induction law in stationary circuits.*

*7. Transformer. Constitution, principle of operation and general equations. Real, perfect and ideal transformers. Leakage induction coefficients. Magnetizing current and iron losses. Reduction to the primary. Steinmetz' equivalent circuit. Short circuit and open circuit tests. Vectorial diagrams. Voltage drop and voltage regulation. Transformer efficiency.*

*8. Transmission Line: Distributed and concentrated parameters. Propagation of pulses in lossless lines. Standing wave. Short Lines.*

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

*Os aspetos fundamentais do comportamento de sistemas usados na prática da Eletrotecnia são deduzidos e explicados a partir do Eletromagnetismo. Pretende-se dotar os estudantes com as bases fundamentais para a completa compreensão dos sistemas de energia, quer sejam instalações elétricas, máquinas, transporte de energia, etc.*

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

*The fundamental aspects of the behaviour of systems used in the practice of Electrotechnics are deducted and explained using the foundations of Electromagnetism. The main objective is to give students the complete understanding of basic principles of energy systems, such as electrical installations, electrical machines, electrical energy transmission, etc.*

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

*Os fundamentos teóricos são explicados pelo professor nas aulas teóricas com o auxílio de diapositivos. Fomenta-se o debate colocando-se frequentemente questões científicas e técnicas concretas. Nas aulas práticas apresenta-se em algumas, um conjunto de problemas técnicos que os estudantes devem resolver usando os conhecimentos das aulas teóricas, e em outras efetuam-se trabalhos laboratoriais sobre partes específicas da matéria da UC, para que os alunos tenham contacto com instalações elétricas e com transformadores, por exemplo. Promove-se sempre o diálogo entre colegas, avaliando-se qualitativamente a participação. A avaliação é feita por minitests, com perguntas de carácter teórico e prático, e por relatórios sobre os trabalhos de laboratório. Nesta componente fomenta-se também o trabalho em equipa e a comunicação oral e escrita. Ambas as componentes serão consideradas para a avaliação final do estudante, e em ambas este deverá ter uma avaliação maior ou igual a 10 valores.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Scientific principles are explained by the teacher at theoretical classes, supported by slides presentation. Students oral communication are stimulated through debate around technical and scientific questions. In practical classes two situations occur: in some classes, a group of technical problems are presented to be solved by students based on theoretical classes, in other students make laboratory work about specific parts of the subject in order to get some contact and experience with electrical installations and transformers, for example. In both cases, the debate between students is promoted and a qualitative evaluation is taken into consideration. The evaluation consists in minitests composed by theoretical and practical questions, and written reports analyzing the laboratory work. In this component of evaluation process, teachers also want to promote teamwork skills and oral and written communication skills. In both components students must have a final mark equal or higher 10.*

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

*A matéria de Eletrotecnia Teórica é por inerência teórica, daí a exposição da matéria pelo professor ser uma componente importante. No entanto fomenta-se bastante o debate de ideias entre os estudantes e estudante/professor através da colocação muito frequente de questões científicas e técnicas. O objetivo é melhorar a aquisição de conhecimentos, mas também fomentar o desenvolvimento da comunicação oral por parte dos estudantes. Nas aulas práticas os conhecimentos teóricos são aplicados a problemas que ilustram situações práticas reais e, alguns deles, são observados em laboratório através da realização de trabalhos de grupo.*

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

*The subject of Theoretical Electrotechnics is theoretical by inherence, so the teacher has an important in presenting theoretical issues. Nevertheless, the debate between students and students/teacher about scientific and/or technical questions is always promoted. The objective is to improve the scientific concepts knowledge but also the oral communication skills of students. In practical classes, theoretical issues presented in theoretical classes are applied to problems that illustrated real practical problems and, some of them are also reproduced in laboratory work, where team work are needed.*

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

- 1.K. Simonyi, *Foundations of Electrical Engineering*, Pergamon Press, 1963
- 2.Bessonov, L., *Electricidade Aplicada para Engenheiros*, Livraria Lopes da Silva, 1977
- 3.Ventim Neves, *Apontamentos de Eletrotecnia Teórica (teóricas e práticas)*, FCT/UNL, 2000
- 4.A.E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr., Stephen D. Umans, *Electric Machinery*, 6th ed., McGraw-Hill, 2003. ISBN 0-07-366009-4
- 5.Joseph A. Edminister, *Circuitos Elétricos*, Schaum McGraw-Hill d0 Brasil, 2nd ed., 1985.

## **Mapa IV - Sistemas de Tempo Real**

### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Sistemas de Tempo Real***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Real Time Systems***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EEC***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:21; PL:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luis Manuel Camarinha Matos - TP:21***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Almeida das Rosas - PL:42**Ana Inês da Silva Oliveira - TP:21; PL:42**André Dionísio Bettencourt da Silva Parreira Rocha - PL:84***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta UC o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:**- Compreender: Conceitos fundamentais de sistemas de tempo real e programação concorrente.**- Ser capaz:**(a) Conceber e analisar sistemas embutidos discretos;**(b) Modelar problemas de tempo real e sistemas embutidos;**(c) Programar sistemas concorrentes e interfaciar sistemas físicos, i.e. programar sistemas ciber-físicos;**(d) Exercitar criatividade na resolução de problemas de tempo real e sistemas distribuídos;**(e) Exercitar capacidade de trabalho em equipa e gestão de tempos.**- Conhecer:**(a) Os desafios típicos de sistemas ciber-físicos de tempo real;**(b) As principais abordagens e mecanismos para a resolução desses desafios;**(c) A estrutura de sistemas operativos de tempo real;**(d) Linguagens de programação e modelação para sistemas de tempo real.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this course students will have acquired knowledge, skills and competences that will allow them to:**- Understand: Fundamental concepts of real-time systems and concurrent programming.**- Be able to:**(a) Design and analyze discrete embedded systems;**(b) Model real-time problems and embedded systems;**(c) Program concurrent systems and interface physical systems, i.e. program cyber-physical systems;**(d) Exercise creativity in solving real-time problems and distributed systems;**(e) Exercise teamwork and time management skills.**- To know:**(a) The typical challenges of real-time cyber-physical systems;**(b) The main approaches and mechanisms for solving these challenges;**(c) The structure of real time operating systems;**(d) Programming and modeling languages for real time systems.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. INTRODUÇÃO**

- Motivação
- Exemplos relevantes

**2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS**

- Processos, eventos, concorrência, sincronização, exclusividade, comunicação.
- Mecanismos de suporte: semáforos, caixas de correio, portas, chamadas de procedimentos remotos, etc..

**3. NÚCLEOS DE TEMPO REAL**

- Núcleo de multiprogramação
- Gestão de memória
- Gestão de I/O
- Gestão de ficheiros
- Outras camadas opcionais. Computação na nuvem
- Exemplos de sistemas RTOS

**4. LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO CONCORRENTE**

- Introdução
- Programação concorrente em Java

**5. MODELAÇÃO E ANÁLISE DE SISTEMAS CONCORRENTES**

- Redes de Petri: conceitos fundamentais, métodos de análise, tipos de redes - com capacidades e pesos, limitadas, com arco inibidor, temporizadas, coloridas, contínuas e híbridas.
- Outros formalismos gráficos

**6. INTRODUÇÃO AOS PLCs.****4.4.5. Syllabus:****1. INTRODUCTION**

- Motivation
- Relevant examples

**2. BASE CONCEPTS**

- Processes, events, concurrency, synchronization, exclusivity, communication. Examples of real time systems.
- Support mechanisms: semaphores, mailboxes, ports, remote procedure calls, etc.

**3. REAL TIME KERNELS**

- Multiprogramming nucleus
- Memory management
- I/O management
- File system
- Other optional layers. Cloud computing
- Examples of RTOS systems

**4. CONCURRENT PROGRAMMING LANGUAGES**

- Introduction
- Concurrent programming in Java

**5. MODELING AND ANALYSIS OF CONCURRENT SYSTEMS**

- Petri nets: base concepts, methods of analysis, types of networks - "normal", with capacities and weights, limited, with inhibit arc, timed, colored, continuous and hybrid.
- Other formalisms

**6. INTRODUCTION TO PLCs****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A lista de tópicos e seu encadeamento visam facilitar a aquisição das competências definidas como objetivo para esta área. Os exemplos apresentados nas aulas teóricas contribuem para uma ilustração concreta da aplicação dos conceitos de sistemas de tempo real. Os exercícios e mini-testes realizados ao longo do semestre permitem aferir que os alunos atingiram os objetivos propostos no conteúdo programático da UC.*

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

*De acordo com o referido programa, durante estes trabalhos, os alunos aprendem a modelar e desenvolver soluções para problemas utilizando núcleos, linguagens de programação e linguagens gráficas, que permitem dar solução às restrições de tempo-real que caracterizam estes problemas.*

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

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

*The list of topics and their sequence aim at facilitating the acquisition of skills defined as objectives for this area.*

*The examples presented during the theoretical lectures help illustrating the concrete concepts application of real-time concepts, as specified in the syllabus. During the semester, students are given exercise and mini-tests, which allow perceiving if they have acquired the conceptualization of real-time systems.*

*Practical lessons are made in laboratory, in which the students are presented with concrete problems and situations requiring real-time modeling approaches. As established in the syllabus, the work involved in the solution of these problems implies the utilization of kernels, programming languages, and graphical languages, which allow modeling and handling the constraints that characterize the proposed problems.*

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

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

*A componente teórica-prática da UC é facultada através de aulas formais de exposição e discussão dos conceitos propostos no programa, acompanhadas de resolução de exercícios. A UC tem uma avaliação contínua, mediante a realização de vários elementos de avaliação efetuados ao longo do semestre.*

*A componente laboratorial é facultada através da realização acompanhada de trabalhos em laboratório, apoiada pelos docentes, onde os alunos trabalham em grupo na resolução de problemas práticos do âmbito desta UC, sendo a avaliação efetuada sobre os resultados obtidos nestes trabalhos e sua discussão.*

*A classificação final é dada pela média entre as duas componentes.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The theoretical-practical part of this course is given through theories and concepts presentation and discussion during formal lectures, complemented with the resolution of exercises. The unit adopts continuous evaluation, through the elaboration of various evaluation elements, performed during the semester.*

*The lab part of this course is given through the realization of laboratory assignments, with support by teaching staff, in which students are organized in small groups that work in the resolution of the proposed problems. The practical evaluation is done based on the results obtained during the resolution of these problems and their discussion.*

*The final grade is the average between the two components.*

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

*A unidade inclui uma componente teórica-prática e uma parte laboratorial.*

*Mediante a realização de exercícios, testes e trabalhos de laboratórios, podemos certificar que os alunos atingem os objetivos propostos.*

*A realização dos testes permite aferir até que ponto os alunos assimilaram os conceitos de sistemas de tempo real, incluindo os métodos de modelação e resolução de problemas com restrições de tempo real.*

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

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

*Sendo a primeira UC onde os computadores são aplicados ao controlo de sistemas físicos externos, consegue-se uma grande motivação dos estudantes, o que facilita a aprendizagem.*

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

*The unit includes a theoretical and practical component and a laboratory component.*

*By conducting the exercises, tests and laboratory work, we can certify that students achieve the proposed objectives.*

*The performance of tests allows us to assess the extent to which students have assimilated the concepts of real-time systems, including their systems modeling and problem-solving methods with real time constraints.*

*Regarding lab work students use tools, programming languages and graphics to model and develop solutions to the proposed problems. Thus, the realization of these works requires the use of the concepts and modeling methods typical of the scope of this course.*

*In addition, students work in groups to develop a collaborative spirit in team problem solving.*

*Being the first curricular unit where computers are applied to the control of external physical systems, students get great motivation, which facilitates learning.*

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

- L. M. Camarinha Matos, *Notas de Sistemas de Tempo Real (Handouts)*
- A. B. Downey (2008) - *The Little Book of Semaphores*, <http://greenteapress.com/wp/semaphores/>
- *Surveys of Real-time Operating Systems*, <http://home.deib.polimi.it/brandole/pc/17-rtos-survey.pdf>
- *General RTOS Concepts*, [http://documentation.renesas.com/doc/products/tool/apn/res05b0008\\_r8cap.pdf](http://documentation.renesas.com/doc/products/tool/apn/res05b0008_r8cap.pdf)
- M. Grindal, B. Lindström (2000). *Challenges in Testing Real-Time Systems*, <https://pdfs.semanticscholar.org/bfd3/ddd79926a69eafa1c9ec64833e9350014f2b.pdf>
- J. W. Herrmann, Edward Lin (1997). *Petri Nets*, <http://www.isr.umd.edu/Labs/CIM/miscs/wmsor97.pdf>
- M. Praveen, Kamal Lodaya (2008). *Analyzing reachability for some Petri nets with fast growing markings*, DOI: 10.1016/j.entcs.2008.12.041
- L.M. Hillah, F. Kordon, L. Petrucci, N. Treves (2010). *PNML Framework: an extendable reference implementation of the Petri Net Markup Language*, DOI: 10.1007/978-3-642-13675-7\_20

### Mapa IV - Controlo por Computador

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Controlo por Computador*

#### 4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Computer Control*

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

*EEC*

#### 4.4.1.3. Duração:

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

168

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

TP:21; PL:42

**4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

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

Rui Alexandre Nunes Neves da Silva (Regente) – TP:21; PL:140

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

Raúl Rato – PL:28

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

No final desta unidade curricular, o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitem ser capaz de:

- Converter sistemas contínuos em discretos através de métodos exatos e aproximados;
- Identificar os pólos e zeros e estimar o seu desempenho/estabilidade a partir do seu diagrama pólos-zeros;
- Traçar diagramas de Bode e Nyquist;
- Concluir sobre a estabilidade de um sistema em anel fechado a partir dos diagramas de Nyquist e Bode (incluindo margens de ganho e fase);
- Calcular valores próprios de uma representação em espaço de estados e concluir sobre a estabilidade e desempenho;
- Projetar um controlador por realimentação linear de variáveis de estado.

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

know how to:

- Convert continuous systems in discrete systems using exact and approximated methods;
- Identify the poles and zeros of the transfer function and estimate the performance/stability from its pole-zero diagram;
- Plot the Bode and Nyquist diagrams;
- Conclude about the stability of a closed loop system from its open loop Bode and Nyquist diagrams (including gain and phase margins);
- Compute the eigenvalues and conclude about the stability;
- Design a state space feedback controller.

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- Amostragem de sinais,
- Algoritmo de controlo,
- Função de transferência discreta de controladores,
- Resposta impulsional e ao degrau, estabilidade de amplitude limitada.
- Função de transferência amostrada de processos com resposta ao degrau invariante,
- Discretização de controladores analógicos, discretização do controlador PID,
- Relação dos espaços  $s$  e  $z$  com resposta impulsional invariante, lugar de raízes.
- Resposta em frequência, diagramas de Nyquist e de Bode,
- Erro estacionário, resposta transitória,
- Critérios de estabilidade,
- Sensibilidade de sistemas.
- Projeto de sistemas de controlo em espaço de estados.

**4.4.5. Syllabus:**

- Sampling,
- Control law,
- Discrete transfer function.
- Response to impulse and step signals. BIBO stability.
- Sampled transfer function of process with the invariant step,
- Discretization of analog controllers, discrete time PID.

- Mapping between  $s$  to  $z$  domains. Root locus.
- Frequency response, Nyquist and Bode diagrams,
- Permanent error and transient response.
- Stability criteria.
- Sensitivity analysis.
- Control design in the state-space domain.

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

*Os conceitos válidos para o domínio do tempo contínuo são transportados aqui para o domínio do tempo discreto na mesma sequência em que foram apreendidos.*

*Assim, a sequência de conteúdos programáticos segue uma linha lógica muito direta, que se pode dividir nas seguintes fases:*

1. Modelação da instalação em tempo discreto;
2. Compreensão e análise da dinâmica da instalação;
3. Especificação do desempenho desejado;
4. Técnicas de desenvolvimento dos sistemas de controlo;
5. Aspectos técnicos da implementação de controladores em tempo discreto.

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

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

*The concepts that are valid for the continuous time domain are now taken to the discrete time domain following the same sequence.*

*The syllabus sequence follows a very direct logical line, that can be divided in the following stages:*

1. Developing a discrete time model of the plant;
2. Understanding and analyze the plant dynamics;
3. Specification of the desired performance;
4. Control systems design methods;
5. Implementation issues. The students learn in a semester a set of theoretical tools in a logic sequence which is similar to the resolution of a singular control problem: modeling, analysis, specification; design and validation.

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

*Os métodos de ensino serão predominantemente expositórios com a resolução de problemas sob orientação do professor. Quanto à exposição teórica far-se-á prevalecer uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta. A transformação dos conceitos em ferramentas de trabalho será atingida pelo incentivo ao trabalho pessoal. O ensino da unidade curricular é complementado pelos períodos de trabalho laboratorial.*

*A aprovação nesta unidade curricular exige classificação de pelo menos 10 valores (em 20). Os estudantes que realizem os testes ao longo do semestre podem dispensar de exame. Os restantes estudantes fazem exame final.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The teaching methods will be predominantly expository aimed at solving problems under the guidance of the lecturer. Theoretical exposition will prevail a strong interaction between the concepts and their concrete application. The transformation of concepts into work tools will be achieved by encouraging personal work. The teaching of the curricular unit is complemented by the laboratory work periods. Approval in this course unit requires a rating of at least 10 (out of 20).*

*Students who take the tests throughout the semester can dismiss the exam. The remaining students take final examination.*

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

*As aulas TP são predominantemente expositórias, com o objetivo de ensinar aos estudantes os conceitos principais da Teoria de Controlo e a sua aplicação. Nas aulas teórico-práticas os estudantes resolvem problemas concretos que lhes permitem aplicar os conhecimentos adquiridos.*

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

*Theoretical classes are predominantly expository, with the objective of teaching students the main concepts of Control Theory and its application. In the theoretical-practical classes the students solve concrete problems that allow them to apply the acquired knowledge.*

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

- R. Neves-Silva, Folhas da disciplina, FCT/UNL
- Franklin; Powell; Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley

### Mapa IV - Conversão Eletromecânica de Energia

#### 4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

*Conversão Eletromecânica de Energia*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:***Electromechanical Energy Conversion***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EEC***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:35; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Pedro Miguel Ribeiro Pereira – T:35***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Anabela Monteiro Gonçalves Pronto – PL:28***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Pretende-se que os alunos aprendam os conceitos fundamentais da Conversão de Energia em sistemas eletromecânicos. Como máquinas conversoras estudam-se a máquina assíncrona, a máquina síncrona, e a máquina de corrente contínua, e suas características como gerador e como motor. Os estudantes deverão ficar a conhecer o funcionamento destas máquinas e a manobrar convenientemente com elas na vida prática.*

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

*Students must learn the fundamental concepts of the Electro-mechanical Energy Conversion in electromechanical systems. The focused converter machines are the asynchronous, the synchronous and the direct-current machines, specially their constitution and their characteristics, both as generators and as motors. The students must learn these machines' operation and how to maneuver them in the practical life.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Conceitos fundamentais da conversão eletromecânica de energia. Cálculo de forças e binários.*
- 2. Máquinas de Campo Girante. Circuito magnético. Campo no entreferro. Coeficientes de indução. Campo pulsante e Girante. Máquinas Síncronas e Assíncronas.*
- 3. Máquina de Indução (Assíncrona). Constituição e princípio de funcionamento. Equações em regime permanente sinusoidal. Esquema equivalente. Trânsito de Energia. Velocidade e binário. Ensaio da máquina.*
- 4. Estudo da máquina síncrona de rotor cilíndrico e de rotor de pólos salientes. Turboalternadores e hidroalternadores e suas características. Paralelo de uma máquina síncrona com uma rede de capacidade infinita. Trânsito bidirecional de energia ativa e reativa.*
- 5. Máquina de corrente contínua: constituição e princípio de funcionamento. Reação magnética do induzido. Pólos auxiliares e enrolamentos de compensação. Máquina como gerador e como motor e tipos de excitação.*

**4.4.5. Syllabus:**

- 1. Foundations of the electromechanical energy conversion. Force and Torque.*
- 2. Rotating Field Machines. Magnetic Circuit. Air-gap field. Induction coefficients. Pulsating and Rotating fields. Synchronous and Asynchronous Machines.*
- 3. Asynchronous machine. Constitution. Operation. Equations. Equivalent Schematic circuit. Speed and Torque. Machine tests. Speed control. Electronic control.*
- 4. Synchronous Machine. Cylindrical and salient-poles rotors. Coefficients. Equations and Schematics. Alternator-Grid parallel. Active and reactive power flow. Characteristics. Rotor oscillations. Damping windings. Sudden symmetrical short-circuit. Transient and sub-transient time constants. Synchronous motor starting. Synchronous compensator.*

*5. Direct current Machine. Constitution and operation principles. Armature magnetic reaction. Auxiliary poles. Types of excitation. The machine characteristics as generator and as motor and types of excitation.*

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

*A matéria ensinada foca a constituição, funcionamento, propriedades e características das máquinas Assíncrona, Síncrona e de Corrente Contínua, enquadradas numa teoria geral da conversão eletromecânica de energia.*

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

*The lectured matter focuses the constitution, operation, properties and characteristics of the fundamental machines (Asynchronous, Synchronous and Direct current machines), in the frame of a general theory of the electro-mechanical conversion of energy.*

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

*A matéria é lecionada em aulas teórico-práticas, com o apoio da projeção de imagens e esquemas. Nas aulas práticas-laboratoriais os estudantes resolvem por si, com apoio do docente, problemas relacionados com a matéria exposta, ou executam trabalhos laboratoriais. São executadas provas escritas ao longo do semestre ou um exame final escrito, com questões teóricas e práticas. A média das provas ou a nota do exame constitui a “nota teórica” NT. A média das classificações dos relatórios constitui a “média de laboratório” NL.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The matter is taught in theoretical-practical classes, with the support of projected figures and schematics. During a 2h weekly practical class, students either solve with the help of the teacher problems illustrating the exposed matters, or execute laboratorial works. In the laboratory-practical classes, the students either solve problems related to the exposed matter or carry out laboratory work with the teacher's support.*

*Written tests (during the semester) or a final written examination, with theoretical and practical questions, are made by the students. The tests' average classification, or the examination classification, constitute the so called “mark of the theory”, NT. The average of the reports' classifications constitutes the so called “mark of the laboratory”, NL.*

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

*A constituição das máquinas é descrita com o auxílio da projeção de figuras e da exibição de modelos e de exemplos de peças. As características e modo de operação são deduzidos e expostos teoricamente. As aulas práticas permitem exercitar e praticar a resolução de problemas. As aulas de laboratório demonstram a realidade do comportamento das máquinas.*

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

*The machines' constitution is described with the help of projected images and of the exhibition of models and samples of the machines' parts. The characteristics and operation modes are deducted and theoretically exposed. Practical classes allow for the resolution of problems. Laboratorial classes enhance the reality of the behavior of the machines.*

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

- Guru, B., Hiziroglu, H., *Electric Machinery and Transformers*, Oxford University Press, 3rd Ed., 2001
- Apontamentos de (notes on) *Máquina Assíncrona*, prof. Ventim Neves, FCT/UNL
- Apontamentos sobre (notes on) *Máquina Síncrona*, Prof. Leão Rodrigues, FCT/UNL
- *Electromechanics and Electric Machines*, S. A. Nasar
- *Electric Machinery Fundamentals*, Stephen J. Chapman
- *Dynamic Simulation of Electric Machinery*, C. M. Ong
- *An Introduction to Electric Machines and Transformers*, McPherson.

### **Mapa IV - Modelação de Dados em Engenharia**

#### **4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Modelação de Dados em Engenharia*

#### **4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Data Modelling in Engineering*

#### **4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

*EEC*

#### **4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

#### **4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*168*

**4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:21; PL:42***4.4.1.6. ECTS:**

6

**4.4.1.7. Observações:**

&lt;sem resposta&gt;

**4.4.1.7. Observations:**

&lt;no answer&gt;

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luis Manuel Camarinha Matos - TP:21***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Almeida das Rosas - TP:21; PL:42**Ana Inês da Silva Oliveira - TP:21; PL:42**André Dionísio Bettencourt da Silva Parreira Rocha - PL:126***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta UC o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:**- Compreender: Conceitos fundamentais de modelação e sua aplicabilidade em engenharia.**- Ser capaz:**(a) Modelar pequenos sistemas de engenharia;**(b) Aplicar diferentes formalismos de modelação – bases de dados, modelação em programação lógica, “frames”, objetos;**(c) Exercitar capacidade de trabalho em equipa e gestão de tempos.**- Conhecer:**(a) Os desafios típicos de modelação de dados;**(b) As principais abordagens e mecanismos de modelação de dados – sistemas relacionais, programação em lógica, representação de conhecimento, UML;**(c) Princípios de abstração.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of this course students will have acquired knowledge, skills and competences that will allow them to:**- Understand: Fundamental concepts of modeling and their applicability in engineering.**- Be able to:**(a) Model small engineering systems;**(b) Apply different modeling formalisms - databases, modeling in logical programming, frames, objects;**(c) Exercise teamwork and time management skills.**- To know:**(a) Typical data modeling challenges;**(b) The main approaches and data modeling mechanisms - relational systems, logic programming, knowledge representation, UML;**(c) Principles of abstraction.***4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. INTRODUÇÃO****2. MODELAÇÃO COM BASE NO MODELO RELACIONAL****2.1. Conceitos fundamentais****2.2. Introdução ao ORACLE****3. MODELAÇÃO COM BASE EM PROGRAMAÇÃO EM LÓGICA****3.1. Conceitos fundamentais****3.2. Exemplos em Prolog****4. MODELAÇÃO COM BASE EM "FRAMES"****4.1. Conceitos fundamentais - "frame" / classe, instância, herança, métodos, programação reativa****4.2. Exemplos em Golog****5. LINGUAGENS GRÁFICAS****5.1. Introdução****5.2. UML****6. INTRODUÇÃO ÀS ONTOLOGIAS****4.4.5. Syllabus:**

1. INTRODUCTION
2. MODELING BASED ON RELATIONAL MODEL
  - 2.1. Fundamental concepts
  - 2.2. Introduction to ORACLE
3. MODELING BASED ON LOGIC PROGRAMMING
  - 3.1. Fundamental concepts
  - 3.2. Examples in Prolog
4. MODELING BASED ON FRAMES
  - 4.1. Fundamental concepts - "frame" / class, instance, inheritance, methods, reative programming
  - 4.2. Examples in Golog
5. GRAPHICAL LANGUAGES
  - 5.1. Introduction
  - 5.2. UML
6. INTRODUCTION TO ONTOLOGIES

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

*Os exemplos das aulas TP contribuem para ilustrar a aplicação dos métodos de modelação de dados e de conhecimento em engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Os exercícios e testes teóricos, efetuados ao longo do semestre, permitem aferir se os estudantes atingiram os objetivos propostos no conteúdo programático da UC. Nas aulas P, em laboratório, os estudantes são confrontados com problemas práticos do âmbito da EEC, cuja resolução implica a utilização dos conceitos propostos na UC. De acordo com o referido programa, nestes trabalhos, os estudantes aprendem a definir e desenvolver diversos tipos de modelos para modelar dados e conhecimento, nomeadamente Diagramas de Entidades e Relacionamentos, modelação em lógica e "frames"/objetos, UML (Unified modeling language) e outras linguagens de modelação gráfica. Adicionalmente, aprendem a transformar os modelos obtidos em implementações, utilizando nomeadamente SQL e Java. A linguagem Prolog é utilizada nalguns trabalhos para modelar conhecimento.*

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

*The examples of the theoretical-practical classes contribute to illustrate the application of data modeling and knowledge methods in Electrical and Computer Engineering (ECE). The exercises and theoretical tests, carried out during the semester, allow to assess if the students achieved the objectives proposed in the syllabus of the course. In practical classes, in the laboratory, students are confronted with practical problems within the scope of ECE, whose resolution implies the use of the concepts proposed in UC. According to the program, in this work, students learn how to define and develop various types of models for modeling data and knowledge, including Entity and Relationship Diagrams, logic and frame/object modeling, Unified modeling language (UML), and other graphical modeling languages. Additionally, they learn to transform the obtained models into implementations, namely using SQL and Java. The Prolog language is used in some works to model knowledge.*

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

*A UC inclui uma componente teórica-prática e uma componente laboratorial. A componente teórico-prática é facultada através de aulas formais de exposição dos conceitos propostos no programa, complementados com realização de exercícios. A UC tem uma avaliação contínua, mediante a realização de testes de avaliação efetuados ao longo do semestre.*

*A componente prática é facultada através da realização de trabalhos em laboratório, apoiada pelos docentes, onde os estudantes trabalham em grupo na resolução de problemas práticos do âmbito desta área, sendo a avaliação efetuada sobre os resultados obtidos nestes trabalhos.*

*A classificação é dada pela média das duas componentes de avaliação.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The course includes a theoretical-practical component and a laboratory component. The theoretical-practical component is provided through formal lectures on the concepts proposed in the program, complemented with exercises. The course has continuous assessment, by conducting evaluation tests carried out during the semester. The practical component is provided through laboratory work, supported by teaching staff, where students work in groups to solve practical problems within this area. The evaluation is made on the results obtained in these works. The rating is given by the average of the two evaluation components.*

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

*Os objetivos propostos são atingidos através duma adequada combinação das componentes teórica, prática e laboratorial. Mediante a realização dos exercícios, testes teóricos e trabalhos de laboratórios, podemos certificar que os estudantes estão a atingir os resultados propostos para a UC.*

*Ao nível teórico, a realização dos testes permite aferir até que ponto os estudantes assimilaram os conceitos de modelação de dados e de conhecimento, incluindo o domínio das linguagens, métodos e ferramentas de modelação. Em relação aos trabalhos de laboratório os estudantes utilizam ferramentas de modelação para modelar os problemas apresentados. Durante estes trabalhos, os estudantes têm também oportunidade de implementar os modelos em linguagens, tais como SQL, Java e Prolog, obtendo assim as soluções para os problemas propostos. Desta forma, a realização destes trabalhos, obriga a utilizar os conceitos e métodos de modelação do âmbito desta área. De forma a certificar os resultados obtidos, os estudantes fazem apresentações orais para cada trabalho desenvolvido.*

*Para além disso, os estudantes trabalham em grupo no laboratório de forma a desenvolverem um espírito colaborativo na resolução de problemas em equipa.*

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

*The proposed objectives are achieved through an appropriate combination of theoretical, practical and laboratorial components. By conducting the exercises, theory tests and lab works, we can certify that students are achieving the proposed results for the course.*

*At the theoretical level, the performance of the tests allows us to assess the extent to which students have assimilated the concepts of data and knowledge modeling, including mastery of the modeling languages, methods and tools. Regarding lab work students use modeling tools to model the proposed problems. During these assignments, students also have the opportunity to implement the models in languages such as SQL, Java and Prolog, thus obtaining the solutions to the proposed problems. Thus, the realization of these works requires the use of modeling concepts and methods within the scope of this area.*

*In order to certify the results obtained, students make oral presentations for each assignment.*

*In addition, students work in groups in the lab to develop a collaborative spirit in team problem solving.*

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

- L. M. Camarinha-Matos, *Notas da disciplina de MDE (updated yearly)*.
- Ceri, S., Pelagatti, G., *Distributed Databases, Principles & Systems*, McGraw-Hill.
- Ullman, A *First Course in Database Systems*, Prentice-Hall.
- Pederson, Alf A., 2005, *Entity Relationship Modeling Principles*, [www.databasedesign-resource.com/support-files/er-modeling.pdf](http://www.databasedesign-resource.com/support-files/er-modeling.pdf)
- SQL tutorial, 2012, [www.w3schools.com/sql/default.asp](http://www.w3schools.com/sql/default.asp)
- Oracle SQL Language Reference, 2012, [http://docs.oracle.com/cd/E11882\\_01/server.112/e26088.pdf](http://docs.oracle.com/cd/E11882_01/server.112/e26088.pdf)
- PL/SQL Users Guide and reference, 2003, [http://docs.oracle.com/cd/B13789\\_01/appdev.101/b10807.pdf](http://docs.oracle.com/cd/B13789_01/appdev.101/b10807.pdf)
- Oracle Database Concepts, 2011, [http://docs.oracle.com/cd/E11882\\_01/server.112/e25789.pdf](http://docs.oracle.com/cd/E11882_01/server.112/e25789.pdf)
- Eckel, B. (2003). *Thinking in JAVA*, Prentice Hall PTR.
- SWI-Prolog's home, 2018, [www.swi-prolog.org/](http://www.swi-prolog.org/)
- SWI-Prolog Manual, 2018, [www.swi-prolog.org/pldoc/index.html](http://www.swi-prolog.org/pldoc/index.html)

**Mapa IV - Instrumentação e Medidas Elétricas****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Instrumentação e Medidas Elétricas*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Instrumentation and Electrical Measurements*

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

*EEC*

**4.4.1.3. Duração:**

*Semestral / Semester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*84*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*TP:35*

**4.4.1.6. ECTS:**

*3*

**4.4.1.7. Observações:**

*<sem resposta>*

**4.4.1.7. Observations:**

*<no answer>*

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

*Stanimir Valtchev - TP:35*

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

*<sem resposta>*

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

*Pretende-se que os alunos adquiram o conhecimento da constituição, funcionamento, propriedades e limitações dos instrumentos de medida usados em Eletrotecnia. Pretende-se que ganhem a capacidade de efetuar medições sem risco para pessoas e equipamentos e sem introdução de erros grosseiros, e a capacidade de estimar, limitar ou corrigir os erros de medida. Pretende-se que os alunos adquiram a capacidade de redigir um relatório técnico-científico completo, conciso e preciso.*

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

*Students must acquire the knowledge of the composition, functioning, properties and limitations of the measurement apparatus used in Electrotechnics. Students will become able of executing measurement operations without jeopardizing people and equipment, and without introducing gross errors, and will become able to estimate, limit, or correct measurement errors. The students must acquire the capacity of writing a complete, concise and precise technical-scientific report.*

#### 4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Normas de segurança.
- Metrologia: definições, padrões, erros, métodos de medida, aferição.
- Transdutores e sensores.
- Módulos eletrónicos de instrumentação.
- Instrumentos de medida analógicos e digitais.
- Instrumentos de visualização e de registo.

#### 4.4.5. Syllabus:

- Safety norms
- Metrology: definitions, standards, errors, measuring methods, gauging.
- Transducers and sensors
- Electronic modules for instrumentation
- Analog and digital measuring instruments
- Instruments for Visualization and Registration.

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

*A matéria ensinada foca a constituição, funcionamento, propriedades e limitações dos instrumentos de medida, transmitindo assim o conhecimento que se pretende que os alunos adquiram. O estudo dos instrumentos inclui o estudo dos seus erros, e é também ensinado um capítulo de metrologia que foca a definição dos erros, sua forma de propagação e sua limitação. Deste modo pretende-se que os alunos adquiram competências para uma adequada seleção da instrumentação e método de medida para uma particular situação.*

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

*The lectured matter focuses the constitution, operation, properties and limitations of the measurement apparatuses, and therefore conveys the knowledge that the students are intended to acquire. The study of the instruments includes the study of their errors, and a chapter on metrology, focusing the definition, propagation and limitation of errors is also taught. In this way it is intended that the students acquire competences for an adequate selection of the measurement method and adequate instrumentation for a specific situation.*

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

*A matéria é lecionada em aulas teórico-práticas, com o apoio da projeção de imagens e esquemas. Também se fazem aulas práticas, onde os alunos executam trabalhos laboratoriais (com relatórios). A avaliação de assuntos teóricos (classificação NT) e os práticos de relatórios laboratoriais (classificação NL). As duas avaliações NT e NL, servem para calcular a avaliação final.*

#### 4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The matter is taught in theoretical-practical classes, with the support of projected images and schematics. Additional practical classes are done, where the students execute laboratorial works (with reports). The students are evaluated by their theoretical knowledge (NT classification) and their practical knowledge from the laboratory reports (NL classification). The final evaluation is calculated by the both NT and NL.*

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

*Os conhecimentos teóricos sobre metrologia, erros, e constituição dos aparelhos, são por natureza teóricos e são ministrados em aulas teórico-práticas, onde se expõe a matéria e se dão exemplos de aplicação. Outras aplicações são ministradas como problemas em aulas práticas. A observação dos aparelhos e seu manuseamento exigem contacto com a realidade física, que se consegue com os trabalhos laboratoriais. Estes completam-se com a execução dos relatórios, o que confere ensino sobre a execução desses documentos.*

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

*The theoretical knowledge about metrology, errors and instruments' constitution, is theoretical by nature, and therefore are conveyed in theoretical-practical classes where the lecture is complemented with examples. Further exemplification and exercises are given in practical classes. The observation and manipulation of the instruments demand contact with the physical reality, which is achieved with laboratorial works. These works are complemented with the redaction of the respective reports, which gives the desired training on the writing of such documents.*

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

- \*Alan S. Morris, R. Langari, *Measurement and Instrumentation*, 617 pg., Elsevier (2011) or Academic Press, (2012, 2015).
- \*P.S. Girão, *Instrumentação e Medida*, AEIST, Lisboa, 1998
- \*Aurélío Campilho, *Instrumentação Eletrónica, Métodos e Técnicas de Medição*, FEUP ed., 2000
- \*G. Silva, *Instrumentação Industrial*, ed. Escola Superior Tecnológica do I. P. Setúbal, 2000
- \*The measurement, instrumentation and sensors handbook, Editor J. Webster, Springer Verl., CRC, IEEE Press, 1999.

**Mapa IV - Propagação e Radiação****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Propagação e Radiação***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Propagation and Radiation***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EEC***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:35***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Paulo da Costa Luís da Fonseca Pinto – T:28; PL:175***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Paulo Miguel de Araújo Borges Montezuma de Carvalho – PL:35***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A disciplina oferece os princípios fundamentais da área científica conhecida por “Electromagnetics”.**Objetivos:**Fornecer*

- *Conceitos matemáticos relevantes*
- *Conceitos físicos*
- *Resolução de problemas de aplicação*
- *Gestão do tempo e qualidade de estudo*

**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The course aims at providing the students with basic on the “Electromagnetics” scientific area.**Objectives:**Knowledge about*

- *Related mathematical concepts*
- *Related physical concepts*
- *Resolution of application problems*
- *Time managing learning and study quality*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Equações de Maxwell, propagação em onda plana e condições fronteira.  
 Propagação guiada: guias de onda, linhas de transmissão e introdução às fibras óticas.  
 Radiação: dualidade das equações de Maxwell e princípios fundamentais.  
 • Antenas: antenas de onda estacionária, antenas de abertura e agregados.*

**4.4.5. Syllabus:**

*Maxwell equations, planar wave propagation and boundary conditions.  
 Guided wave propagation: waveguides, transmission lines and introduction to optical fibers.  
 Radiation: duality of the Maxwell equations and fundamental concepts  
 Antennas: stationary wave antennas, aperture antennas and arrays.*

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

*Nas aulas teóricas são apresentados com rigor quer o desenvolvimento matemático quer os conceitos físicos relevantes. Nas aulas práticas são resolvidos problemas de aplicação que cobrem toda a matéria. Nas aulas de laboratório os alunos realizam trabalhos simples de aplicação de conceitos fundamentais, e devem apresentar a interpretação dos resultados e responder a perguntas teóricas relacionadas.*

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

*In the theoretical classes both the related mathematical development and the physical concepts are rigorously presented.  
 In the practical classes application problems are resolved, covering all the theoretical concepts.  
 In the laboratory classes the students apply with simple proposed work the fundamental concepts, presenting also the results interpretation and answering theoretical questions.*

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

*As aulas teóricas são apresentadas pelo professor, recorrendo por vezes a "slides".  
 Nas aulas práticas e de laboratório os estudantes deverão testar os seus conhecimentos através da resolução de problemas propostos, disponibilizados antes das aulas.  
 A avaliação é feita através de 2 testes e/ou 1 exame individuais.  
 A nota final é 80% da média aritmética dos testes ou do exame somada a 20% da nota do laboratório, dada pela média aritmética das notas dos trabalhos.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*The involved concepts and techniques are explained by the lecturer in the theoretical classes, sometimes with the support of slides.  
 In both the practical and the laboratory classes the students should (semi-autonomously) solve a set of problems, that are made available before the classes.  
 Students are evaluated by means of two individual tests and/or one examination.  
 The final grade in the course is computed summing 80% of the arithmetic average of the tests grade or the exam grade and 20% of the arithmetic average of the laboratory work grades.*

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

*A disciplina pretende desenvolver nos estudantes principalmente a capacidade de aprender os conceitos físicos envolvidos e resolver problemas de aplicação. Nas aulas teóricas os conceitos físicos são cuidadosamente apresentados e nas aulas práticas e de laboratório são resolvidos problemas. A passividade dos estudantes é evitada pelo professor, em todo o tipo de aulas.  
 Os dois testes cobrem a matéria toda, repartida entre propagação e propagação guiada (1.º teste) e radiação e antenas (2.º teste). O aluno pode realizar um exame final, em que toda a matéria é apresentada, para obter aprovação. O exame pode também servir para melhorar a nota obtida por testes.  
 Quer nos testes quer no exame os alunos devem resolver problemas propostos, e também responder a questões teóricas. Os testes e exames são de consulta, aliviando o aluno da apresentação na prova de desenvolvimentos matemáticos já apresentados na bibliografia.*

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

*The course aims at developing in the students mainly the ability of learning the involved basic concepts and solving application problems. In the theoretical classes the physical concepts are carefully presented and in both the practical and the laboratory classes problems are solved. The passivity of the students is avoided by the lecturer in all the classes.  
 The two tests cover the entire syllabus, divided in propagation and guided propagation (1º test) and radiation and antennas (2º test), and the tests are optional. The student may do a final exam where the entire syllabus is considered. The exam can also be used to improve the grade obtained in the tests.  
 Both in the tests and in the exam the students have proposed problems and also theoretical questions. In order to avoid the presentation of the (sometimes heavy) mathematics, the students can consult the bibliography.*

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

*• Isabel Ventim Neves, "Propagação e Radiação de Ondas Eletromagnéticas Propagação e Radiação de Ondas Eletromagnéticas", Lidel, 2018.*

**Mapa IV - Programa de Introdução à Investigação Científica****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Programa de Introdução à Investigação Científica*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Undergraduate Research Opportunity Program*

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

*EEC*

**4.4.1.3. Duração:**

*Trimestral / Trimester*

**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

*80*

**4.4.1.5. Horas de contacto:**

*OT:7*

**4.4.1.6. ECTS:**

*3*

**4.4.1.7. Observações:**

*Optativa*

**4.4.1.7. Observations:**

*Optional*

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

*Luis Filipe dos Santos Gomes - OT:7*

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

*Anikó Katalin Horvath da Costa - OT:7*

*Todos os docentes da área científica do Ciclo de Estudos.*

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

*O Programa de Introdução à Investigação Científica (PIIC) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação, em projetos de investigação científica coordenados por docentes e investigadores da faculdade.*

*Através do programa, o estudante que dele participe deverá ter contacto com práticas de investigação científica e adquirir conhecimento do modo de funcionamento de projetos de investigação.*

*Desenvolverá aptidões de apresentação e explicação de resultados científicos, e competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia.*

*Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do projeto em que o estudante esteja envolvido.*

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

*The Undergraduate Research Opportunities Program (UROP) program aims at promoting the participation of students, since early in their academic career, in research projects developed by academic staff of the faculty.*

*Through UROPs, the student will have contact with scientific research environment and gain knowledge of how research projects work. The student will develop skills in presenting and explaining research results, and transferable skills of working in teams, oral and written communication, and independent learning.*

*Depending on the specific project chosen by the student, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills in the project area.*

**4.4.5. Conteúdos programáticos:**

*Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.*

**4.4.5. Syllabus:**

*The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.*

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

**4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*Not applicable.*

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

*Um conjunto de estágios, integrados em projetos ou linhas de investigação, são propostos pelos docentes das áreas científicas do curso, aos quais os alunos se candidatam.*

*Os estágios propostos podem ser de três tipos relativamente ao método de seleção de candidatos: aluno previamente selecionado pelo orientador, selecionado pelo coordenador do programa, selecionado pelo orientador. Quando necessário, os candidatos poderão ser seriados de acordo com os critérios de ordenação para mobilidade ERASMUS. O estudante recebe orientação tutorial durante o período de realização do estágio.*

*A avaliação prevê duas componentes:*

- componente de desempenho (pesando 40% na nota final), da responsabilidade do orientador de estágio;*
- componente de relatório final (pesando 60% na nota final), composto por relatório complementado por uma apresentação gravada.*

**4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*A set of internships, integrated in projects or lines of research, are proposed by the professors of the scientific areas of the course, to which students apply.*

*The proposed internships can be of three types with respect to the candidate selection method: student previously selected by the advisor, selected by the program coordinator, selected by the advisor. Where necessary, candidates may be ranked according to the ERASMUS mobility ranking criteria.*

*The student receives tutorial guidance during the internship period.*

*The evaluation provides for two components:*

- performance component (weighing 40% in the final grade), the responsibility of the internship advisor;*
- Final report component (weighing 60% in the final grade), consisting of a report complemented by a recorded presentation.*

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

*A existência de uma oferta atualizada de participação em projetos ou temas em linhas de investigação científica permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades de investigação.*

*Sendo esta oferta integrada em projetos que envolvem equipas de investigação, é oferecida ao estudante a oportunidade de trabalho em equipa. Do contacto com a equipa de investigação, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de investigação da equipa. A não existência de outras unidades curriculares em paralelo com o Programa permite uma concentração e dedicação em exclusividade às atividades do estágio. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas essas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do docente orientador.*

*As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.*

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

*Having an up-to-date offer to participate in scientific research projects will in fact allow students interested in following this program to participate in research activities. As this offer is integrated into projects involving research teams, the student is offered the opportunity for teamwork. Contact with the research team necessarily results in contact and knowledge of the research practices of the team. The absence of other curricular units in parallel with the Program allows concentration and dedication in the activities of the internship. If the work requires specific knowledge and / or skills these will have to be acquired by the student, autonomously, although with guidance from the supervisor. Communication techniques are required, and tested, for the final assessment.*

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

*Depende do estágio específico escolhido por cada estudante.*

*Depends on the specific internship chosen by each student.*

**Mapa IV - Programa de Introdução à Prática Profissional**

**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

*Programa de Introdução à Prática Profissional*

**4.4.1.1. Title of curricular unit:**

*Undergraduate Practice Opportunities Program*

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

*EEC*

**4.4.1.3. Duração:***Trimestral / Trimester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***80***4.4.1.5. Horas de contacto:***OT:7***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Anikó Katalin Horváth da Costa - OT:7***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Luís Filipe dos Santos Gomes - OT:7***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***O Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação académica, em atividades em ambiente empresarial.**Através do programa, o estudante que nele participe terá contacto com trabalhos de engenharia, no dia a dia, numa empresa. Tomará conhecimento do modo de funcionamento de projetos de engenharia em ambiente empresarial.**Desenvolverá competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia.**Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do trabalho que o estudante desenvolva na empresa.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The Undergraduate Practice Opportunities Program (UPOP) aims at promoting the participation of students, since early in their academic career, in practical activities in non-academic environment.**Through UPOPs, the student will have contact with the daily activities of engineering projects in a company. By this contact, the student gets to know how engineering projects develop, in practice. (S)he is expected to develop transferable skills in working in teams, oral and written communication, and independent learning.**Depending on the specific work developed by the student in the company, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills relevant to the placement.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.***4.4.5. Syllabus:***The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Não aplicável.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Not applicable.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Todos os anos faz-se uma chamada às empresas para ofertas de estágios de curta duração no período intercalar ou no verão. Complementarmente os alunos são encorajados para entrar em contacto com as empresas a fim de encontrar o seu próprio estágio. Os alunos candidatam-se às propostas de estágio aprovadas pelo coordenador do programa e serão colocados diretamente pelo coordenador do programa ou pelas empresas a partir de uma lista sugerida pelo coordenador.**O estudante cumpre o plano de trabalho com orientação tutorial, no período designado, (período intercalar ou em julho).*

*A avaliação é feita por relatório onde o estudante descreve as atividades desenvolvidas, tendo por base um esqueleto pré-definido contemplando uma estrutura específica e garantindo respostas/reflexões sobre "o que fez", "o que aprendeu", "observações/contribuições", bem como uma caracterização da empresa e de um processo acompanhado ou observado, complementado por uma apresentação gravada.*

#### **4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

*Every year companies are invited to offer short-term internship for the 3rd year students. In addition, students are encouraged to contact companies in order to find their own internship. Students apply for approved proposals by the course coordinator and will be selected by the course coordinator or companies from a list suggested by the coordinator.*

*The student complies with the tutorial plan within the specific period (mid-term or July).*

*The assessment is made by a report where the student describes the realized activities, based on a predefined skeleton, contemplating a specific structure and answers / reflections on "what was done", "what was learned", "answers/reflection" as well as a characterization of the company and a process followed or observed, complemented by a recorded presentation.*

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

*A lista de ofertas atualizadas no âmbito no Programa de Introdução à Prática Profissional, aprovada pelo coordenador do programa, permitirá, de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades em ambiente empresarial. Através dessa seleção, é garantido que as atividades do estudante, supervisionadas pelo orientador, são integradas em equipas na empresa. Do contacto com a equipa e orientador na empresa, que durante o período das atividades será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de trabalho de engenharia da empresa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas estas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do orientador científico. As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.*

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

*The up-to-date UPOP offers, approved by the course coordinator, allow interested students to participate in real projects carried out in non-academic environment. Through the selection process it is guaranteed that the activities of the student will be integrated in teams in the company. From the contact with the team, and with the supervisor in the company, which will be daily or close to daily, the student will get to know the work practices of the company in engineering projects. If the work plan requires specific knowledge and technical skills, these are to be acquired by the student with independent learning, with supervision from the academic supervisor. The communication skills are required, and assessed, in the final evaluation.*

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

*Depende do estágio específico escolhido por cada estudante.*

*Depends on the specific internship chosen by each student.*

### **4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem**

#### **4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:**

*As diversas unidades curriculares têm na sua larga maioria duas vertentes: uma vertente mais expositiva (aulas teóricas ou teórico-práticas) e uma outra vertente mais prática. Enquanto os conceitos fundamentais são apresentados nas aulas teóricas, as aulas práticas dão aos estudantes conhecimentos "hands-on", que lhes permitem ganhar autoconfiança e competências técnicas, que lhes permitirão um alto grau de autonomia no desenvolvimento da sua atividade profissional. As unidades curriculares estão organizadas de forma a fomentar nos estudantes o espírito de trabalho em grupo, sendo uma preocupação, estimular nos estudantes a capacidade de pesquisa e de seleção de informação essenciais a qualquer profissional nesta área. Complementando a formação adquirida pelos estudantes nas UC de soft skills diversas UC da Licenciatura incluem na sua avaliação apresentações públicas e discussões de trabalhos que permitem aos estudantes o desenvolvimento das suas capacidades de comunicação.*

#### **4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:**

*The various curricular units mostly have two strands: a more expositive strand (theoretical or practical classes) and another more practical strand. While the fundamental concepts are presented in the lectures, practical classes give students hands-on knowledge that enables them to gain self-confidence and technical skills that will allow them a high degree of autonomy in the development of their professional activity. The curricular units are organized in such a way as to foster in students the spirit of group work. It is a concern to stimulate in students the research and selection of information capacity, essential to any professional in this area. Complementing the training acquired by students in the soft skills UC, several UC include in their assessment public presentations and discussions of works that allow students to develop their communication skills.*

#### **4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:**

*No cálculo do esforço associado a cada unidade curricular em termos de unidades de crédito (ECTS), foi considerado que 1 unidade de crédito corresponde a 28 horas de trabalho do estudante, onde se incluem as horas de contacto com*

*os docentes e horas de trabalho autónomo. Este conhecimento permite aos docentes responsáveis organizar as suas unidades curriculares por forma a que o trabalho exigido corresponda aos ECTS estimados. A verificação da consistência entre o valor estimado e o real é feita pela análise das respostas dadas pelos estudantes nos inquéritos. Nos casos em que se verifiquem discrepâncias significativas, a organização da unidade curricular, nomeadamente no que diz respeito aos trabalhos exigidos aos estudantes, é reformulada por forma a garantir a correspondência entre o valor estimado e o real.*

#### **4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:**

*In the calculation of the effort associated with each curricular unit in terms of credit units (ECTS), it was considered that 1 credit unit corresponds to 28 student working hours, which include contact hours with teachers and autonomous working hours. This knowledge allows the responsible teachers to organize their course units so that the required work corresponds to the estimated ECTS. The consistency between the estimated and the real value is verified by analysing the answers given by the students in the surveys. In cases where significant discrepancies occur, the organization of the curricular unit, namely with regards to the work required of the students, is reformulated to ensure the correspondence between the estimated and the actual value.*

#### **4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A FCT NOVA dispõe de uma plataforma eletrónica que contém a descrição de todas as unidades curriculares, bem como a informação relativa aos objetivos, incluindo o funcionamento de cada unidade. Os elementos para avaliação da unidade curricular são igualmente disponibilizados, bem como os sumários das aulas lecionadas. A calendarização das avaliações bem como a garantia da adequação da avaliação aos objetivos é também verificada ao nível da coordenação do curso, nomeadamente através da comissão pedagógica, que integra representantes dos estudantes. Nos casos em que sejam comunicados desajustes, os representantes dos estudantes comunicam esse facto ao Coordenador que promove uma reunião com o professor responsável por forma a resolver o problema relatado. A adequação da avaliação da aprendizagem aos objetivos das unidades curriculares é igualmente avaliada à posteriori, através das respostas aos inquéritos curriculares.*

#### **4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:**

*FCT NOVA has an electronic platform that contains the description of all curricular units as well as the information regarding the objectives, and the operation of each unit. The elements for assessment of the course are also available, as well as the summaries of the classes taught. The scheduling of the evaluations as well as ensuring the adequacy of the evaluation to the objectives is also verified at the level of course coordination, namely through the pedagogical committee, which includes student representatives. In cases where maladjustments are reported, student representatives report this to the Coordinator who arranges a meeting with the responsible teacher in order to resolve the reported problem.*

*The appropriateness of learning assessment to the objectives of the curricular units is also assessed a posteriori through the responses to the curricular inquiries.*

#### **4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):**

*Embora a integração dos estudantes em atividades científicas seja mais significativa no nível do Mestrado, mesmo durante a Licenciatura existe uma preocupação significativa com a iniciação dos estudantes à prática científica, tanto ao nível dos trabalhos de síntese realizados, que muitas vezes incluem a análise de artigos científicos escolhidos pelos docentes, como na pesquisa e análise de informação com vista ao desenvolvimento do conhecimento dos estudantes em temas específicos. A elaboração de trabalhos em grupo e a respetiva apresentação e discussão são também utilizadas em algumas UC, como forma de estimular nos estudantes o gosto pelo trabalho em grupo e as suas capacidades de apresentação em público, essenciais à atividade científica e profissional.*

#### **4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):**

*Although the integration of students in scientific activities is more significant in the Master's degree, even during the undergraduate degree, there is a significant concern with students' initiation into scientific practice at both the level of synthesis work, which often includes analysis of scientific articles chosen by professors, and the research and analysis of information with a view to developing students' knowledge on specific subjects. The elaboration of group work and its presentation and discussion are also used as a way of stimulating in students the interest for group work as well as developing their public presentation skills, which are essential for their scientific and professional activity.*

### **4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos**

#### **4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:**

*O número total de créditos ECTS e a duração do ciclo de estudos está de acordo com o artigo 9.º de Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março. Esta opção é consentânea com as escolhas feitas quer a nível nacional, quer a nível internacional em cursos semelhantes, tal como especificado no parágrafo 2 do referido artigo. Este número de ECTS bem como a duração, permitem que os estudantes adquiram a formação de base forte em conhecimentos de matemática, física, e informática, e conhecimentos básicos em seis áreas da engenharia eletrotécnica e de computadores: controlo e decisão, eletrónica, energia, robótica e sistemas de manufatura, sistemas digitais e*

*telecomunicações. Para cada uma destas áreas, existem pelo menos duas unidades curriculares (três em quase todas) permitindo uma abordagem sistematizada aos vários temas.*

**4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:**

*The total number of ECTS credits and the length of the study programme is in accordance with Article 9 of Decree-Law 74/2006 of March 24. This option is in line with the choices made both at national level or at the international level in similar programmes as specified in paragraph 2 of that Article. This number of ECTS as well as the length of the programme, allow students to gain a strong and solid knowledge base in math, physics, and computer skills, as well as basic knowledge in six areas of electrical and computer engineering: control and decision making, electronics, energy, robotics, and manufacturing systems, digital systems and telecommunications. For each of these areas, there are at least two course units (three in almost all) allowing a systematic approach to the various subjects.*

**4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:**

*O plano de estudos é fortemente baseado no 1.º ciclo do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores que tem provado muito positivamente ao longo dos anos. Deste modo, não houve propriamente um cálculo dos créditos ECTS na definição da LEEC. A maior alteração centrou-se numa redução do tempo de contacto com os estudantes, instituído por diretivas da Direção da Faculdade. O modo como foi implementada esta redução foi associar ao número de ECTS uma duração de horas de contacto e modificar essa parte nas várias unidades curriculares. O processo foi discutido em Conselho do Departamento e foram envolvidos diretamente os docentes que tiveram as alterações nas respetivas UC.*

**4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:**

*The study programme is strongly based on the 1st cycle of the Integrated Master in Electrical and Computer Engineering, which has proven very positively over the years. Thus, there was no proper calculation of ECTS credits in the definition of LEEC. The biggest change focused on a reduction in contact time with students, instituted by directives from the School Board. The way this reduction was implemented was to associate the duration of contact hours with the ECTS number and to modify this part in the various curricular units. The process was discussed in the Department Council and the professors who had the changes in their respective UC were directly involved.*

## 4.7. Observações

**4.7. Observações:**

*Pertencente ao Perfil Curricular FCT, está incluída nos planos curriculares, uma opção designada Unidade Curricular do Bloco Livre, a qual inclui unidades de todas as áreas científicas da FCT NOVA, com exceção das da área predominante do curso, aprovadas anualmente pelo Conselho Científico da FCT NOVA.*

**4.7. Observations:**

*As part of the FCT Curricular Profile, an option called Unrestricted Elective is included in the curricular plans, which includes curricular units from all scientific areas of FCT NOVA, with the exception of the predominant area of the course, approved annually by the Scientific Council of FCT NOVA.*

## 5. Corpo Docente

### 5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

**5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.**

*A coordenação é assegurada pela comissão científica, constituída por*

- *Luis Filipe Lourenço Bernardo (coordenador geral)*
- *Nuno Filipe Silva Veríssimo Paulino (coordenador para o 2.º ciclo)*
- *João Almeida das Rosas*
- *André Teixeira Bento Damas Mora*
- *Anabela Monteiro Gonçalves Pronto*
- *Paulo da Costa Luís da Fonseca Pinto*

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

**5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff**

| Nome / Name | Categoria / Category | Grau / Degree | Especialista / Specialist | Área científica / Scientific Area | Regime de tempo / Employment | Informação / Information |
|-------------|----------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|
|-------------|----------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|

|                                                    |                                             |        |                                                             | regime |                 |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------|--------|-----------------|
| Ana Cristina Malheiro Casimiro                     | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Matemática                                                  | 100    | Ficha submetida |
| Ana Inês da Silva Oliveira                         | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                 | 100    | Ficha submetida |
| Ana Margarida Fernandes Ribeiro                    | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Matemática                                                  | 100    | Ficha submetida |
| Anabela Monteiro Gonçalves Pronto                  | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Engenharia Electrotécnica, especialidade em Energia         | 100    | Ficha submetida |
| André Teixeira Bento Damas Mora                    | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Doutoramento em Eng. Electrotécnica                         | 100    | Ficha submetida |
| André Dionísio Bettencourt da Silva Parreira Rocha | Professor Auxiliar convidado ou equivalente | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                 | 100    | Ficha submetida |
| Aniko Katalin Horvath da Costa                     | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Engenharia Electrotécnica / Sistemas Digitais               | 100    | Ficha submetida |
| António Patrício Alexandre                         | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Matemática/Equações Diferenciais                            | 100    | Ficha submetida |
| Bruno João Nogueira Guerreiro                      | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                 | 100    | Ficha submetida |
| Carlos Manuel Saiago                               | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Matemática / Álgebra                                        | 100    | Ficha submetida |
| Carmen Pires Morgado                               | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Engenharia Informática                                      | 100    | Ficha submetida |
| Fábio Augusto da Costa Carvalho Chalub             | Professor Associado ou equivalente          | Doutor | Matemática                                                  | 100    | Ficha submetida |
| Fernando José Almeida Vieira do Coito              | Professor Associado ou equivalente          | Doutor | Engenharia Electrotécnica e Computadores                    | 100    | Ficha submetida |
| Filipe Alexandre Ferreira Tiago de Oliveira        | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Química                                                     | 100    | Ficha submetida |
| Gracinda Rita Diogo Guerreiro                      | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Matemática - Especialidade Estatística                      | 100    | Ficha submetida |
| Gregoire Marie Jean Bonfait                        | Professor Associado ou equivalente          | Doutor | Física da Materia condensada                                | 100    | Ficha submetida |
| Isabel Maria da Silva Cabral                       | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Matemática, especialidade de Álgebra                        | 100    | Ficha submetida |
| João Almeida das Rosas                             | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                 | 100    | Ficha submetida |
| João Carlos Palma Goes                             | Professor Catedrático ou equivalente        | Doutor | Engenharia Electrotécnica e Computadores                    | 100    | Ficha submetida |
| João Paulo Branquinho Pimentão                     | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Engenharia Electrotécnica                                   | 100    | Ficha submetida |
| João Pedro Abreu de Oliveira                       | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Microeletrónica / Eng. Electrotécnica e Comp.               | 100    | Ficha submetida |
| José António Barata de Oliveira                    | Professor Associado ou equivalente          | Doutor | Engenharia Electrotécnica                                   | 100    | Ficha submetida |
| José Luís Toivola Câmara Leme                      | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Epistemologia das ciências                                  | 100    | Ficha submetida |
| José Maria Nunes de Almeida Gonçalves Gomes        | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Análise Matematica                                          | 100    | Ficha submetida |
| Luís Augusto Bica Gomes de Oliveira                | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores | 100    | Ficha submetida |
| Luís Filipe Lourenço Bernardo                      | Professor Associado ou equivalente          | Doutor | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                 | 100    | Ficha submetida |
| Luís Manuel Camarinha de Matos                     | Professor Catedrático ou equivalente        | Doutor | Informática                                                 | 100    | Ficha submetida |
| Luís Filipe Figueira Brito Palma                   | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Engenharia Electrotécnica                                   | 100    | Ficha submetida |
| Magda Stela de Jesus Rebelo                        | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Matemática                                                  | 100    | Ficha submetida |
| Maria de Fátima Guerreiro da Silva Campos Raposo   | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Ciência e Engenharia de Materiais                           | 100    | Ficha submetida |
| Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos         | Professor Associado ou equivalente          | Doutor | Matemática                                                  | 100    | Ficha submetida |
| Maria Helena Silva Fino                            | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Electrónica                                                 | 100    | Ficha submetida |
| Marta Cristina Vieira Faias Mateus                 | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor | Economia                                                    | 100    | Ficha submetida |
| Paulo da Costa Luís da Fonseca Pinto               | Professor Catedrático ou equivalente        | Doutor | Computer Science                                            | 100    | Ficha submetida |

|                                                     |                                             |            |                                                                            |             |                                 |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------|
| Paulo Miguel de Araújo Borges Montezuma de Carvalho | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Engenharia Electrotécnica e computadores                                   | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Pedro Alexandre da Costa Sousa                      | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Engenharia Electrónica, especialidade de Sistemas e Informação Industriais | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Pedro Miguel Negrão Maló                            | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                                | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Pedro Miguel Ribeiro Pereira                        | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Engenharia Electrotécnica e de Computadores / Electrónica                  | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Pedro Miguel Figueiredo Amaral                      | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                                | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Raúl Eduardo Capela Tello Rato                      | Professor Auxiliar convidado ou equivalente | Doutor     | Engenharia Electrotécnica                                                  | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Ricardo Luís Rosa Jardim Gonçalves                  | Professor Catedrático ou equivalente        | Doutor     | Sistemas de Informação Industriais/Eng. Electrotécnica                     | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Rodolfo Alexandre Duarte Oliveira                   | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Telecomunicações/Engenharia Electrotécnica                                 | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Rui Alexandre Nunes Neves da Silva                  | Professor Associado ou equivalente          | Doutor     | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                                | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Rui Miguel Henriques Dias Morgado Dinis             | Professor Associado ou equivalente          | Doutor     | Eng. Electrotécnica                                                        | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Rui Manuel Leitão Santos Tavares                    | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Engenharia Electrotécnica                                                  | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Ruy Araújo da Costa                                 | Professor Associado ou equivalente          | Doutor     | Engenharia de Sistemas                                                     | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Sérgio Miguel da Silva Barata Onofre                | Professor Auxiliar convidado ou equivalente | Mestre     | Eng. Electrotecnica e de Computadores                                      | 30          | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Stanimir Stoyanov Valtchev                          | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Engenharia Electrotécnica e de Computadores                                | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Tiago José Monteiro Baptista Cabral Ferreira        | Assistente convidado ou equivalente         | Licenciado | Eng. Electrotécnica e de Computadores                                      | 20          | <a href="#">Ficha submetida</a> |
| Dora Susana Raposo Prata Gomes                      | Professor Auxiliar ou equivalente           | Doutor     | Matemática, especialidade de Estatística                                   | 100         | <a href="#">Ficha submetida</a> |
|                                                     |                                             |            |                                                                            | <b>4850</b> |                                 |

&lt;sem resposta&gt;

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

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

#### 5.4.1.1. Número total de docentes.

50

#### 5.4.1.2. Número total de ETI.

48.5

### 5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

**5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.\* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.\***

| Corpo docente próprio / Full time teaching staff                                                                                      | Nº / No. | Percentagem / Percentage |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|
| Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution: | 48       | 98.969072164948          |

### 5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

**5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor\* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD\***

| Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff              | ETI / FTE | Percentagem / Percentage |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|
| Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE): | 48        | 98.969072164948          |

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

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

| Corpo docente especializado / Specialized teaching staff                                                                                                                                                                                                                         | ETI / FTE | Percentagem* / Percentage* |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|
| Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme                                                                 | 30        | 61.855670103093 48.5       |
| Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme | 0         | 0 48.5                     |

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

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

| Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics                                                                                                                                              | ETI / FTE | Percentagem* / Percentage* |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|
| Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years | 46        | 94.845360824742 48.5       |
| 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                                          | 0.3       | 0.61855670103093 48.5      |

#### Pergunta 5.5. e 5.6.

##### 5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

*O Regulamento da FCT NOVA relativo à Avaliação do Desempenho têm por objeto o desempenho dos docentes, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes das escolas envolvidas, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação; c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade. Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos. Para a permanente atualização dos docentes contribui, desde logo, a implementação de uma política de estímulo à investigação de qualidade com o objetivo de incentivar projetos com potencial de investigação e reconhecer o mérito dos investigadores mais destacados.*

##### 5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

*The Evaluation of the Performance's Statutes of FCT NOVA evaluate the merit of all academic staff, in order to improve their quality. The evaluation considers the specificities of each scientific area and aims at all the aspects of academic activity: a) Teaching; b) Research, development and innovation; c) Administrative work and academic management; d) Dissemination and community support activities. The evaluations' results impact the remuneration of the academic staff, tenure, contract renewal of professors, authorisation of sabbatical leaves, teaching load, and grants. The implementation of incentives for quality research based on the evaluation, contributes to continuous updates of staff, to improve the research potential, and to acknowledge the merit of the most recognised professors.*

##### 5.6. Observações: <sem resposta>

##### 5.6. Observations: <no answer>

## 6. Pessoal Não Docente

**6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.**

*O ciclo de estudos conta com o apoio de quatro funcionários não docentes:*

- 1 - Ana Cristina Silva - Técnica de Informática Adjunta
- 2 - Helena Inácio - Assistente Técnica Administrativa
- 3 - Elsa Abrantes - Técnica de Informática de Grau 3
- 4 - Octávio Gralha - Técnico de Informática de Grau 2

*A Ana Cristina Silva coordena atualmente os serviços de apoio administrativo e toda a parte contabilística de suporte ao DEEC (efetua a interface com a divisão de contabilidade da FCT NOVA). A Helena Inácio presta apoio administrativo maioritariamente na fase de conclusão dos cursos (teses de Mestrado e de Doutoramento). A Elsa Abrantes gere os sistemas informáticos de apoio aos cursos (CLIP, PURE, pág. WEB) e presta apoio administrativo no recrutamento de Bolseiros e Monitores. Finalmente o Octávio Gralha trata, fundamentalmente, da manutenção de todos os equipamentos informáticos nos diversos laboratórios do DEEC.*

**6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.**

*The study cycle is supported by four non-teaching staff:*

- 1 - Ana Cristina Silva - Assistant Computer Technician
- 2 - Helena Inácio - Administrative Technical Assistant
- 3 - Elsa Abrantes - Computer Technician Grade 3
- 4 - Octávio Gralha - Computer Technician Grade 2

*Ana Cristina Silva currently coordinates the administrative support services and all accounting support for DEEC (interfaces with the accounting division of FCT NOVA). Helena Inácio provides administrative support mostly in the course completion phase (Master's and PhD theses). Elsa Abrantes manages the course support computer systems (CLIP, PURE, web page) and provides administrative support in the recruitment of Scholarship fellows and Monitors. Finally, Octávio Gralha deals mainly with the maintenance of all computer equipment in the various DEEC laboratories.*

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

*Todo o pessoal não docente de apoio à lecionação tem o 12.º Ano de escolaridade.*

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

*All the non-academic staff supporting the study programme has the 12th Year (end of the high school).*

**6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.**

*A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Função Pública – o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário, administrativo ou técnico, são definidos no início de cada ciclo avaliativo e estão alinhados com os objetivos estratégicos da instituição. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação bienal que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.*

**6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development**

*The performance of non-academic staff is based on SIADAP – Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the non-academic staff are aligned with the institution strategic objectives and are defined at the beginning of each evaluation cycle. The career progression of staff depends on their biennial evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the pre-defined goals.*

**7. Instalações e equipamentos****7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):**

*As aulas teóricas são efetuadas em salas da FCT NOVA atribuídas pelos serviços de planeamento, estando disponíveis os seguintes laboratórios dedicados (indica-se em cada um o número de estações de trabalho): Máquinas Elétricas-8, Instrumentação e Medidas Elétricas-5, Alta-tensão-2, Desenho Assistido por Computador-13, Investigação em Máquinas Elétricas-5, Investigação em Eletrónica-5, Eletrónica das Telecomunicações-8, Projetos em Eletrónica-5, CAD para Eletrónica-8, Sistemas Digitais-12, Sistemas Digitais e Percecionais-12, Microprocessadores-11, Investigação em Sistemas Digitais e Percecionais-9, Modelação de Dados em Engenharia-9, Robótica-7, Investigação Robótica-5, Teoria de Sistemas-8, Controlo-9, Automação-9, Sistemas de Decisão-6, Comunicações-10, Telecomunicações-10, Telecomunicações/Eletrónica-10, Célula Flexível Manufatura-1, Tempo Real-9, Eletrónica Básica-9, Microprocessadores-12, Redes e Propagação-6.*

**7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):**

*Theoretical classes are held on FCT NOVA classrooms managed by the planning services. The following laboratories for practical classes are available (the number of workstations is indicated):*

*Electrical Machines-8, Instrumentation and Measurements-5, High-Voltage Laboratory-2, Computer Aided Design-13, Research in Electrical Machines-5, Laboratory of Advanced Research in Electronics-5, Laboratory of Electronic for Telecommunications-8, Microelectronics Design-5, Laboratory for Design in Electronics-8, Digital Systems-12, Digital and Perceptual Systems-12, Microprocessors-11, Research in Digital and Perceptual Systems-9, Data Modeling-9, Robotics-7, Research in Robotics-5, Systems Theory-8, Control-9, Automation-9, Control and Decision Systems-6, Communications-10, Telecommunications-10, Electronics for Telecommunications-10, Flexible Factory Cell-1, Real Time Systems-9, Basic Electronics-9, Microprocessors-12, Propagation and Communication Networks-6.*

## 7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

*Todos os labs. têm PCs em n.º suficiente. Estão também disponíveis equipamentos específicos:*

*Robótica – robôs: 5 de 5 eixos, 8 móveis, 1 SCARA SONY; 1 sistema de comutação de garras SCHUNK, 1 feeder, 2 robôs, 2 sist.garras, 1 Armazém automático, 1 Célula FESTO-Node, 2 car-wash kits, 1 conveyor, 2 warehouse kits, 2 process cell kits, 3 PLCs*

*Controle - Processos escala laboratorial, Controladores industriais, PLCs, Componentes discretos para automação Eletrónica - Componentes electrónicos, Kits de aprendizagem PAM, PCM, FM, PM*

*Telecomunicações – kits de experiências em: microondas, antenas e fibra ótica, módulos SDR USRP B100, Routers, Switches OpenFlow, Controladores SDN*

*Sistemas Digitais - Sistemas de desenvolvimento 8031, Switch 3COM*

*Energia - Transformadores 100kV, condensadores, resistências e díodos de alta tensão, módulos fotovoltaicos, simulador solar, quadros elétricos inteligentes, variadores de velocidade*

*Software - Prolog, ORACLE DB, Octave, GNURadio e Java, e outros.*

## 7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

*All laboratories are equipped with enough PCs for their users.*

*In addition, several specific equipment are available:*

*Robotics - Robots: 5 5-axis, 8 mobile, 1 SCARA SONY; 1 SCHUNK grapple switching system, 1 feeder, 2 robots, 2 grapple systems, 1 Automated warehouse, 1 FESTO-Node Cell, 2 car-wash kits, 1 conveyor, 2 warehouse kits, 2 process cell kits, 3 PLCs*

*Control - Laboratory Scale Processes, Industrial Controllers, PLCs, Discrete Automation Components*

*Electronics - Electronic Components, PAM, PCM, FM, PM Learning Kits*

*Telecommunications - Experiment Kits on: Microwave, Antennas & Fiber Optics, USRP B100 SDR modules, Routers, OpenFlow Switches, SDN controllers*

*Digital Systems - 8031 Development Systems, Switch 3COM*

*Energy - 100kV Transformers, capacitors, resistors and highvoltage diodes, PV modules, solar simulator, smart electrical switch boards, variable speed drives*

*Software - Prolog, ORACLE DB, Octave, GNU Radio and Java, among others.*

## 8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

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

#### 8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

| Centro de Investigação /<br>Research Centre                                             | Classificação<br>(FCT) /<br>Classification<br>FCT | IES / HEI                                                                  | N.º de docentes do CE<br>integrados / Number of study<br>programme teaching staff<br>integrated | Observações /<br>Observations                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| CTS - Centro de Tecnologia e<br>Sistemas / Centre of Technology<br>and Systems          | Muito Bom /<br>Very Good                          | Faculdade de Ciências e<br>Tecnologia da<br>Universidade NOVA de<br>Lisboa | 20                                                                                              | <a href="http://www.uninova.pt/cts">http://www.uninova.pt/cts</a>               |
| IT - Instituto de Telecomunicações                                                      | Muito Bom /<br>Very Good                          | Instituto de<br>Telecomunicações                                           | 6                                                                                               | <a href="https://www.it.pt/">https://www.it.pt/</a>                             |
| NOVA LINC - NOVA Laboratory<br>for Computer Science and<br>Informatics                  | Excelente /<br>Excellent                          | Faculdade de Ciências e<br>Tecnologia da<br>Universidade NOVA de<br>Lisboa | 1                                                                                               | <a href="http://nova-lincs.di.fct.unl.pt/">http://nova-lincs.di.fct.unl.pt/</a> |
| CMA - Centro de Matemática e<br>Aplicações / Center for<br>Mathematics and Applications | Muito Bom /<br>Very Good                          | Faculdade de Ciências e<br>Tecnologia da<br>Universidade NOVA de<br>Lisboa | 9                                                                                               | <a href="https://www.cma.fct.unl.pt/">https://www.cma.fct.unl.pt/</a>           |
| CEFITEC - Centro de Física e<br>Investigação Tecnológica / Centre                       | Bom / Good                                        | Faculdade de Ciências e<br>Tecnologia da                                   | 2                                                                                               | <a href="https://www.cefitec.fct.unl.pt/">https://www.cefitec.fct.unl.pt/</a>   |

**Pergunta 8.2. a 8.4.**

**8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.**

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/e95514a1-8722-e747-a159-5e85da1f637d>

**8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:**

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/e95514a1-8722-e747-a159-5e85da1f637d>

**8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.**

*As parcerias internacionais têm sido consubstanciadas através de acordos bilaterais de cooperação que a NOVA tem celebrado com universidades estrangeiras e acordos de mobilidade do programa Erasmus com:*

- Cologne U. of Applied Sciences, Fachhochschule Schmalkalden, Technische U. Ilmenau, Alemanha
- U. de Mons, Bélgica
- "Nikola Vaptsarov" Naval Academy, Burgas Free U., Burgas Prof. Dr. Asen Zlatarov U., National Defence College "G.S. Rakovski", Sofia U. Saint Kliment Ohridski, Tech. U. of Sofia, Todor Kableshkov Higher School of Transport, Bulgária
- U. de La Laguna, U. de Salamanca, U. de Vigo, U. de Coruña, U. Politécnica de Madrid, U. Politécnica de Catalunya, Espanha
- Tampereen Teknillinen Yliopisto, Finlândia
- U. Claude Bernard Lyon 1, França
- Technical U. of Crete, U. of the Aegean, Grécia
- Technische U. Delft (EEMCS), Holanda
- Óbuda U., Hungria
- Institute of Technology Tallaght, Irlanda
- U. degli Studi di Catania, U. degli Studi di Firenze, U. degli Studi di Palermo, U. degli Studi di Perugia, Itália
- AGH U. Science Technology, Politechnika Poznanska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wroclawska, U. Zielonogórski, Polónia
- 1 Decembrie 1918 U. of Alba Iulia, Stefan Cel Mare U. of Suceava, U. "Alexandru Ioan Cuza" Iasi, U. Politehnica din Bucuresti, U. Tehnica din Cluj-Napoca, U. Transilvania din Brasov, Roménia
- Bulent Ecevit U., Çankaya U., Gazi U., Hacettepe U., Istanbul Gelisim U., Istanbul Medipol U., Turquia

*Os docentes do DEE são responsáveis e/ou integram as equipas de um grande número de projetos de investigação nacionais e internacionais entre os quais (apresentam-se apenas as siglas dos projetos em execução à data de Junho de 2019):*

*DiManD, InnovPlanProtect, SFCoLAB, AlmaScience, HERIT-DATA, CESME, tLOSS, YAMMI, PhotoAKI, FUELMON, IPSTERS, INTMOB, TRIZIN GO, AMBIOSENSING, BOOST 4.0, ARIBOS, SUDOKET, FIRST, aSiPhoto, Nano-TFT, LAN4CC, UVAZN GO, MPBIO GO, Storage4Grid, PERCAL GO, INSTAGRI, RICESE GO, Big Data Ocean, Secret Paper, LoCAPOD, PPGDIODE, EmGraph, SMART\_VEDA, CareLink, Climate-Kic Hub Portugal, HAMLeT, IRACON, GOOD MAN, ViMM, vf-OS, Nanoguard2ar, AutoCarInsp, AVERT, Spike Computing, DynaTurnTake, SHCity, ARCON-ACM, I2MHB, Uterine Explorer, SigmaRail, ACACIA, Open MOS, PERFORM, PROTEUS, BEinCPPS, OPTIMUM, DIVERSITY, LUDI, TU1403, Annex67.*

*São exemplos de projetos de investigação já terminados:*

*SolWin, EXOWAVE, MANASE, VLC-MIMO, ESASOC, NobelGrid, C2Net, GAVIDAV, AQUASmart, GEAF, ILUV, IVELA, Design4Energy, Arrowhead, ProSEco, ROBO-PARTNER, ProaSense, MONDO, OSMOSE, DISRUPTIVE, MobiS, PRIME, Petri-Rig, FitMan, Geria, SADAC, RobotSampler, DAAMI, WDM, SHBuildings, ECHORD / RIVERWATCH, POVERE, RobotSampler, GloNet, AAL4ALL, Imagine, MSEE, EAR-IT, E-CEO, FUSION, LIFESAVER, OBIOS, MARx, LTE-Advanced, EUCOG, PROFLEX, ALTERNATIVA, IDEAS, ADCOD, Deri, UNITE.*

**8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.**

*International partnerships have been substantiated through bilateral cooperation agreements that NOVA has entered into with foreign universities and Erasmus mobility agreements with:*

- Cologne U. of Applied Sciences, Fachhochschule Schmalkalden, Technische U. Ilmenau, Germany
- U. de Mons, Belgium
- "Nikola Vaptsarov" Naval Academy, Burgas Free U., Burgas Prof. Dr. Asen Zlatarov U., National Defence College "G.S. Rakovski", Sofia U. Saint Kliment Ohridski, Tech. U. of Sofia, Todor Kableshkov Higher School of Transport, Bulgaria
- U. de La Laguna, U. de Salamanca, U. de Vigo, U. de Coruña, U. Politécnica de Madrid, U. Politécnica de Catalunya, Spain
- Tampereen Teknillinen Yliopisto, Finland
- U. Claude Bernard Lyon 1, France
- Technical U. of Crete, U. of the Aegean, Greece
- Technische U. Delft (EEMCS), Netherlands
- Óbuda U., Hungary
- Institute of Technology Tallaght, Ireland
- U. degli Studi di Catania, U. degli Studi di Firenze, U. degli Studi di Palermo, U. degli Studi di Perugia, Italy
- AGH U. Science Technology, Politechnika Poznanska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wroclawska, U. Zielonogórski, Poland

- 1 Decembrie 1918 U. of Alba Iulia, Stefan Cel Mare U. of Suceava, U. "Alexandru Ioan Cuza" Iasi, U. Politehnica din Bucuresti, U. Tehnica din Cluj-Napoca, U. Transilvania din Brasov, Romania  
 - Bulent Ecevit U., Çankaya U., Gazi U., Hacettepe U., Istanbul Gelisim U., Istanbul Medipol U., Turkey

DEEC faculty are responsible for and/or part of the teams of a large number of national and international research projects, including (only the abbreviations of the projects running as of June 2019): DiManD, InnovPlanProtect, SFCoLAB, AlmaScience, HERIT-DATA, CESME, tLOSS, YAMMI, PhotoAKI, FUELMON, IPSTERS, INTMOB, TRIZIN GO, AMBIOSENSING, BOOST 4.0, ARIBOS, SUDOKET, FIRST, aSiPhoto, Nano-TFT, LAN4CC, UVAZN GO, MPBIO GO, Storage4Grid, PERCAL GO, INSTAGRI, RICESE GO, Big Data Ocean, Secret Paper, LoCAPOD, PPGDIODE, EmGraph, SMART\_VEDA, CareLink, Climate-Kic Hub Portugal, HAMLeT, IRACON, GOOD MAN, ViMM, vFOS, Nanoguard2ar, AutoCarInsp, AVERT, Spike Computing, DynaTurnTake, SHCity, ARCON-ACM, I2MHB, Uterine Explorer, SigmaRail, ACACIA, Open MOS, PERFORM, PROTEUS, BEinCPPS, OPTIMUM, DIVERSITY, LUDI, TU1403, Annex67.

Examples of completed research projects are:

SolWin, EXOWAVE, MANASE, VLC-MIMO, ESASOC, NobelGrid, C2Net, GAVIDAV, AQUASmart, GEAF, ILUV, IVELA, Design4Energy, Arrowhead, ProSEco, ROBO-PARTNER, ProaSense, MONDO, OSMOSE, DISRUPTIVE, MobiS, PRIME, Petri-Rig, FitMan, Geria, SADAC, RobotSampler, DAAMI, WDM, SHBuildings, ECHORD / RIVERWATCH, POVERE, RobotSampler, GloNet, AAL4ALL, Imagine, MSEE, EAR-IT, E-CEO, FUSION, LIFESAVER, OBIOS, MARx, LTE-Advanced, EUCOG, PROFLEX, ALTERNATIVA, IDEAS, ADCOD, Deri, UNITE.

## 9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

### 9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

*Tradicionalmente, a empregabilidade em cursos de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores aproxima-se dos 100%. De acordo com a informação atual em <http://infocursos.mec.pt>, o número de desempregados, nesta área, é de 6 de entre 211 diplomados no período 2013-2016, o que representa uma percentagem de desemprego de 2,8%. Note-se que esta estatística se refere a estudantes que completaram o Mestrado Integrado. No caso desta Licenciatura, foi decidido que a sua característica é a de dotar os alunos de conhecimentos básicos e abstratos nas várias áreas, em detrimento de uma abordagem mais tecnológica e perto do mercado. Em função disto, considera-se que a empregabilidade dos graduados não é de todo um indicador a que seja dada importância.*

### 9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

*Traditionally, employability in Electrical and Computer Engineering courses approaches 100%. According to the current information on <http://infocursos.mec.pt>, the number of unemployed in this area is 6 out of 211 graduates in the 2013-2016 period, which represents an unemployment rate of 2.8%. Note that this statistic refers to students who have completed the Integrated Master. In the case of this degree, it was decided that its characteristic is to provide students with basic and abstract knowledge in the various areas, at the expense of a more technological approach and closeness to the market. Because of this, it is considered that the employability of graduates is not at all an indicator to which importance is given.*

### 9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

*O curso de Mestrado Integrado, cuja parte do primeiro ciclo este ciclo de estudos vem substituir, teve e tem tido uma grande capacidade de atração de estudantes como o prova o total preenchimento das vagas na primeira fase de concurso nacional, sendo o número de candidatos significativamente superior à disponibilidade existente. As médias de entrada dos últimos colocados, dos cursos desta área, têm vindo progressivamente a subir, atingindo em alguns casos valores superiores a 16 valores. Olhando para os resultados da 1.ª fase do concurso nacional de acesso ao ensino superior público do último ano letivo (2018/2019), verifica-se que o MIEEC teve uma nota mínima de acesso de 13,9 tendo sido colocados 156 estudantes que preencheram a totalidade das vagas disponíveis. O curso de Licenciatura que aqui se apresenta tem, portanto, todas as condições para atrair estudantes dentro do panorama formativo ao nível do ensino superior com um plano curricular já comprovado.*

### 9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

*The Integrated Master Course, whose part of the first cycle this cycle of studies is replacing, had and has had a great capacity for attracting students, as evidenced by the fulfilling of vacancies in the first phase of the national competition, with the number of candidates significantly higher than existing availability. The average entry of the last places in the courses of this area has been progressively rising, reaching in some cases values above 16. Looking at the results of the 1st phase of the national competition for access to public higher education of the last academic year (2018/2019), it can be seen that MIEEC had a minimum access grade of 13.9 and 156 students were placed, filling all available vacancies.*

*The undergraduate course presented here has therefore all the conditions to attract students within the formative panorama at the level of higher education with a proven curriculum.*

### 9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

*As parcerias com outras instituições da região de Lisboa que lecionam ciclos de estudos similares estão baseadas essencialmente em colaborações e não tanto na implementação de graus conjuntos ou outras iniciativas mais formais.*

*A colaboração com outras instituições decorre da participação em projetos de investigação conjuntos, coorientação conjunta de estudantes, da participação em júris académicos e organização de eventos nacionais e internacionais. Existem colaborações com as principais instituições da região de Lisboa e não só, incluindo o IST/UL, o ISCTE-IUL, o ISEL e o IPS. Esta colaboração é facilitada pela participação em centro de investigação que incluem membros de várias instituições.*

### 9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

*Partnerships with other institutions in the Lisbon region that teach similar study programmes are essentially based on collaborations rather than on implementing joint degrees or other more formal initiatives. Collaboration with other institutions stems from participation in joint research projects, joint student co-orientation, participation in academic juries and organization of national and international events. There are collaborations with major institutions in the Lisbon region and beyond, including IST/UL, ISCTE-IUL, ISEL and IPS. This collaboration is facilitated by participation in research centres that include members from various institutions.*

## 10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

### 10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

*Tanto em termos de duração (36 meses e 180 ECTS) como de estrutura curricular, é possível encontrar em muitas universidades de referência a nível internacional e nomeadamente Europeu, cursos de licenciatura (bachelor) em engenharia eletrotécnica e de computadores (EEC) muito semelhantes ao proposto. Um excelente exemplo, entre muitos outros, é Delft (Holanda), uma referência mundial no contexto da EEC. Para além de Delft, outras instituições que oferecem ciclos semelhantes a este incluem o KTH, em Estocolmo e o ETH em Zurique. Existe também a Universidade de Aachen e “La Sapienza” em Roma. Todos estes exemplos têm fortes relacionamentos com os docentes do Departamento e uma contínua comparação vai sendo feita ao longo dos anos em termos das áreas das unidades curriculares oferecidas.*

### 10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

*Both in terms of duration (36 months and 160 ECTS) and curriculum structure, it is possible to find in many international reference universities, masters courses in Electrical and Computer Engineering (EEC) very similar to the proposed one. An excellent example, among many others, is “Delft” (Netherlands), a worldwide reference in the EEC context. In addition to Delft, other institutions offering similar study programmes include KTH in Stockholm and ETH in Zurich. The Universities of Aachen and “La Sapienza” in Rome are also to be considered. All these examples have strong relationships with the professors of the Department and a continuous comparison is made over the years in terms of the areas of the offered course units.*

### 10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

*Os objetivos de aprendizagem estão completamente alinhados com outros ciclos de estudos análogos. Este alinhamento é facilitado pela existência do acordo de Bolonha e a sua aceitação pelas instituições do espaço Europeu. Os descritores de Dublin são seguidos pelas várias instituições, tornando a aprendizagem dos estudantes bastante semelhante. O sucesso do aproveitamento dos nossos estudantes nas suas deslocações de Erasmus e a boa adaptação dos estudantes estrangeiros que nos visitam também em Erasmus provam a existência de um alinhamento muito significativo.*

### 10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

*Learning objectives are fully aligned with other similar study programmes. This alignment is facilitated by the existence of the Bologna agreement and its acceptance by the institutions of the European area. Dublin descriptors are followed by various institutions making student learning quite similar. The successful completion of our students curricular units in their Erasmus host institutions as well as the good adaptation of incoming foreign students under the Erasmus program, prove the existence of a very significant alignment.*

## 11. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

#### Mapa VII - Protocolos de Cooperação

#### Mapa VII - Protocolo Geral da FCT para o Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP)

#### 11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

*Protocolo Geral da FCT para o Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP)***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2.\\_11.1.2.\\_Protocolo de parceria Geral\\_PIPP.pdf](#)**Mapa VII - Minuta\_ ADENDA\_Protocolo de parceria Geral****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Minuta\_ ADENDA\_Protocolo de parceria Geral***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2.\\_11.1.2.\\_Minuta\\_ ADENDA\\_Protocolo de parceria Geral.pdf](#)**Mapa VII - Entidades****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Entidades***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2.\\_Entidades\\_LEEC.pdf](#)**Mapa VII - ALFERPAC SA.****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***ALFERPAC SA.***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2.\\_ALFERPAC.pdf](#)**Mapa VII - ELRED Lda.****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***ELRED Lda.***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2.\\_ELRED.pdf](#)**11.2. Plano de distribuição dos estudantes****11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).**[11.2.\\_Plano de distribuição dos estudantes.pdf](#)**11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.**

---

**11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:***Todas as dissertações e projetos são orientados ou coorientados por um docente doutorado do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores.***11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:***All dissertations and projects are supervised or co-supervised by a doctoral professor from the Department of Electrical and Computer Engineering.***11.4. Orientadores cooperantes**

---

**11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).****11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).**[11.4.1\\_NORMAS.pdf](#)

#### 11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

| Nome /<br>Name | Instituição ou estabelecimento a<br>que pertence / Institution | Categoria Profissional /<br>Professional Title | Habilitação Profissional (1)/<br>Professional qualifications (1) | Nº de anos de serviço / Nº<br>of working years |
|----------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|----------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|

<sem resposta>

## 12. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 12.1. Pontos fortes:

- *Oferta de um plano de estudos interdisciplinar que não obrigue a uma escolha do estudante logo à saída do secundário.*
- *Docentes altamente envolvidos na investigação científica, com registo de publicações superior à média nacional.*
- *Bom relacionamento entre docentes, não docentes e estudantes.*
- *Forte espírito de integração com grupos de estudantes que apoiam a integração dos novos estudantes no primeiro ano.*
- *Existência de um núcleo de estudantes de EEC bastante ativo também na transmissão da mensagem da estrutura do curso.*
- *Cultura própria da FCT NOVA com um equilíbrio grande entre competitividade e solidariedade.*
- *Proximidade do Madan Parque, a “incubadora de empresas” associada à FCT NOVA.*
- *Proximidade do Uninova, local onde a maioria dos docentes desenvolve investigação.*
- *Parcerias privilegiadas com a indústria da Península de Setúbal.*
- *Existência de um grande número de projetos de investigação nacionais e internacionais permitindo a integração de estudantes em projetos de I&D.*

### 12.1. Strengths:

- *Offering an interdisciplinary curriculum that does not require a student choice upon leaving high school.*
- *Professors highly involved in scientific research, with publication records above the national average.*
- *Good relationship between teachers, non-teachers and students.*
- *Strong spirit of integration with student groups that support the integration of new students in the first year.*
- *Existence of a core of EEC students very active also in the transmission of the message of the course structure.*
- *FCT NOVA's own culture with a great balance between competitiveness and solidarity.*
- *Proximity to Madan Parque, the “business incubator” associated with FCT NOVA.*
- *Proximity to Uninova where most of the teachers develop research.*
- *Privileged partnerships with the industry of the Setubal Peninsula.*
- *Existence of a large number of national and international research projects allowing the integration of students in R&D projects.*

### 12.2. Pontos fracos:

- *Dificuldade do crescimento do corpo docente para níveis adequados aos alunos no curso, decorrente da conjuntura económica nacional.*
- *Dificuldade de aquisição de material laboratorial novo, uma vez mais devido à difícil conjuntura económica.*
- *Constrangimentos, quer na manutenção do edifício, quer na reparação de material laboratorial.*
- *Fraca qualidade da rede informática, especialmente no edifício do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, dificultada pelas suas características de construção.*
- *Falta de técnicos de apoio aos laboratórios das diversas unidades curriculares.*
- *Envelhecimento do corpo docente.*

### 12.2. Weaknesses:

- *Difficulty in the growth of faculty staff to adequate levels for the students in the course, due to the national economic conjuncture.*
- *Difficulty in acquiring new laboratory material once again due to difficult economic conjuncture.*
- *Constraints on both building maintenance and repair of laboratory equipment.*
- *Poor quality of the computer network especially in the building of the Department of Electrical and Computer Engineering hampered by its construction characteristics.*
- *Lack of technicians to support the laboratories of the various curricular units.*
- *Faculty aging.*

### 12.3. Oportunidades:

- *Ciclo de estudos com grande interdisciplinaridade capaz de dotar os estudantes de competências que lhes permitem escolher a continuação dos estudos num elevado número de áreas científicas.*

- O excelente ambiente existente na FCT NOVA poderá atrair estudantes cada vez melhores.
- A existência do “Perfil Curricular FCT” que permite enriquecer a formação dos estudantes com competências complementares de um modo mais eficaz do que as soluções tradicionais, potenciando a “marca FCT”, enquanto elemento diferenciador para a procura do ciclo de estudos.
- A boa relação de muitos docentes com a indústria que poderá vir a angariar apoios financeiros e tecnológicos para o curso.
- A existência de um grande número de colaborações com outras instituições de ensino nacionais e estrangeiras que potenciam o programa Erasmus.
- A permanente atualização dos conteúdos das diversas Unidades Curriculares pela participação dos seus docentes em projetos nacionais e internacionais de investigação avançada.

### 12.3. Opportunities:

- Study cycle with great interdisciplinarity able to provide students with skills that allow them to choose to continue their studies in a large number of scientific areas.
- The excellent atmosphere at FCT NOVA could attract even better students.
- The implementation of the new “FCT curriculum profile” allows widening the students' training with complementary skills in a more effective way than traditional solutions, while enhancing the “FCT brand” in science and engineering education, as a differentiating element to the demand of the study programme.
- The good relationship of many teachers with the industry that may raise financial and technological support for the course
- The existence of a large number of collaborations with other national and foreign educational institutions that promote the Erasmus program.
- Possibility of permanent updating of the contents of the various Curricular Units by the participation of their teachers in national and international advanced research projects.

### 12.4. Constrangimentos:

- Pressão para aumento de “eficiência” do ensino reduzindo o número de horas de contacto dos professores com os estudantes.
- A melhoria dos resultados é de difícil implementação devido às carências de pessoal docente, para o número de alunos.
- Inexistência de orçamentos departamentais que permitam o solucionar de problemas de média prioridade.
- Instalações por vezes deficientes especialmente no que respeita à sua manutenção.
- Dificuldade de transporte (público) a partir de determinadas regiões e em determinados horários.
- Tendência global de maior desinteresse em ciências exatas que desincentiva escolhas mais científicas por parte dos alunos.

### 12.4. Threats:

- Pressure to increase teaching “efficiency” by reducing teachers' contact hours with students.
- Improving outcomes is difficult to implement due to lack of teaching staff for student numbers.
- No departmental budgets to address medium-priority problems.
- Facilities sometimes disabled especially with regard to their maintenance.
- Difficulty in (public) transportation from certain regions and at certain times.
- Global trend towards greater disinterest in exact sciences that discourages students from making more scientific choices.

### 12.5. Conclusões:

Tendo em conta a experiência adquirida ao longo dos mais de vinte e cinco anos em que o Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (DEEC) é responsável pelos cursos nesta área, inicialmente com a Licenciatura e Mestrado pré-Bolonha e, posteriormente, com o Mestrado Integrado, pode-se afirmar que estão reunidas todas as condições para que o curso de Licenciatura agora proposto tenha sucesso contribuindo para a formação de excelentes profissionais nesta área, pela dotação de competências básicas nas várias subáreas científicas. Ao longo deste processo, estes cursos foram criando um espaço próprio na sociedade portuguesa, sempre com uma maior credibilidade demonstrada pela cada vez maior aceitação pelo mercado de trabalho. É já habitual ouvir o nome da FCT NOVA na curta lista de universidades em que eles confiam para admitir recém-formados.

As várias dificuldades encontradas ao longo destes anos têm sido minimizadas pelo esforço e dedicação do corpo docente e compreensão e empenho dos estudantes. Sempre que se tentou elevar o nível de rigor, os estudantes reagiram muito bem e perceberam que são os principais beneficiários. É um esforço que não deve parar e que se deve aplicar logo a partir do primeiro ano da Licenciatura para estabelecer o padrão de comportamento e volume de trabalho exigido para a execução do ciclo com sucesso.

Num período em que novos desafios se vislumbram, a motivação de todos os intervenientes, a dinâmica de projetos de investigação e desenvolvimento, a forma como os docentes se relacionam com os estudantes e com os funcionários e o espírito de corpo presentes nesta instituição são o garante de um futuro de sucesso.

A FCT NOVA tem como objetivo afirmar-se como uma “research university” e o DEEC pretende para tal contribuir mantendo ou mesmo aumentado os seus índices de produção científica, quer em quantidade quer em qualidade, sem nunca descuidar o ensino, não só pela adoção das melhores práticas pedagógicas, como pela constante integração no ensino dos ensinamentos adquiridos na atividade de investigação dos seus docentes. É importante logo nas unidades curriculares básicas, os estudantes perceberem a utilidade das técnicas estudadas para depois vir a resolver problemas que estejam na agenda internacional. Muitas das soluções para esses problemas só serão estudadas no 2.º

*ciclo, mas a sua consciencialização é importante em termos motivacionais e de tomada de decisão para escolherem o 2.º ciclo na Faculdade.*

*É importante referir que o Departamento tem sabido evoluir na estrutura do curso que oferece (se se analisarem as várias ofertas desde a Licenciatura pré-Bolonha até esta) sem quebrar a sua marca identitária, mostrando uma grande idoneidade bem como elevada credibilidade da parte dos empregadores.*

#### **12.5. Conclusions:**

*Taking into account the experience gained over more than twenty-five years in which the Department of Electrical and Computer Engineering (DEEC) is responsible for the courses in this area, initially with the Pre-Bologna Degree and Masters, and later with the Integrated Master, it can be said that all the conditions are met for the degree course now proposed to successfully contribute to the training of excellent professionals in this area, by providing basic skills in various scientific areas. Throughout this process, these courses have created their own space in the Portuguese society, always with a growing credibility demonstrated by the increasing acceptance by the labour market. It is already customary to hear the name of FCT NOVA on the short list of universities they trust to admit recent graduates.*

*The several difficulties encountered over the years have been minimized by the professors effort and dedication as well as the students' understanding and commitment. Whenever attempts were made to raise the level of proficiency, students reacted very well and realized that they are the main beneficiaries. It is a non-stop effort that should be applied as early as the first year of the degree to establish the standard of behaviour and workload required to be successful in the course.*

*In a period of new challenges, the motivation of all stakeholders, the dynamics of research and development projects, the way professors relate to students and staff, as well as the team spirit will lead to a successful future.*

*FCT NOVA aims to establish itself as a "research university" and DEEC intends to contribute by maintaining or even increasing its rates of scientific production, both in quantity and quality, without ever neglecting teaching not only by adopting the best pedagogical practices but also by the constant integration of research results in their classes. It is important from the basic course units that students realize the usefulness of the techniques studied and then solve problems that are on the international agenda. Many of the solutions to these problems will only be studied in the 2nd cycle, but its awareness is important in motivational and decision making to choose the 2nd cycle at the faculty.*

*It is important to mention that the Department has been able to evolve in the structure of the course it offers (if you look at the various offers from Pre-Bologna Degree to this) without breaking its identity mark, showing great suitability as well as high credibility from the employers.*