
1. Designação da unidade curricular

[4280] Planeamento e Operação de Redes de Energia Elétrica / Electricity Network Planning and Operation

2. Sigla da área científica em que se insere EE

3. Duração Unidade Curricular Semestral

4. Horas de trabalho 162h 00m

5. Horas de contacto Total: 52h 30m, 67h 30m das quais T: 15h 00m, 22h 30m | TP: 15h 00m, 22h 30m | P: 22h 30m

6. % Horas de contacto a distância Sem horas de contacto à distância

7. ECTS 6

8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular [1795] Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis | Horas Previstas: 105 horas

9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

- Encadear conhecimentos por forma a solucionar problemas no domínio da produção, transporte e distribuição de energia elétrica em regime permanente e em regime perturbado
- Determinar o trânsito de energia numa rede de energia elétrica usando métodos numéricos
- Calcular curtos-circuitos trifásicos simétricos e assimétricos em sistemas de energia elétrica
- Analisar e solucionar os problemas causados pelas sobretensões em sistemas de energia elétrica
- Analisar as fontes de flexibilidade em redes de energia elétrica e avaliar o seu impacto nas redes em diferentes janelas temporais e para diferentes objetivos e a sua gestão por parte dos Operadores de Rede
- Utilizar plataformas informáticas como sejam o PSS/E, ATP-DRAW ou equivalente e MathCad na simulação de sistemas de energia elétrica
- Expor soluções com proficiência técnica e comunicacional

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

- Link knowledge in order to solve problems in the field of production, transport and distribution of electricity in steady state and in contingency conditions
- Calculate the Power Flow in an electrical power network using numerical methods
- Calculate symmetrical and asymmetrical short circuits in electric power systems
- Analyze and solve problems caused by overvoltages in electrical power systems
- Analyze the sources of flexibility in electricity networks and assess their impact on networks in different time windows and for different purposes and their management by Network Operators
- Use computer platforms such as PSS/E, ATP-DRAW and MathCad in the simulation of electrical power systems
- Expose solutions with technical and communication proficiency

11. Conteúdos programáticos

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

11. Syllabus

- Topologies of transmission and distribution networks in Europe
- Planning and operational standards of transmission and distribution networks
- Calculation of symmetrical and asymmetrical short circuits
- Introduction to Protection Coordination
- Overvoltages in power systems
- Introduction to insulation coordination studies
- Flexibility in energy networks in the context of smart-grids

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

A Unidade Curricular de Planeamento e Operação de Redes de Energia Elétrica pretende, através da abordagem teórica e da simulação e análise computacional de fenómenos e redes reais, aprofundar o conhecimento e competências dos alunos com questões mais específicas e científicas da produção, transporte e distribuição de energia elétrica.

Especial ênfase é dado no estudo do trânsito de energia, no cálculo de curto-circuitos, no estudo de transitórios eletromagnéticos e na gestão de fontes de flexibilidade no contexto de smart-grids em redes de energia procurando garantir que os alunos adquiram competências técnicas, científicas e comunicacionais, nestes domínios

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

The Planning and Operation of Electric Energy Networks unit intends, through the theoretical approach and the simulation and computational analysis of phenomena and real networks, to deepen the knowledge and skills of the students with more specific and scientific questions of the production, transmission and distribution of electricity.

Special emphasis is given to the study of power flow, the calculation of short circuits, the study of electromagnetic transients and the management of flexibility sources in the context of smart-grids, seeking to ensure that students acquire scientific and communication skills in these domains.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

Nas aulas teóricas (T) são lecionados os conteúdos da UC. Nas aulas TP são apresentados e resolvidos problemas de casos práticos, em linha com os conteúdos lecionados na componente teórica. Nas aulas laboratoriais (PL) são aplicadas as competências adquiridas com a realização de trabalhos em grupo.

A unidade curricular contempla as seguintes metodologias de ensino:

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

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

In theoretical lectures (T) the contents of the UC are taught. In Practical-theoretical (PT) classes, practical case problems are presented and solved, in line with the content taught in the theoretical component. In laboratory classes (PL) the skills acquired through group work are applied.

The curricular unit includes the following teaching methodologies:

1. Simulation of a real electrical network in permanent regime, using the ?Powerflow? module of the PSS/E program, and analysis of problems in production and network planning and calculation of short circuits
2. Oral presentation and discussion of the work
3. Simulation of a real electrical network in transient regime using the ATP program.
4. Oral presentation and discussion of the work
5. Study of a topic on flexibility source management for congestion management or flexibility source management or reactive management on the TSO/DSO border

14. Avaliação

A avaliação de conhecimentos consiste na avaliação distribuída com exame final (nos termos do estipulado no ponto 1, artigo 21 do RPAC, despacho 8077/2023 de 7 de agosto) e é composta por duas componentes, pedagogicamente fundamentais:

- 1 - Realização e discussão de um trabalho prático, nota mínima de 9,50 valores (NP).
- 2 - Realização de Exame escrito, com nota mínima de 9,50 valores (NE);

A classificação final, NF, é obtida pela média ponderada das duas componentes:

$$NF = 0,7 \times NE + 0,3 \times NP$$

(A nota final para aprovação tem o mínimo de 10 valores, numa escala de zero a vinte).

14. Assessment

The evaluation of knowledge consists of a distributed assessment with a final exam (as stipulated in point 1, article 21 of the RPAC, dispatch 8077/2023 of August 7) and is composed of two pedagogically fundamental components:

- 1 - Carrying out and discussing a practical assignment, minimum grade of 9.50 points (NP).
- 2 - Carrying out a written exam, with a minimum grade of 9.50 points (NE);

The final grade, NF, is obtained by the weighted average of the two components:

$$NF = 0.7 \times NE + 0.3 \times NP$$

(The final grade for approval has a minimum of 10 points, on a scale of zero to twenty).

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

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

Avaliação de conhecimentos

- 1 Teste final ou Exame final ou Exame de recurso
- 1 trabalho prático com apresentação oral e discussão

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

The teaching methodologies used allow achieving the objectives set for the discipline in a consistent and effective way.

Evaluation:

- Final test or final exam
- Practical assignment with oral presentation and discussion

**16. Bibliografia de
consulta/existência obrigatória**

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

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-09-23 Data de aprovação em CTC: 2025-09-23

Data de aprovação em CP: 2025-09-23 Data de aprovação em CP: 2025-09-23