

Programa de Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

(3º Ciclo – Modelo de Bolonha)

GUIA

PhD Program in Electrical and Computer Engineering

(3rd Cycle – Bologna model)

GUIDE

2016/2017



OBJECTIVOS

Objectivos genéricos. O Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC) visa preparar investigadores com **capacidade para a realização de actividade de investigação autónoma e de liderança em processos de inovação** na área científica da Engenharia Electrotécnica e de Computadores, quer em ambiente universitário quer em ambiente empresarial.

Este 3.º ciclo complementa a formação de base dos candidatos pelo aperfeiçoamento de estudos e pela investigação e desenvolvimento em áreas de conhecimento emergentes. Após a conclusão do ciclo de estudos, os candidatos ficarão aptos a liderar, com rigor científico e actualidade tecnológica e metodológica, processos envolvendo a análise, concepção, modelação, produção e operação de sistemas avançados e inovadores no domínio da Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

Objectivos específicos. Para além destes objectivos genéricos, os seguintes objectivos específicos são estabelecidos para cada especialidade:

- Controlo e Decisão. Desenvolver competências e capacidades para elaborar modelos matemáticos, formular, analisar e resolver problemas complexos nas áreas científicas de Controlo e Decisão, incluindo optimização, estabilidade e robustez, supervisão de processos industriais e sistemas de apoio à decisão.
- Electrónica. Fornecer formação avançada na área de Electrónica e do projecto de circuitos integrados, incluindo competências de investigação e desenvolvimento nesta área. São abrangidas as áreas mais importantes do ponto de vista industrial, nomeadamente o projecto de circuitos de rádio frequência e de banda de base em tecnologias CMOS avançadas de escala nanométrica.
- Energia. Fornecer conhecimentos a nível avançado e desenvolver capacidades de investigação e projecto na área da Energia Eléctrica, incluindo fontes tradicionais e alternativas (sustentáveis), e abrangendo aspectos de produção, transporte, gestão e optimização.
- Processamento de Sinais. Desenvolver capacidades de modelação e análise de sinais (análise espectral, modelos lineares ARMA, distribuições tempo-frequência, etc.), bem como a sua aplicação em áreas inovadoras (exemplo: área de aplicações biomédicas).
- Redes Colaborativas Empresariais. Fornecer uma formação avançada na área de Redes Colaborativas incluindo empresas virtuais, organizações virtuais e seus ambientes de gestão, comunidades virtuais profissionais, redes sociais, etc. Para além destes conhecimentos teóricos e modelos de referência, visa-se a aquisição de competências de análise, projecto e gestão de novas estruturas colaborativas e suas infraestruturas tecnológicas de suporte.
- Robótica e Manufatura Integrada. Propiciar formação avançada na área de Sistemas Robóticos e Sistemas Integrados e Inteligentes de Manufatura, incluindo aquisição de competências de investigação e projecto em sistemas avançados de automação e robótica de serviços. Serão ainda adquiridas capacidades de análise e concepção de sistemas complexos, de características distribuídas, e com propriedades / comportamentos emergentes.
- Sistemas Computacionais e Percepcionais. Aquisição de conhecimentos aprofundados em temas associados ao desenvolvimento de sistemas computacionais e percepcionais incluindo aspectos ligados à modelação de sistemas complexos evolutivos com capacidade de aprendizagem, subsistemas percepcionais (exemplo: processamento de imagem com técnicas de inteligência artificial) e modelos computacionais e tecnologias de suporte ao projecto de sistemas embutidos.
- Sistemas de Informação Industriais. Aquisição de conhecimentos aprofundados e competências em princípios teóricos, técnicas de modelação, arquitecturas de referência, métodos de suporte à interoperabilidade, computação embutida e inteligência computacional, incluindo investigação e projecto na área de Sistemas de Informação aplicados à indústria.
- Telecomunicações. Dotar os alunos de conhecimentos aprofundados e competências de investigação em sistemas de Telecomunicações, incluindo arquitecturas e modelos de referência, redes, protocolos, comunicações sem fios, redes estruturadas, ad-hoc e mistas.

Outros objectivos. Com vista a assegurar a qualidade e eficiência do processo de formação avançada, o Doutoramento organiza, estrutura e explicita o percurso de um estudante ao longo das fases que constituem o seu trabalho, nas suas vertentes curricular e científica. Relativamente ao programa pré-Bolonha, pretende-se assim:

- Reduzir os tempos, tradicionalmente excessivos, nomeadamente na parte inicial da preparação para o doutoramento.

OBJECTIVES

General objectives. The PhD in Electrical and Computer Engineering (DEEC) aims at preparing researchers with the **capacity to perform autonomous research activities and the ability to lead innovation processes** in the scientific area of Electrical and Computer Engineering, in both academic and enterprise environments.

This third cycle complements the engineering education of the candidates through advanced studies and research and development in emergent knowledge areas. After finishing this cycle, the candidates will be able to lead, with scientific rigor and supported by updated methodological and technological knowledge, processes of analysis, design, modeling, production and operation of advanced and innovative systems in the domain of Electrical and Computer Engineering.

Specific objectives. In addition to the above general objectives, the following specific objectives are established for each specialization area:

- Control and Decision. Develop skills and capacities to elaborate mathematical models, formulate and analyze complex problems in the scientific areas of Control and Decision including optimization, stability and robustness, industrial process supervision, and decision support systems.
- Electronics. Provide advanced education and advanced training in the area of Electronics and design of integrated circuits, including skills in research and development in this area. Cover all major industry-related areas such as RF and based-band analog and mixed-signal design and signal-processing in advanced deep-submicron CMOS technologies.
- Energy. Provide advanced knowledge and develop research and project skills in the area of Electrical Energy, including traditional and alternative (sustainable) sources, and covering the aspects of generation, transport, management and optimization.
- Signal Processing. Develop signal modeling and analysis skills (spectral analysis, ARMA linear models, time-frequency distributions, etc.), as well as their application in innovative areas (e.g. biomedical applications).
- Enterprise Collaborative Networks. Provide advanced education in the area of Collaborative Networks including virtual enterprises, virtual organizations and their breeding environments, professional virtual communities, social networks, etc. In addition to the theoretical concepts and reference models, the acquisition of analysis, project, and management skills for new collaborative structures and their supporting technological infrastructures is also aimed.
- Robotics and Integrated Manufacturing. Offer advanced education in the area of Robotic Systems and Intelligent and Integrated Manufacturing, including acquisition of skills in research and project of advanced automation systems and service robotics. Additional skills to be acquired on analysis and design of complex distributed systems with emerging properties / behavior.
- Computational and Perceptual Systems. Acquisition of advanced knowledge on topics related to the development of computational and perceptual systems, including modeling of complex evolutionary systems with learning capability, perceptual sub-systems (e.g. image processing with Artificial Intelligence techniques), and computational models and supporting technologies for embedded systems.
- Industry Information Systems. Acquisition of advanced knowledge and skills on theoretical principles, modeling techniques, reference architectures, interoperability support methods, embedded computing and computational intelligence, including research and project in the area of Information Systems applied to industry.
- Telecommunications. Provide advanced education and research skills in telecommunication systems, including architectures and reference models, networks, protocols, wireless communication, infra-structured, ad hoc, and meshed networks.

Other objectives. In order to guarantee the quality and efficiency of the advanced education process, the PhD program organizes, structures, and makes explicit the “trajectory” of the student along the phases of the work, both in terms of courses and scientific research. Therefore, in comparison to the pre-Bologna model, this program aims to:

- Reduce the traditionally excessive time required for the PhD, namely in what concerns its initial preparatory phase.

- Reduzir os riscos para o doutorando (e.g. excessiva dependência da qualidade e preparação do orientador).
- Aumentar a qualidade geral da formação, cobrindo um conjunto de competências complementares à formação científica específica.
- Criar mecanismos para atrair mais estudantes e aumentar a visibilidade internacional da instituição.

Para além da ênfase na realização dum trabalho de **investigação original**, que conduza à geração de novo conhecimento, e o domínio das correspondentes metodologias de investigação científica, o Doutoramento visa ainda dotar os candidatos dum importante conjunto de competências adicionais que são requisitos essenciais face aos novos desafios na carreira dum doutorado. Assim, e de acordo com as recomendações da *European University Association*, o ciclo de estudos cobre um conjunto de aspectos vulgarmente designados por “**soft skills**” / “**transferable skills**” e que inclui competências de comunicação e escrita técnica, liderança e gestão de tempo e recursos, promoção de parcerias e trabalho em equipa, ética científica e direitos de propriedade intelectual, organização de eventos técnicos, empreendedorismo e transferência de resultados de investigação para o tecido sócio-económico, etc. A compreensão e domínio dos métodos de investigação científica deverão ainda aperfeiçoar a capacidade crítica, bem como a capacidade de síntese em contextos de complexidade e grande dinamismo, preparando os candidatos para uma actuação autónoma.

Desta forma, o Doutoramento estabelece como objectivos principais garantir que um aluno ao qual seja atribuído o grau de **Doutor** em Engenharia Electrotécnica e de Computadores satisfaz os requisitos de:

- Capacidade de compreensão sistemática da sua área de especialidade.
- Competências, aptidões e domínio dos métodos de investigação associados à engenharia.
- Capacidade para conceber, projectar, adaptar e realizar investigação significativa, de forma autónoma ou integrado em equipa, respeitando as exigências impostas pelos padrões de qualidade, rigor e integridade académicas.
- Realização de um conjunto significativo de trabalhos de investigação original, contribuindo para o alargamento das fronteiras do conhecimento, confirmado através de publicações internacionais com comités de selecção.
- Capacidade de analisar criticamente, avaliar e sintetizar ideias novas e complexas num contexto de rápidas mudanças tecnológicas e sócio-organizacionais.
- Capacidade de comunicar com os seus pares, a restante comunidade académica e a sociedade em geral, a nível nacional e internacional, sobre a sua área de especialidade.
- Capacidade de promover, no contexto académico e profissional, o progresso tecnológico e sócio-económico e cultural no âmbito duma sociedade baseada no conhecimento e na colaboração.

PLANO CURRICULAR

O Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC) tem uma duração de 4 anos incluindo uma componente curricular de 60 ECTS (1 ano) e uma componente de investigação e desenvolvimento da tese de 180 ECTS (até 3 anos) (assumindo dedicação a tempo inteiro).

Componente curricular (1º ano do Programa):

A componente curricular é composta por 6 unidades curriculares das quais 5 são obrigatórias e uma corresponde a uma opção livre. As unidades curriculares obrigatórias incluem 4 unidades comuns a todas as especialidades e uma específica para cada especialidade.

Unidade	ECTS
Metodologias e Técnicas de Investigação Científica	6
Métodos de Empreendedorismo	6
Conferência Doutoral	6
Planeamento de Investigação	30
Tópicos Avançados em <área de especialização>	6
Opção Livre	6

Tese (2º ao 4º anos do Programa):

Após a componente curricular os alunos deverão desenvolver os trabalhos de investigação propostos no Plano de Tese, incluindo a escrita da respectiva tese, durante um período de até 3 anos (mínimo 2 anos).

- Reduce the risks for the candidate (e.g. avoid excessive dependency on the quality and preparation of the supervisor).
- Increase the quality of the education, covering a number of complementary skills in addition to the specific scientific training.
- Create mechanisms to attract more students and to increase the international visibility of the institution.

In addition to the emphasis on the realization of an **original research work** that leads to the generation of new knowledge and mastering the corresponding scientific research methodologies, the PhD Program aims to offer the candidates an important set of supplementary skills which are an essential requirement in order to face the new challenges of a doctor's career. Therefore, following the recommendations of the *European University Association*, this cycle covers a number of aspects usually known as soft skills / transferrable skills, which include skills on technical writing and communication, leadership and time and resources management, promotion of partnerships and team work, scientific ethics and intellectual property, organization of technical events, entrepreneurship and transfer of research results to the socio-economic context, etc. Understanding and mastering the scientific research methods will also improve the critical spirit as well as the capacity of synthesis in contexts of complexity and high dynamism, preparing the candidates for an autonomous activity.

In this way, the PhD Program defines the main goals to guarantee that a candidate awarded with the degree of **Doctor** in Electrical and Computer Engineering shows:

- The capacity for a systematic understanding of his / her specialization area.
- Skills and clear mastery of the engineering research methods.
- Autonomous capacity for conceiving, designing, adapting, and realizing significant research, as autonomous researcher or member of a team, respecting the usual academic levels of quality, rigor and integrity.
- Aptitude for contributing to widen the knowledge frontiers through the development of a significant amount of original research duly accredited by publication in selected international Conferences and or Scientific Journals with peer reviewing.
- Capacity to analyze with a critical spirit, to evaluate, and to synthesize new and complex ideas in a context of fast technological and socio-organizational change.
- Capacity to communicate with his / her peers and the academic community as well as the society in general, both at national and international levels, regarding his / her specialization area.
- Capacity to promote, both in the academic and professional contexts, the technological, socio-economic and cultural progress under the framework of a knowledge- and collaboration-based society.

CURRICULUM STRUCTURE

The PhD Program in Electrical and Computer Engineering has a duration of 4 years, including a set of courses adding up to 60 ECTS (1 year) followed by a component of 180 ECTS comprising the development of the research work as well as the elaboration of the dissertation (up to 3 years) (assuming full-time dedication).

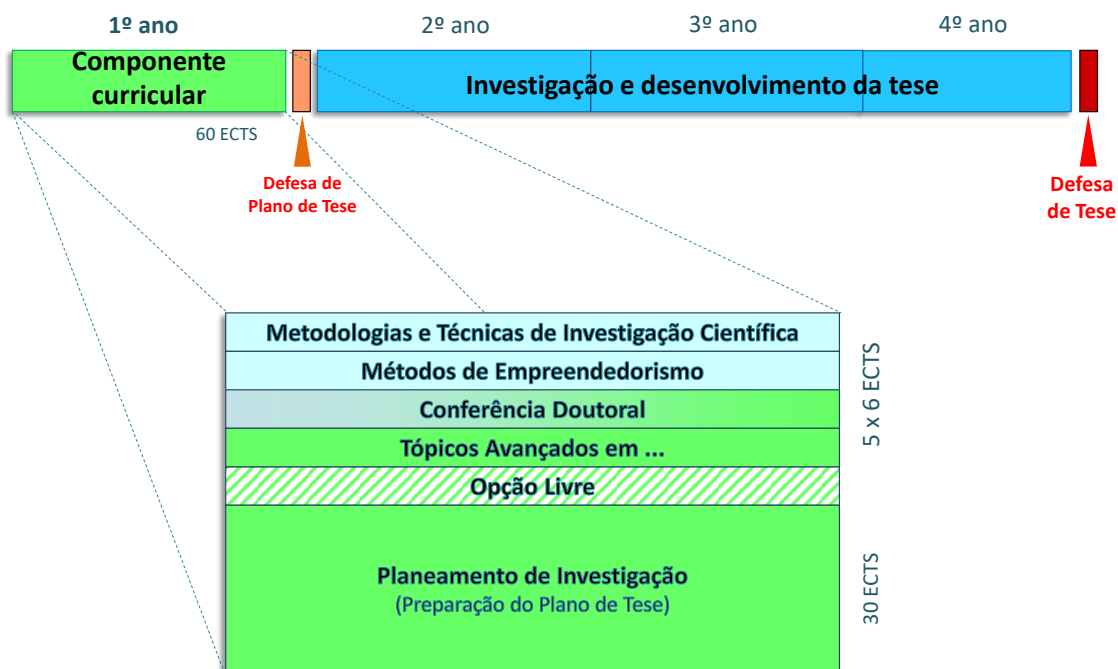
Courses (1st year of the Program):

The courses component is composed of 6 units, 5 of which are mandatory, and one is a free option. The mandatory units include 4 units that are common to all specialization areas and 1 unit that is specific for each specialization.

Course	ECTS
Scientific Research Methodologies and Techniques	6
Entrepreneurship Methods	6
Doctoral Conference	6
Research Planning	30
Advanced Topic in <specialization area>	6
Free option	6

Thesis (2nd to 4th years of the Program):

After the courses component, the students will develop the research work proposed in their Thesis Plan, including the thesis writing, for a period of up to 3 years (minimum 2 years).



No final da componente curricular, o aluno deverá ainda elaborar o relatório com o Plano de Tese e apresentar em seminário público e perante a Comissão de Acompanhamento da Tese.

Especialidades: O doutorando poderá optar por uma das seguintes áreas de especialização:

- 1) Controlo e Decisão
- 2) Electrónica
- 3) Energia
- 4) Processamento de Sinais
- 5) Redes Colaborativas Empresariais
- 6) Robótica e Manufatura Integrada
- 7) Sistemas Computacionais e Percepcionais
- 8) Sistemas de Informação Industriais
- 9) Telecomunicações

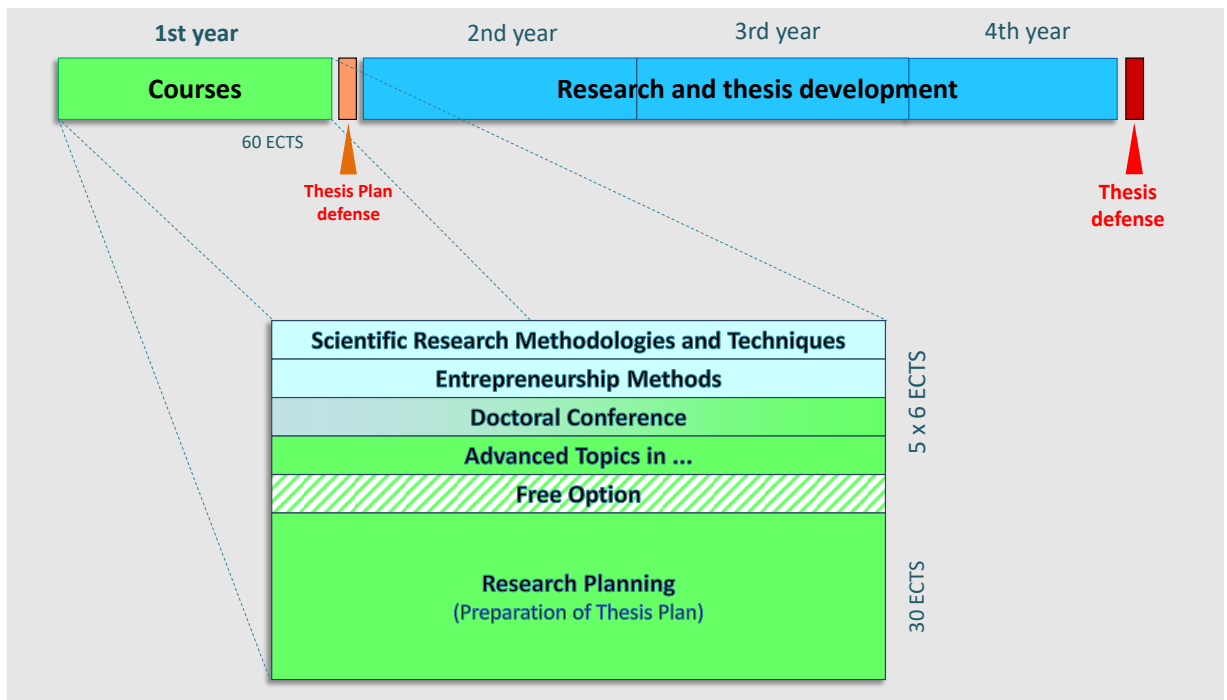
Assim, para a unidade curricular de Tópicos Avançados estão disponíveis as seguintes opções:

- Tópicos Avançados em Controlo e Decisão
- Tópicos Avançados em Electrónica
- Tópicos Avançados em Energia
- Tópicos Avançados em Processamento de Sinais
- Tópicos Avançados em Redes Colaborativas
- Tópicos Avançados em Robótica e Manufatura Integrada
- Tópicos Avançados em Sistemas Computacionais e Percepcionais
- Tópicos Avançados em Sistemas de Informação Industriais
- Tópicos Avançados em Telecomunicações.

Os créditos da opção livre podem ser obtidos em qualquer área científica, oferecida pela FCT/UNL ou outra instituição de ensino superior, desde que aprovada pela Comissão Científica do Programa de Doutoramento.

A componente curricular pode incluir disciplinas leccionadas em língua inglesa.

A pedido do aluno, ser-lhe-á concedido um Diploma de Estudos Avançados da FCT-UNL em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, desde que tenha obtido os 60 ECTS previstos na Componente Curricular.



At the end of the courses period the student will prepare a report with the Thesis Plan to be presented in a public seminar with the participation of the Thesis Accompanying Committee.

Specializations: The PhD candidate can choose one of the following specialization areas:

- 1) Control and Decision
- 2) Electronics
- 3) Energy
- 4) Signal Processing
- 5) Enterprise Collaborative Networks
- 6) Robotics and Integrated Manufacturing
- 7) Computational and Perceptual Systems
- 8) Industry Information Systems
- 9) Telecommunications.

Leading to the following options for the course on Advanced Topics:

- Advanced Topics in Control and Decision
- Advanced Topics in Electronics
- Advanced Topics in Energy
- Advanced Topics in Signal Processing
- Advanced Topics in Collaborative Networks
- Advanced Topics in Robotics and Integrated Manufacturing
- Advanced Topics in Computational and Perceptual Systems
- Advanced Topics in Industry Information Systems
- Advanced Topics in Telecommunications.

The credits for the Free Option may be obtained in any scientific area offered by the FCT/UNL or other university, subject to the approval by the Scientific Committee of the PhD Program.

The courses may be taught in English.

Upon request by the student, a Diploma of Advanced Studies on Electrical and Computer Engineering by FCT-UNL can be issued after the candidate has achieved 60 ECTS in the courses component.

UNIDADES CURRICULARES OBRIGATÓRIAS COMUNS A TODAS AS ESPECIALIZAÇÕES

As seguintes unidades curriculares obrigatórias são comuns a todas as especialidades:

Metodologias e Técnicas de Investigação Científica

Incluindo tópicos como:

- Introdução ao método científico e conceitos fundamentais.
- Métodos de validação e disseminação de resultados científicos.
- Técnicas de comunicação e escrita técnica.
- Estrutura e elaboração da tese.
- Princípios de ética científica.
- Direitos e propriedade intelectual.
- Investigação em colaboração.
- Gestão de investigação.
- Técnicas de “roadmapping”.
- Organização de propostas de investigação.

A unidade será organizada sob a forma dum conjunto de seminários / tutoriais sobre os vários tópicos, complementados por trabalhos práticos (ex. Treino na escrita de artigo técnico, treino na elaboração duma proposta de projecto para um concurso nacional ou internacional, etc.).

Métodos de Empreendedorismo

Esta unidade visa dotar os alunos de competências base em métodos e estratégias de empreendedorismo, com particular ênfase na gestão de inovação e *produtização* de resultados de investigação. Inclui tópicos como:

- Panorâmica de mudança tecnológica e evolução industrial.
- I&D, Mudança Tecnológica e Crescimento Económico.
- Inovação, Difusão de conhecimento e Produtividade.
- Estruturas de Mercado e incentivos à inovação. Capital de risco.
- Estruturas de apoio ao empreendedorismo. Incubadoras e Parques Tecnológicos.
- Gestão e comercialização de tecnologia. Gestão da inovação.
- *Produtização* de resultados de investigação.
- Propriedade Intelectual.
- Planeamento estratégico e plano de negócios.
- Marketing em novas tecnologias.
- Empreendedorismo social; Estratégia e liderança.

A unidade será organizada sob a forma dum conjunto de seminários e complementada por trabalhos práticos a realizar pelos alunos.

Planeamento de Investigação

Esta unidade destina-se à preparação do Plano de Tese e inclui:

- Revisão do estado da arte e elaboração duma síntese claramente identificando os desafios actuais. Particular ênfase na produção de valor acrescentado pelo aluno.
- Elaboração do plano de trabalhos para a 2ª fase do Programa Doutoral, incluindo:
 - Definição de objectivos (“research questions”) e sua motivação.
 - Definição de aproximação, métodos e instrumentos.
 - Identificação preliminar de potenciais contribuições e sua contextualização, incluindo resultados intermédios.
 - Definição do plano de actividades e sua calendarização.
- Elaboração da estratégia e plano de validação da tese.
- Elaboração do plano de disseminação e validação pela comunidade científica.
- Integração do plano nas actividades do grupo de investigação hospedeiro.
- Eventual integração em projecto de investigação nacional ou internacional.
- Preparação do documento e apresentação para a defesa pública do Plano de Tese.

Estas actividades serão realizadas pelo aluno em interacção directa com o seu supervisor e poderão incluir a frequência de seminários específicos.

Conferência Doutoral

- Esta unidade será organizada sob a forma de preparação e execução duma Escola de Inverno ou Escola de Verão e corresponde a um importante mecanismo destinado a fornecer simultaneamente competências científicas no domínio de especialização e “soft skills”.

MANDATORY COURSES COMMON TO ALL SPECIALIZATIONS

The following mandatory courses are common to all specializations:

Scientific Research Methodologies and Techniques

Including topics such as:

- Introduction to the scientific method and base concepts.
- Scientific results validation and dissemination methods.
- Technical writing and communication techniques.
- Thesis structure and preparation.
- Scientific ethical principles.
- Intellectual property and rights.
- Research in collaboration.
- Research management.
- Roadmapping techniques.
- Preparation of research proposals.

The course is organized as a set of seminars / tutorials on the various topics complemented by practical work (e.g. training in technical paper writing, training in preparation of a project proposal for a national or international Call for proposals, etc.).

Entrepreneurship Methods

This unit aims to offer students base skills in entrepreneurship methods and strategies with particular emphasis on innovation management and productization of research results. It includes topics such as:

- Overview of the technological and industrial evolution.
- R&D, Technological evolution and economic growth.
- Innovation, knowledge diffusion and productivity.
- Market structures and innovation incentives. Risk capital.
- Entrepreneurship support structures. Incubators and Technological parks.
- Technology management and commercialization. Innovation management.
- Research results productization.
- Intellectual property.
- Strategic planning and business plan.
- Marketing in new technologies.
- Social entrepreneurship; Strategy and leadership.

The course is organized as a set of seminars duly complemented with practical assignments to be developed by the students.

Research Planning

This unit is devoted to the preparation of the Thesis Plan, including:

- Analysis of the state of the art and elaboration of a synthesis clearly identifying the current challenges. Special emphasis is put on the production of added value by the student.
- Elaboration of the work plan for the 2nd phase of the PhD Program, including:
 - Definition of objectives (research questions) and their motivation.
 - Definition of the approach, methods and tools to be adopted.
 - Preliminary identification of the potential contributions and their putting in context, including intermediate results.
 - Definition of the activity plan and its scheduling.
- Elaboration of the thesis validation strategy and plan.
- Elaboration of the plan for dissemination and validation in the scientific community.
- Integration of the research plan into the activities of the host research group.
- Integration, if planned, of the activities in a national or international project.
- Preparation of a report and public presentation and defense of the Thesis Plan.

These activities will be performed by the student in direct interaction with his / her supervisor and may include attendance to specific seminars.

Doctoral Conference

This unit is organized as a set of activities for the preparation and realization of a Winter or Summer School and corresponds to an important mechanism to provide both scientific and soft skills.

Terá a duração típica de 3 dias e será organizada preferencialmente em colaboração com outras instituições e programas doutorais, sendo aberta a doutorandos de outras universidades. Entre outras actividades, incluir-se-ão:

- Tutoriais de natureza científica, metodológica e/ou “soft skills” por especialistas convidados.
- Apresentações e discussão de ideais de projectos de doutoramento.
- Discussão de desafios científicos e técnicos nas várias áreas de especialização em Engenharia Electrotécnica e Computadores.
- Partilha de experiências entre doutorandos oriundos de diferentes regiões.
- Forum sobre aspectos práticos (ex. publicações, mercado de emprego, carreiras, etc.).
- Criação de redes (sociais) colaborativas.

Para além de participantes activos na Conferência, os doutorandos deverão ainda ter um papel activo no processo de organização do evento como parte da sua formação em “soft skills”. Deste modo, para além da semana do evento, a unidade envolve um período de trabalho de preparação antecedendo a Conferência e um período de síntese e avaliação de resultados pós-evento.

Parte A	Parte B	Parte C
Preparação da Conferência (6 a 9 meses)	Conferência doutoral	Avaliação e síntese de resultados (1 mês)

Em casos devidamente justificados, a CC do Programa de Doutoramento poderá conceder equivalências às partes A e B da Unidade pela participação activa do estudante em evento similar externo, envolvendo sempre a necessidade da fase de elaboração de relatório de avaliação e síntese (Parte C).

UNIDADES CURRICULARES DE ESPECIALIDADE

Cada uma destas unidades envolve apresentações tutoriais de tópicos avançados e trabalhos realizados pelos alunos (ex. estudos individuais supervisionados, experimentação, estágios / visitas a laboratórios de investigação, etc.). A forma concreta de organização é ajustada ao número de alunos em cada edição do Programa.

Como ofertas iniciais nas áreas de Especialidade apresentam-se as seguintes unidades:

Tópicos Avançados em Controlo e Decisão

Optimização: Programação Linear e quadrática; Algoritmos evolutivos. Controlo Óptimo: resolução de problemas de controlo óptimo em tempo discreto e em tempo contínuo; Programação dinâmica. Controlo não-linear: Linearização Retroactiva; Controlo Deslizante. Identificação de Sistemas Não-lineares e Estimação Recursiva de Parâmetros. Controlo Robusto: Especificação e avaliação de desempenho; Incerteza do modelo e robustez; Estabilidade e desempenho robusto; projecto de controladores. Controlo Preditivo. Controlo Adaptativo: algoritmos com modelo de referência; Metodologias de adaptação; Estabilidade; Convergência; Robustez. Sistemas Neurais e Sistemas de Lógica Difusa e Neuro-difusa no Controlo e na Decisão. Supervisão e controlo distribuído. Gestão do risco. Sistemas de Decisão Integrada. Ética e Decisão.

Tópicos Avançados em Electrónica

Introdução às tecnologias CMOS em escalas nanométricas: dispositivos físicos disponíveis, limitações físicas, etc. Projecto de circuitos analógicos CMOS em reduzida tensão de alimentação e reduzida potência: topologias de amplificadores de reduzida tensão de alimentação, técnicas avançadas de compensação de amplificadores, circuitos de elevação da tensão de relógio, circuitos com amplificadores comutados. Arquitecturas avançadas de conversores AD e DA: arquitecturas pipeline, arquitecturas SAR, arquitecturas Sigma-Delta, etc. Malhas de captura de atraso (DLLs) e de fase (PLs); Circuitos de rádio frequência: LNAs, osciladores, misturadores, amplificadores de potência, etc. Circuitos para processamento de sinais de UWB.

Tópicos Avançados em Energia

Métodos matemáticos para a resolução de campos electromagnéticos: Estudo de métodos numéricos para a resolução de problemas em Electrotecnia, em particular em máquinas eléctricas e linha de transmissão de energia.

The event will have a typical duration of 3 days. Preference will be given to the co-organization with other institutions and doctoral programs. It will be open to the participation of PhD students from other universities. Among other activities, it includes:

- Tutorials by invited experts on scientific, methodological, or soft skills topics.
- Presentation and discussion of the base ideas of the thesis plans.
- Discussion of the scientific and technical challenges in the several Electrical and Computer Engineering specialization areas.
- Sharing of experiences among PhD students from different geographical regions.
- Forum on practical aspects (e.g. Publications, job market, careers, etc.).
- Creation of collaborative (social) networks.

In addition to being active participants in the Conference, the PhD students must have a direct role in the event organization process as part of their soft skills training.

Therefore, in addition to the week of the event, this unit involves a period of pre-Conference preparation followed by a post-event period of synthesis and assessment.

Part A	Part B	Part C
Preparation of the Conference (6 to 9 months)	Doctoral Conference	Synthesis and assessment of results (1 month)

In duly justified cases, the Scientific Committee of the PhD Program might grant credits equivalent to parts A and B for the active participation of the student in a similar external event. In any case it is necessary to elaborate the synthesis and assessment report (Part C).

SPECIALIZATION COURSES

Each of the following courses involves tutorials on advanced topics and realization of assignments by the students (e.g. individual supervised studies, experimentation work, visits and short stays in research labs, etc.). The actual organization form is adjusted every year taking into account the number of candidates.

As starting offers for the specialization courses the following units are planned:

Advanced Topics in Control and Decision

Optimization: Linear and quadratic programming; Evolutionary algorithms. Optimal control: resolution of optimal control problems in discrete and continuous time; Dynamic programming. Non-linear control: Retroactive linearization; Sliding control. Non-linear systems identification and Recursive estimation of parameters. Robust control: Performance specification and evaluation; Model uncertainty and robustness; Stability and robust performance; design of controllers. Predictive control. Adaptive control: algorithms with reference models; Adaptation methodologies; Stability; Convergence; Robustness. Neural systems, Fuzzy logic systems and Neuro-fuzzy systems in Control and Decision. Supervision and distributed control. Risk management. Integrated decision systems. Ethics and decision.

Advanced Topics in Electronics

Introduction to advanced deep-submicron CMOS technologies: available physical devices, physical limits, etc. Design of low voltage and low power analog CMOS circuits: topologies of low voltage amplifiers, advanced techniques for amplifier compensation, circuits to increase the clock voltage, circuits with switched amplifiers. Advanced architectures for AD and DA converters: pipeline architectures, SAR architectures, Sigma-Delta architectures, etc. Phase-locked loops (PLLs) and Delay-locked loops (DLLs); Radio frequency circuits: LNAs, oscillators, mixers, power amplifiers, etc. Circuits for UWB signal processing.

Advanced Topics in Energy

Mathematical methods for electromagnetic fields resolution: Study of numerical methods for problem resolution in Electrical engineering, with particular emphasis on electrical machines and power transmission lines.

Materiais avançados para aplicações em energia: Materiais termoelétricos, materiais de troca de fase, novos materiais para células fotovoltaicas, supercondensadores.

Supercondutividade em Sistemas de Energia: Propriedades dos supercondutores de alta temperatura e sua aplicação em sistemas de energia (máquinas elétricas, limitadores de corrente e armazenadores de energia).

Diagnóstico em Máquinas Elétricas: Métodos matemáticos para diagnosticar avarias em máquinas elétricas (aplicação do vector de Park). Conversão de energia.

Tópicos Avançados em Processamento de Sinais

Análise Espectral: Métodos de Blackmann-Tukey e Bartlett-Welch. Métodos de Alta Resolução: Capon, Min-Norm e MUSIC. Predição Linear. Métodos de estimação: correlação, covariância e Burg. Estruturas "Ladder/lattice". Aplicações: codificação de voz e Análise Espectral. O modelo ARMA. Estimação de parâmetros. Algoritmos Adaptativos. Aplicações: cancelamento de ruído e eco. Distribuições Tempo-Frequência. Processamento em agregados adaptativos. Transformada de Ondulas. Conversão multirritmo.

Tópicos Avançados em Redes Colaborativas

Bases científicas, tecnológicas e sócio-organizacionais das redes colaborativas. Teorias e formalismos de modelação. Modelos de referência. Elementos endógenos e interações exógenas. Caracterização e instanciação. Modelação e raciocínio com informação imprecisa e incompleta. Sistemas auto-organizativos e comportamentos emergentes. Sistema de valores. Benefícios e riscos. Comércio electrónico.

Modelos de negócio e modelos de governação. Aplicações avançadas.

Tópicos Avançados em Robótica e Manufatura Integrada

Sistemas autónomos e inteligentes. Sistemas ágeis de manufatura. Redes colaborativas de máquinas e sensores. Sistemas multi-agente em automação e manufatura. Arquitecturas de supervisão inteligente e auto-curável. Emergência, vida artificial, auto-organização e complexidade em sistemas de manufatura evolutivos. Aprendizagem automática em sistemas de automação inteligentes. Interfaces avançadas homem-máquina. Sistemas balanceados de automação.

Tópicos Avançados em Sistemas Computacionais e Percepcionais

A unidade curricular aborda temas associados ao desenvolvimento de sistemas computacionais e percepcionais incluindo aspectos ligados à modelação de sistemas complexos evolutivos com capacidade de aprendizagem, subsistemas percepcionais baseados principalmente em processamento de imagem utilizando técnicas de inteligência artificial, e modelos computacionais e tecnologias para suporte ao co-design de sistemas embutidos. Os temas abordados situam-se na fronteira com o estado da arte e incluirão os seguintes (ao longo dos anos poderá haver alteração destes temas em função dos desenvolvimentos científicos):

Metodologias para desenvolvimento de estratégias para integração de sistemas complexos evolutivos. Meta modelação e integração multi-nível de modelos. Arquitecturas abertas para suporte de sistemas interoperáveis. Normalização para suporte de descrição de processos, modelação de entidades e interfaces para acesso a dados.

Modelação de processos de *knowledge discovery* e metodologia de gestão de projectos nesta área. Aproximações tipo classificação/regressão, segmentação, associação. Ética, privacidade, ubiquidade em domínios de redes de sensores, autonomic computing e mining data streams.

Técnicas de inteligência artificial aplicada a sinais sensoriais. Processamento de imagem 2D, 3D e vídeo. Extração, selecção, e processamento de características para classificação automática de objectos.

Modelos de computação para o *co-design* de sistemas embutidos: formalismos vocacionados para a modelação de sistemas controlados a eventos discretos e para sistemas de processamento de dados ("data-flow"). Computação reconfigurável: arquitecturas e aplicações.

Tópicos Avançados em Sistemas de Informação Industriais

Técnicas avançadas de modelação em engenharia. Sistemas baseados na nuvem. Inteligência computacional. Modelação e raciocínio qualitativos. Sistemas de informação multimedia. *Data mining*. Sistemas federados de informação. Integração de sistemas. Fontes dinâmicas. Conteúdos inteligentes. Raciocínio qualitativo. Interoperabilidade. Novas arquitecturas de sistemas de informação. Aplicações industriais avançadas.

Tópicos Avançados em Telecomunicações

Exemplos dos temas a cobrir são os seguintes (ao longo dos anos poderá haver alteração destes temas em funções dos desenvolvimentos científicos):

Advanced materials for energy applications: Thermoelectric materials, phase change materials, new structures for PV cells, super capacitors.

Superconductivity in Energy Systems: Properties of high temperature superconductors and their application in energy systems (electrical machines, current fault limiters, energy storage).

Diagnosis in Electrical Machines: Mathematical methods to diagnose faults in electrical machines (Park vector application). Energy conversion.

Advanced Topics in Signal Processing

Spectral Analysis: Blackmann-Tukey and Bartlett-Welch methods. High resolution methods: Capon, Min-Norm and MUSIC. Linear prediction. Estimation methods: correlation, covariance and Burg. Ladder/lattice structures. Applications: voice codification and Spectral Analysis. The ARMA model. Estimation of parameters. Adaptive algorithms. Applications: noise and echo cancelation. Time-Frequency distributions. Processing in adaptive arrays. Wavelet transform. Multi-rate conversion.

Advanced Topics in Collaborative Networks

Scientific, technological and socio-organizational basis of the collaborative networks. Modeling theories and formalisms. Reference models. Endogeneous elements and exogenous interactions. Characterization and instantiation. Modeling and reasoning with imprecise and incomplete information. Self-organizing systems and emerging behaviors. Value systems. Benefits and risks. Electronic commerce.

Business models and governance models. Advanced applications.

Advanced Topics in Robotics and Integrated Manufacturing

Autonomous and intelligent systems. Agile manufacturing systems. Collaborative networks of machines and sensors. Multi-agent systems in automation and manufacture. Intelligent supervision and self-healing architectures. Emergence, artificial life, self-organization, and complexity in evolutionary manufacturing systems. Machine learning in intelligent automation systems. Advanced human-machine interfaces. Balanced automation systems.

Advanced Topics in Computational and Perceptual Systems

This unit deals with topics related to the development of computational and perceptual systems including modeling complex evolutionary systems with learning capabilities, perceptual sub-systems mainly based on image processing using artificial intelligence techniques, and computational models and supporting technologies for co-design of embedded systems. The studied topics are at the edge of the state of the art and include (this list will change along the years as a results of scientific evolution):

Methodologies for the development of integration strategies for complex evolutionary systems. Meta-modeling and integration of multi-level models. Open architectures to support interoperable systems. Standards for process description, entity modeling and data access interfaces.

Knowledge discovery processes modeling and project management methodology for this area. Classification / regression, segmentation, and association approaches. Ethics, privacy, ubiquity in sensor networks, autonomic computing and mining data streams.

Artificial intelligence techniques applied to sensorial systems. 2D and 3D image processing and video processing. Features extraction, selection, and processing for automatic classification of objects.

Computational models for co-design of embedded systems: discrete event systems modeling formalisms and data-flow processing systems. Reconfigurable computing: architectures and applications.

Advanced Topics in Industry Information Systems

Advanced modeling techniques in engineering. Cloud-based systems. Computational intelligence. Qualitative modeling and reasoning. Multimedia information systems. Data mining. Federated information systems. Systems integration. Dynamic sources. Intelligent contents. Qualitative reasoning. Interoperability. New information systems architectures. Advanced industrial applications.

Advanced Topics in Telecommunications

Examples of topics to cover are (through the years there may be changes in result of scientific advances):

1. Arquitecturas e modelos de referência de sistemas de comunicação sem fios. O problema da integração de redes deste tipo. Requisitos para operações de handovers e consequências a nível aplicacional. Auscultação do canal, sinalização inter-sistema, monitoração de zonas adjacentes localizada no tempo ou distribuída. Qualidade de serviço.

2. Arquitecturas de redes de telecomunicações. Carácter dinâmico e estático do seu funcionamento. Algoritmos de encaminhamento intra e inter regiões. Convergência, isolamento de informação, escalabilidade, etc. Bases de construção de grafos para encaminhamento e métricas. Dicotomia entre identificadores e localizadores. Consequências para as aplicações e protocolos de transporte, nomeadamente protocolos dinâmicos de adaptação às condições da rede (exemplo, mecanismo de controlo de congestão do TCP).

3. Teoria da Detecção, Comunicação Digital em Banda-Base e sobre Portadora Sinusoidal, Codificação de Canal, Diversidade, Multiplexagem Espacial, Igualização, Espalhamento de Espectro, Estimação de Canal, Sincronização.

4. Estudo da eficiência de protocolos de controlo de acesso ao meio em redes sem fios com contenção não limitada, contenção limitada e sem contenção. Estudo da eficiência energética de protocolos para redes de sensores sem fios. Desempenho de protocolos de encaminhamento para redes estruturadas, para redes ad hoc, e para redes híbridas (*meshed*).

UNIDADE CURRICULAR DE OPÇÃO

Com o fim de complementar a formação dos alunos considera-se ainda a inclusão no percurso individual duma disciplina propedêutica a escolher de outras áreas científicas:

Disciplina opção livre

Esta componente destina-se a alargar a formação científica específica e pode ser concretizada através da realização duma qualquer disciplina (ou conjunto de disciplinas equivalentes a 6 ECTS) de Doutoramento oferecida pela FCT/UNL ou outra instituição de ensino superior, desde que aprovada pela CC do Programa de Doutoramento.

Exemplos podem incluir outras Ucs de Advanced Topics, etc.

NOTA: Anualmente a Comissão Científica do Programa de Doutoramento indicará quais os cursos que devem funcionar.

1. Architectures and reference models for wireless communication systems. The problem of network interconnection. Requirements for handovers and consequences at application level. Channel scanning, inter-system signaling, monitoring of adjacent zones located in time or distributed. Quality of Service.

2. Telecommunication networks architecture. Dynamic and static functioning. Routing algorithm inter-regions and inter-regions. Convergence. Information containment. Scalability. Basis for construction of routing graph and metrics. Dichotomy between identifiers and locators. Consequences for applications and transport protocols, namely dynamic protocols that adapt to network conditions (e.g. congestion control mechanism of TCP).

3. Detection theory, Digital communication in baseband and continuous-wave modulation systems. Channel coding, diversity, spatial multiplexing, equalization, speed spectrum, channel estimation, synchronization.

4. Efficiency of medium access control protocols in wireless networks with unlimited contention, limited contention, and collision-free. Energy efficiency of wireless sensor network protocols. Routing protocols performance for structured, ad hoc and meshed networks.

ELLECTIVE UNIT

In order to complement the education of the students the individual programs will include a graduation-level course to be selected from other scientific areas:

Free Option course

This unit is aimed at extending the specific scientific background of the candidate and can be selected from any other course (or set of courses totaling 6 ECTS) from the PhD programs offered by FCT/UNL or any other university, subject to approval by the Scientific Committee of the PhD Program.

Examples may include other courses in Advanced Topics, etc.

NOTE: Every year, the Scientific Committee of the PhD Program will publish the list of offered courses for that year.

COMPETÊNCIAS ADQUIRIDAS

O Despacho n.º 7287-C/2006 (2.ª série) de 31 de Março, estabelece um conjunto de requisitos relativos à aquisição de competências e que deverão ser reunidos para a atribuição do grau de Doutor. O Doutoramento apresentado satisfaz esses requisitos como se enumera:

a) Capacidade de compreensão sistemática num domínio científico de estudo

A componente curricular do Doutoramento inclui a disciplina de Planeamento de Investigação na qual o aluno será guiado para aprender a fazer uma síntese do estado da arte no domínio científico da sua especialidade de doutoramento. Nesta fase, devidamente acompanhado pelo orientador, o aluno deverá estudar a literatura científica representativa do estado corrente da área, desenvolver uma perspectiva crítica e identificar os desafios correntes.

Quanto à actividade de síntese pretende-se que o aluno seja capaz não só de sumarizar a área, mas acrescentar valor com a sua perspectiva crítica das várias abordagens e propostas, derivando daí propostas para ultrapassar as limitações actuais. Como resultado, deverá identificar as questões de investigação mais relevantes, preparar um plano de investigação e respectiva calendarização.

b) Competências, aptidões e métodos de investigação associados a um domínio científico

Como parte da componente curricular, o aluno deverá adquirir e exercitar conhecimento sobre as metodologias de investigação, através da unidade curricular Metodologias e Técnicas de Investigação Científica. Complementarmente deverá adquirir competências em preparação de propostas de projectos de investigação e respectiva gestão. Aspectos e métodos específicos relativos à área de especialidade serão cobertos pela unidade curricular de Tópicos Avançados na respectiva área.

c) Capacidade para conceber, projectar, adaptar e realizar uma investigação significativa respeitando as exigências impostas pelos padrões de qualidade e integridade académicas

Na fase de planeamento da proposta de tese, o aluno deverá adquirir e demonstrar capacidade de conceber e planear um plano de investigação para responder a questões significativas no seu domínio de especialidade. Essa actividade será precedida de exercícios específicos na disciplina de Metodologias e Técnicas de Investigação Científica, onde aspectos como ética científica, propriedade intelectual e padrões de qualidade exigidos pela comunidade científica são também abordados.

d) Ter realizado um conjunto significativo de trabalhos de investigação original que tenha contribuído para o alargamento das fronteiras do conhecimento, parte do qual mereça a divulgação nacional ou internacional em publicações com comité de selecção

Na fase de investigação, e em interacção com o orientador, o aluno será dirigido para a realização de trabalho de investigação original que permita responder às questões de investigação previamente identificadas e assim contribuir para o alargamento das fronteiras do conhecimento.

O contexto de realização do trabalho de investigação, nomeadamente a sua inserção em projectos de investigação do Departamento de Engenharia Electrotécnica e do Centro de Tecnologia e Sistemas, garantirá condições favoráveis para que o trabalho do doutorando permita de facto contribuir para o alargamento da fronteira do conhecimento. A interacção com outros investigadores nacionais e estrangeiros propiciará as condições para uma aferição contínua da adequação dos métodos e qualidade dos resultados.

Os resultados produzidos deverão ser traduzidos em publicações a apresentar em eventos científicos de qualidade e revistas internacionais, permitindo assim um escrutínio altamente especializado da sua qualidade.

Complementarmente, a actividade da Comissão de Acompanhamento da Tese contribuirá para garantir a qualidade, originalidade e extensão do trabalho de investigação e correspondente tese.

e) Ser capazes de analisar criticamente, avaliar e sintetizar ideias novas e complexas

A aquisição de competências de análise crítica e de síntese de ideias novas e complexas é um objectivo fundamental nas unidades curriculares de Planeamento da Investigação e Tópicos Avançados. Nomeadamente no trabalho de síntese do estado da arte, o nível de exigência pretendido aponta para a necessidade duma forte contribuição do aluno (valor acrescentado) não só em termos de síntese mas também de uma formulação que aponte para novas formas de olhar para os temas.

ACQUIRED COMPETENCIES

The Directive N° 7287-C/2006 (2nd series) of March 31, establishes a set of requirements regarding the competencies that need to be acquired for the PhD degree to be granted. The present PhD Program satisfies those requirements as follows:

a) Capacity of systematic understanding of the scientific domain of study

The courses component of the Program includes the unit Research Planning where the student is guided to learn how to make a synthesis of the state of the art in the scientific domain of his / her PhD specialization. During this phase, and guided by the supervisor, the student will study the scientific literature representing the current state of the art in the area, develop a critical perspective, and identify the current challenges.

Regarding the synthesis activity it is aimed that the student is able not only to summarize the area, but also to add value with his / her critical perspective regarding the various approaches and proposals, deriving from there proposals to overcome current limitations. As a result, the student will identify the most relevant research questions and prepare a research plan as well as the corresponding scheduling.

b) Competencies and mastering of research methods associated to the scientific domain

As part of the courses component, the student will exercise knowledge on research methodologies through the course on Scientific Research Methodologies and Techniques. Additionally the candidate will acquire competencies both on project proposals preparation and projects management. The aspects and specific methods related to the area of specialization will be covered by the course on Advanced Topics in the corresponding area.

c) Capacity to conceive, design, adapt and implement significant research, complying with the academic quality and integrity requirements

In the phase of thesis planning, the student shall acquire and demonstrate the capacity to conceive and plan his research in order to respond to significant questions in the chosen specialization domain. This activity is preceded by specific exercises in the course on Scientific Research Methodologies and Techniques, where topics such as ethics in science, intellectual property, and levels of quality required by the scientific community are studied.

d) Having realized a significant amount of original research work that has contributed to the enlarging of the knowledge frontiers, part of which had deserved national or international dissemination in publications with peer reviewing

During the research phase, and in interaction with the supervisor, the student will be conducted to perform original research work that allows answering the previously identified research questions and thus to contribute to enlarge the frontiers of knowledge.

The context in which the research work is developed, namely integrated in research projects of the Department of Electrical Engineering or the Center of Technologies and Systems, will guarantee favorable conditions to have results that effectively contribute to enlarge the knowledge frontiers. The interaction with other national and international researchers will offer conditions for a continuous assessment and tuning of methods and quality of results.

Produced results will be translated into publications to present in high quality specialized events and international journals, therefore allowing a highly specialized assessment of quality.

Complementarily, the activity of the Thesis Accompanying Committee will contribute to guarantee the quality, originality and extension of the research work as well as the corresponding thesis.

e) Being able to critically analyze, assess and synthesize new and complex ideas

The acquisition of competencies on critical analysis and synthesis of new and complex ideas is a fundamental objective of the units of Research Planning and Advanced Topics. Namely in the work on synthesis of the state-of-the-art, the required level points to the need for a strong contribution (added value), by the student, not only in terms of synthesis but also in terms of a formulation that represents a new way of looking at the topics under study.

A Conferência Doutoral, onde o aluno é pressuposto apresentar e discutir a sua ideia de projecto de doutoramento perante uma audiência alargada, constitui outro importante mecanismo para o aperfeiçoamento destas competências.

O orientador e a Comissão de Acompanhamento da Tese terão aqui um papel relevante na avaliação do progresso nesta área.

f) Ser capazes de comunicar com os seus pares, a restante comunidade académica e a sociedade em geral sobre a área em que são especializados

A unidade curricular de Metodologias e Técnicas de Investigação Científica inclui uma secção onde serão leccionadas formas de comunicação oral e escrita num contexto de temas científicos. O aluno será guiado, através de exercícios práticos, a treinar a sua capacidade de realizar apresentações eficazes em público bem como a elaborar artigos científicos.

A unidade curricular Conferência Doutoral constitui outra fase em que as capacidades de comunicação serão desenvolvidas e aperfeiçoadas.

A sessão de apresentação pública do relatório do Plano de Tese será outro momento de avaliação e orientação relativamente às capacidades de comunicação.

Ao longo da fase de investigação, e à medida que os resultados forem sendo desenvolvidos, o aluno será fortemente incentivado a publicar em eventos e revistas científicas.

g) Ser capazes de, numa sociedade baseada no conhecimento, promover, em contexto académico e ou profissional, o progresso tecnológico, social ou cultural

A unidade curricular Métodos de Empreendedorismo desempenha um importante papel no desenvolvimento de capacidades de intervenção no contexto sócio-económico. Nesta unidade o aluno aprenderá os principais mecanismos e tomará consciência das dificuldades e instrumentos à sua disposição para transferir os resultados da sua investigação para a sociedade. A relação entre a inovação e a investigação científica constitui um importante elemento de discussão e análise. Aspectos de propriedade intelectual na perspectiva da sua protecção e valorização económica são também abordados. Metodologias práticas de elaboração de planos de negócio serão exercitadas. A interacção com especialistas convidados no âmbito dessa componente curricular permitirá uma compreensão multifacetada da área.

O envolvimento do aluno como parte activa na organização da Conferência Doutoral é um dos mecanismos para exercitar competências de interacção e intervenção na sociedade.

Complementarmente, a participação nas actividades de investigação do DEE e CTS, em particular o envolvimento no planeamento de novas iniciativas, contribuirão para exercitar essas competências.

The Doctoral Conference, where the student is supposed to present and discuss his / her concept of PhD work before a large audience, constitutes another important mechanism to improve these competencies.

The Supervisor and the Thesis Accompanying Committee will have a relevant role in the assessment of the progress in this area.

f) Being able to communicate about the area of specialization with his / her peers, the rest of the academic community and the society in general

The course on Scientific Research Methodologies and Techniques includes one section on oral and written communication of scientific themes. The student will be guided, through practical exercises, to train his / her capacity to make effective presentations in public as well as to prepare scientific papers.

The Doctoral Conference unit constitutes another phase to develop and improve the communication skills.

The public presentation session on the Thesis Plan is another moment of assessment and guidance regarding the communication skills.

Along the research phase, as results are being produced, the student will be strongly encouraged to publish in scientific events and journals.

g) Being able to promote, in an academic or professional context, the technological, social, and cultural progress in a knowledge-based society

The course on Entrepreneurship Methods plays an important role in the development of the capacity to act upon the socio-economic system. In this unit, the student will learn the main mechanisms and will get awareness on the difficulties as well as available tools for transferring research results to the society. The relationship between innovation and scientific research constitutes an important element for discussion and analysis. Intellectual property aspects in the perspective of its protection and economic valorization are also addressed. Practical methodologies for the elaboration of business plans will be exercised. The interaction with invited experts to give invited talks in this course will allow a multi-faceted understanding of the area.

The involvement of the student as an active member in the organization of the Doctoral Conference represents one mechanism to exercise competencies of interaction and intervention in the society.

Complementarily, the involvement of the student in the research activities of the DEE and CTS, particularly his / her involvement in the planning of new initiatives, will contribute to develop these competencies.

CORPO DOCENTE

O corpo docente do ciclo de estudos é constituído por doutores do Departamento de Engenharia Electrotécnica da FCT-UNL. Para além da sua experiência em formação ao nível de doutoramento, o Departamento integra um corpo de 44 docentes doutorados:

Nome	Categoria	Especialidades
Luis Manuel Camarinha de Matos	Professor catedrático	<ul style="list-style-type: none"> Redes Colaborativas Empresariais Robótica e Manufatura Integrada Sistemas de Informação Industriais
Paulo da Costa L.F. Pinto	Professor catedrático	<ul style="list-style-type: none"> Telecomunicações
Manuel Duarte Ortigueira	Professor associado	<ul style="list-style-type: none"> Processamento de Sinais Controlo e Decisão
Fernando José A. V. Coito	Professor associado	<ul style="list-style-type: none"> Processamento de Sinais Controlo e Decisão
Luis Filipe dos Santos Gomes	Professor associado	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais Sistemas de Informação Industriais
João Carlos Goes	Professor Associado	<ul style="list-style-type: none"> Electrónica
Ricardo Luís Jardim Gonçalves	Professor associado	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais Sistemas de Informação Industriais
Rui Miguel H. D. M. Dinis	Professor associado	<ul style="list-style-type: none"> Telecomunicações
Adelino Silva	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Processamento de Sinais Controlo e Decisão
Anabela M. Gonçalves Pronto	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Energia
André Damas Mora	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais
Anikó Costa	Professor Auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais
Arnaldo Batista	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Processamento de Sinais Electrónica
Isabel Ventim Neves	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Telecomunicações
João Francisco Martins	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Energia
João Pedro Oliveira	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Electrónica
João Murta Pina	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Energia
João Paulo Branquinho Pimentão	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais Sistemas de Informação Industriais
João Almeida Rosas	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Redes Colaborativas Empresariais Robótica e Manufatura Integrada
José António Barata Oliveira	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Robótica e Manufatura Integrada Sistemas de Informação Industriais
José Barahona da Fonseca	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais
José Manuel Fonseca	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais Sistemas de Informação Industriais
Luis Brito Palma	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Controlo e Decisão Sistemas de Informação Industriais
Luis Filipe Bernardo	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Telecomunicações
Luis Oliveira	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Electrónica
Maria Helena Fino	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Electrónica
Mário Ventim Neves	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Energia
Nuno Filipe S. V. Paulino	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Electrónica
Paulo José de Sousa Gil	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Controlo e Decisão
Paulo Montezuma de Carvalho	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Telecomunicações
Pedro Alexandre Sousa	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais Sistemas de Informação Industriais
Pedro Amaral	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Telecomunicações
Pedro Maló	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais Sistemas de Informação Industriais
Pedro Pereira	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Energy
Rui Alexandre Neves da Silva	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Controlo e Decisão Sistemas de Informação Industriais
Rudolfo Oliveira	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Telecomunicações
Rui Tavares	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Electrónica
Stanimir (Stan) Valtchev	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Energia
Tiago Cardoso	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Redes Colaborativas Empresariais Sistemas de Informação Industriais
Yves Rybarczyk	Professor auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Robótica e Manufatura Integrada Sistemas de Informação Industriais
Manuela Vieira	Prof. Associada convidada	<ul style="list-style-type: none"> Electrónica
Rita Almeida Ribeiro	Prof. Associada convidada	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de Informação Industriais
Adolfo Steiger Garção	Prof. catedrático (jubilado)	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Computacionais e Percepcionais Electrónica
Amadeu Leão Rodrigues	Prof. catedrático (jubilado)	<ul style="list-style-type: none"> Energia

THE ACADEMIC STAFF

The academic staff for this cycle of studies is composed of doctors of the Electrical Engineering Department of FCT-UNL. In addition to their experience in education at the PhD level, the Department currently includes 44 PhD staff:

Name	Category	Specializations
Luis Manuel Camarinha-Matos	Full professor	<ul style="list-style-type: none"> Enterprise Collaborative Networks Robotics and Integrated Manufacturing Industry Information Systems
Paulo da Costa L.F. Pinto	Full professor	<ul style="list-style-type: none"> Telecommunications
Manuel Duarte Ortigueira	Associate professor	<ul style="list-style-type: none"> Signal Processing Control and Decision
Fernando José A. V. Coito	Associate professor	<ul style="list-style-type: none"> Signal Processing Control and Decision
Luís Filipe dos Santos Gomes	Associate professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems Industry Information Systems
João Carlos Goes	Associate professor	<ul style="list-style-type: none"> Electronics
Ricardo Luís Jardim Gonçalves	Associate professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems Industry Information Systems
Rui Miguel H. D. M. Dinis	Associate professor	<ul style="list-style-type: none"> Telecommunications
Adelino Silva	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Signal Processing Control and Decision
Anabela M. Gonçalves Pronto	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Energy
André Damas Mora	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems
Anikó Costa	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems
Arnaldo Batista	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Signal Processing Electronics
Isabel Ventim Neves	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Telecommunications
João Francisco Martins	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Energy
João Pedro Oliveira	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Electronics
João Murta Pina	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Energy
João Paulo Branquinho Pimentão	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems Industry Information Systems
João Almeida Rosas	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Enterprise Collaborative Networks Industry Information Systems
José António Barata Oliveira	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Robotics and Integrated Manufacturing Industry Information Systems
José Barahona da Fonseca	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems
José Manuel Fonseca	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems Industry Information Systems
Luis Brito Palma	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Control and Decision Industry Information Systems
Luis Filipe Bernardo	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Telecommunications
Luis Oliveira	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Electronics
Maria Helena Fino	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Electronics
Mário Ventim Neves	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Energy
Nuno Filipe S. Veríssimo Paulino	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Electronics
Paulo José de Sousa Gil	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Control and Decision
Paulo Montezuma de Carvalho	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Telecommunications
Pedro Alexandre Sousa	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems Industry Information Systems
Pedro Amaral	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Telecommunications
Pedro Maló	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems Industry Information Systems
Pedro Pereira	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Energy
Rui Alexandre Neves da Silva	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Control and Decision Industry Information Systems
Rudolfo Oliveira	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Telecommunications
Rui Tavares	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Electronics
Stanimir (Stan) Valtchev	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Energy
Tiago Cardoso	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Enterprise Collaborative Networks Industry Information Systems
Yves Rybarczyk	Assistant professor	<ul style="list-style-type: none"> Robotics and Integrated Manufacturing Industry Information Systems
Manuela Vieira	Invited Assoc. Prof.	<ul style="list-style-type: none"> Electronics
Rita Almeida Ribeiro	Invited Assoc. Prof.	<ul style="list-style-type: none"> Industry Information Systems
Adolfo Steiger Garção	Full professor (retired)	<ul style="list-style-type: none"> Computations and Perceptual Systems Electronics
Amadeu Leão Rodrigues	Full professor (retired)	<ul style="list-style-type: none"> Energy

O corpo docente realiza a sua investigação em diversas unidades, nomeadamente no Departamento de Engenharia Electrotécnica da FCT-UNL, no Centro de Tecnologias e Sistemas do UNINOVA (antes designado Centro de Robótica Inteligente), no Instituto de Telecomunicações, nas empresas Chipidea (MIPS Technologies Analog Business Group), Acacia Semiconductor S.A. (Silicon & Software Systems), HOLOS e em hospitais locais (Santa Cruz, Garcia de Orta e Pulido Valente).

IMPORTANTE: Um orientador não pode ter mais que 6 doutorandos (a tempo inteiro) em simultâneo. Um orientador deve ser um investigador activo com um bom nível de produtividade. Assim, **para ser qualificado como orientador principal**, um doutor necessita: (i) Ter previamente orientado / co-orientado com sucesso pelo menos um doutorando. (ii) Ter pelo menos 2 artigos em revistas indexadas no Science Citation Index nos últimos 3 anos.

Doutores sem experiência de orientação que sejam candidatos a uma primeira orientação devem: (i) Ser co-orientadores (naturalmente em colaboração com um orientador experiente). (ii) Ter pelo menos 2 artigos em revistas indexadas no Science Citation Index nos últimos 3 anos.

Comissão Científica do Programa:

Coordenador do Programa: Prof. Luis M. Camarinha Matos – lcm@fct.unl.pt, cam@uninova.pt

Membros: Prof. Ruis Neves da Silva, Prof. José Barata Oliveira, Prof. Rui Dinis, Prof. João Martins, Prof. Ricardo Gonçalves

REGRAS DE ADMISSÃO

1. O ingresso no Programa de Doutoramento é condicionado à submissão, pelo candidato, com requerimento próprio, de documentação que comprove as condições estabelecidas na legislação nacional, nos normativos da UNL e da FCT-UNL e respeitar pelo menos uma das condições expressas nas alíneas seguintes:

- a. Possuir, na área científica do programa ou similar, o grau de mestre, ou equivalente legal.
- b. Possuir, na área científica do programa ou similar, o grau de licenciado e ser detentor de um currículo escolar ou científico especialmente relevante, que seja reconhecido pelo Conselho de Departamento de Engenharia Electrotécnica como atestando capacidade para a realização do mesmo;
- c. Ser detentor de um currículo escolar, científico ou profissional que seja reconhecido pelo Conselho de Departamento de Engenharia Electrotécnica como atestando capacidade para a realização do mesmo.

2. O reconhecimento a que se referem as alíneas b) e c) do nº1 deste artigo:

- a. Será baseado em pareceres emitidos por dois professores ou investigadores doutorados, especialistas em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, nomeados pelo Coordenador do Programa;
- b. Não confere ao seu titular a equivalência a qualquer grau ou ao seu reconhecimento.

3. Os candidatos devem ter um bom domínio, falado e escrito, da língua inglesa, podendo, em casos justificados, a Comissão Científica aceitar candidatos noutras condições.

FUNCIONAMENTO

Os órgãos de gestão do Programa são os seguintes:

- a) Director ou Coordenador do Programa,
- b) Comissão Científica do Programa.

Durante o primeiro ano, o orientador do doutoramento, um professor ou investigador doutorado, é nomeado pela Comissão Científica do Programa para cada doutorando, com o acordo do aluno. A Comissão Científica do Programa pode ainda designar um co-orientador (ou, em casos devidamente justificados, um máximo de dois), com o acordo do aluno e do orientador.

Para cada aluno é também nomeada uma Comissão de Acompanhamento da Tese (CAT).

The academic staff performs research activities in various centers, namely in the Department of Electrical Engineering of FCT-UNL, Center of Technologies and Systems of UNINOVA, Telecommunications Institute, companies Chipidea (MIPS Technologies Analog Business Group), Acacia Semiconductor S.A. (Silicon & Software Systems), and HOLOS, hospitals (Santa Cruz, Garcia de Orta and Pulido Valente).

IMPORTANT: A supervisor should not have more than 6 PhD students (full time) under his/her supervision. A supervisor needs to be an active researcher with adequate productivity. Therefore, **in order to qualify as main supervisor** a doctor should: (i) Have successfully supervised / co-supervised at least one PhD student. (ii) Have at least 2 journal papers indexed in the Science Citation Index during the last 3 years.

Unexperienced doctors that are candidates to a first supervision should: (i) Be co-supervisors (naturally in collaboration with an experienced supervisor). (ii) Have at least 2 journal papers indexed in the Science Citation Index during the last 3 years.

Scientific Committee of the Program:

Program Coordinator: Prof. Luis M. Camarinha-Matos – lcm@fct.unl.pt, cam@uninova.pt

Members: Prof. Ruis Neves da Silva, Prof. José Barata Oliveira, Prof. Rui Dinis, Prof. João Martins, Prof. Ricardo Gonçalves

ADMISSION RULES

1. The application to the PhD Program requires the submission of a specific application form and valid documentation proving the candidate fulfills the conditions required by the Portuguese law, by the UNL and FCT-UNL norms. The candidate must also satisfy at least one of the following conditions:

- a. Possess a MSc degree or equivalent in Electrical and Computer Engineering or related areas;
- b. Possess a first degree Electrical and Computer Engineering or related areas and a scholar or scientific curriculum recognized as adequate by the Council of the Electrical Engineering Department;
- d. Possess a scholar, professional or scientific curriculum recognized as adequate by the Council of the Electrical Engineering Department.

2. The recognition mention in items b) and c) of nº1 above:

- a. Will be based on recommendations issued by two professors of researchers with a PhD, experts in Electrical and Computer Engineering, nominated by the Coordinator of the PhD Program;
- b. Does not provide the candidate with any equivalence to any degree or its recognition for other purposes besides the admission to the PhD Program.

3. The candidates must be fluent in English, both in speaking and writing. In duly justified cases the Scientific Committee might accept candidates that do not satisfy this condition.

OPERATIONAL ASPECTS

The management bodies of the PhD Program are the following:

- a) Director or Program Coordinator,
- b) Scientific Committee of the PhD Program.

During the first year, a supervisor, which must be an academic staff member or researcher with a PhD, is nominated for each student by the Scientific Committee of the Program in accordance with the student. One or two (maximum) co-supervisors can also be nominated if duly justified.

For each student a Thesis Accompanying Committee (TAC) is also nominated.

A CAT é constituída pelo orientador e co-orientador(es), se existir(em), e por mais dois professores ou especialistas de reconhecido mérito nomeados pela Comissão Científica do Programa, ouvido o orientador, devendo pelo menos um dos seus membros ser exterior à FCT-UNL. À CAT compete:

- a. Aprovar a Proposta de Plano de Tese apresentada em sessão pública e/ou sugerir correcções, as quais serão discutidas com o candidato em sessão privada após a apresentação pública do Plano de Tese;
- b. Elaborar um parecer sobre a Proposta de Plano de Tese, incluindo as alterações que tenham sido sugeridas, o qual será entregue à Comissão Científica do Programa e ao aluno;
- c. Acompanhar o progresso do trabalho de investigação do aluno até à submissão da tese, dando um parecer anual sobre o relatório de actividades;
- d. Dar parecer sobre a aceitação da tese para apreciação.

A componente curricular tem um plano de estudos definido individualmente para cada aluno pela Comissão Científica, tendo em consideração os interesses por ele manifestados. Poderão ser creditadas ao aluno unidades curriculares por actividades ou formação anterior, até um máximo de 30% do número de unidades curriculares total.

Em casos justificados, a Comissão Científica pode decidir pela obrigatoriedade de realização de disciplinas de pré-requisito.

O tema de dissertação é proposto pelo orientador, tão cedo quanto possível, até à finalização da componente curricular por parte do aluno.

O plano de trabalhos de doutoramento, designado por Plano de Tese, que deve merecer o acordo explícito do orientador, é apresentado, tipicamente no mês 12 (no máximo até ao mês 24), em documento escrito, identificando os objectivos, descrevendo o estado da arte, relatando o trabalho já desenvolvido e propondo as linhas de trabalho futuro. Esse plano será apresentado em público e perante a CAT.

Após a aprovação do Plano de Tese, o aluno realizará trabalho de investigação conducente à submissão da dissertação de doutoramento correspondendo a uma duração normal prevista de três anos de trabalho a tempo inteiro.

A dissertação pode ser escrita em língua Portuguesa ou Inglesa.

São requisitos prévios para a submissão da tese:

- a. A conclusão do curso de doutoramento.
- b. O parecer favorável da Comissão de Acompanhamento da Tese.
- c. Ter submetido todos os relatórios de progresso anual.

O montante das propinas e respectivo regime de pagamento será fixado anualmente pelo Conselho Directivo da Faculdade de Ciências e Tecnologia nos termos da legislação em vigor. Para o ano lectivo de 2015/2016 esse montante está fixado em 2750 euros para estudantes da UE e 10000 para os outros, pago em duas prestações. É possível frequentar o programa a tempo parcial (50%).

A FCT-UNL pode colaborar com outros estabelecimentos de ensino superior, nacionais ou estrangeiros, em acções conjuntas para benefício mútuo dos respectivos programas de doutoramento.

Para mais detalhes sobre o funcionamento, consultar Regulamento do Programa Doutoral.

SAÍDAS PROFISSIONAIS

A Engenharia Electrotécnica e de Computadores está presente num larguíssimo espectro de empresas nos mais diversos sectores industriais e de serviços. Muitas dessas organizações buscam activamente a inovação e desenvolvimento de novas soluções bem assim como a sua internacionalização ou participação em redes colaborativas internacionais. Assim, começa a ser comum, as empresas de alta tecnologia possuírem unidades de investigação ou de investigação e desenvolvimento que contratam elementos doutorados em Engenharia Electrotécnica e de Computadores para liderar equipas e projectos avançados de inovação.

Os doutores em Engenharia Electrotécnica e de Computadores terão adicionalmente oportunidades profissionais em centros de investigação ou investigação e desenvolvimento associados a instituições públicas e privadas, e nas instituições de ensino superior.

Em virtude do prestígio granjeado pela FCT-UNL existem também grandes oportunidades profissionais noutros países do espaço europeu.

The CAT comprises the supervisor and co-supervisor (if there is one), and two other professors or highly recognized experts, nominated by the Scientific Committee of the Program in consultation with the Supervisor. At least one of the members of CAT must be external to FCT-UNL. The duties of the CAT include:

- a. Approval of the Thesis Plan proposal presented by the candidate in a public session, and/or suggestion of corrections, which will be discussed with the candidate in a private session after the public presentation of the Thesis Plan;
- b. Elaboration of an assessment report on the Thesis Plan, including the modifications that might have been suggested to the student; this report is forwarded to the Scientific Committee of the Program and to the student;
- c. Monitoring the progress of the research work of the student till the thesis submission, elaborating an assessment report every year;
- d. Elaboration of an assessment report about the thesis when submitted for evaluation.

The courses component follows a plan of studies that is defined individually for each student by the Scientific Committee of the Program, taking into account the interests of the student. Up to 30% of the ECTS of the courses component (i.e. 18 ECTS) might be credited based on previous training and experience of the candidate.

In duly justified cases, the Scientific Committee might require the realization of some additional preparatory courses.

The topic for the thesis is proposed by the supervisor, as early as possible, and before the student finishes the courses component.

The research plan for the 2nd phase, referred to as Thesis Plan, must have the explicit approval of the supervisor and be presented in a report typically around month 12 (maximum till month 24). This report shall identify the objectives of the thesis, describe the state of the art and the work already realized, and present a proposal for the following research work. This plan will be presented in public and defended before the TAC.

Once the Thesis Plan is approved, the student will develop the planned research work, leading to the submission of the thesis, which corresponds to a normal duration of 3-years full time.

The thesis may be written in Portuguese or English.

Pre-requirements for the submission of the thesis:

- a. Having finished the courses component.
- b. Having a positive assessment of the thesis by the Thesis Accompanying Committee.
- c. Having submitted all annual progress reports.

The registration fee and payment rules are defined annually by the Executive Board of the Faculty of Sciences and Technology according to the legislation. For the academic year 2015/2016 this amount is 2750 euros for EU students and 10000 for the others, payable in two slices. It is possible to be part-time student (50%).

FCT-UNL may collaborate on joint actions with other academic institutions, at national or international level, for mutual benefit of the respective PhD programs.

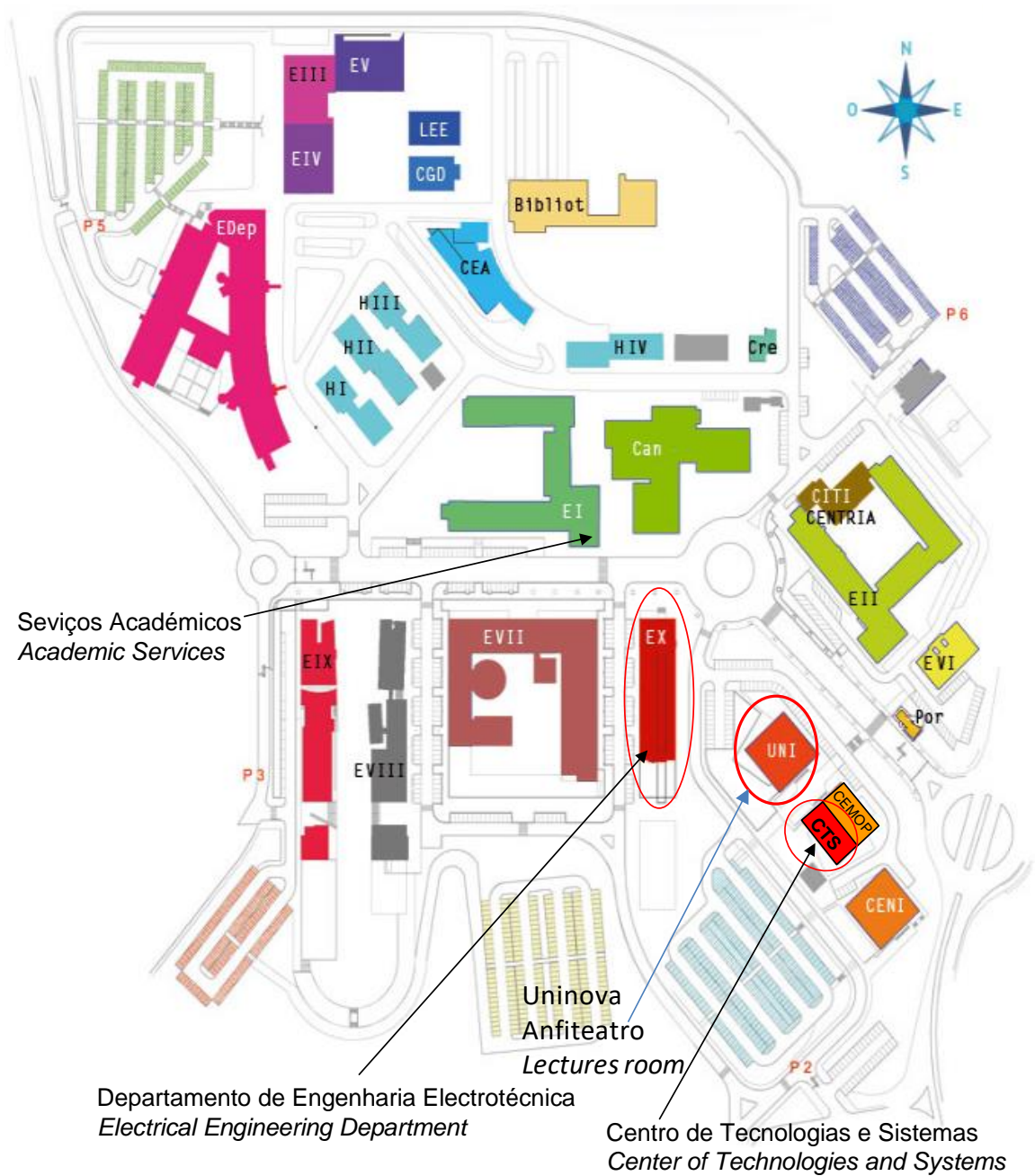
For further details on the operational aspects, check the PhD Program Regulations.

EMPLOYMENT OPPORTUNITIES

The Electrical and Computer Engineering field is present in a large spectrum of enterprises in a wide diversity of industry and service sectors. Many of these organizations actively seek innovation and development of new solutions as well as their internationalization or participation in international collaboration networks. Thus it is becoming common that high tech companies have their own R&D units hiring doctors in Electrical and Computer Engineering to lead advanced innovation projects and teams.

Electrical and Computer Engineering doctors will also have professional opportunities in research centers or R&D centers associated to public and private institutions, as well as in Universities and Polytechnic Institutes.

Due to the high prestige of FCT-UNL there are also many opportunities in other countries of the European space.



<http://sites.fct.unl.pt/doutoramento-engenharia-electrotecnica-computadores>