

Hidrogénio e Sistemas de Armazenamento de Energia

1. Designação da unidade curricular (1.000 carateres).

[4020] Hidrogénio e Sistemas de Armazenamento de Energia / Hydrogen and Energy Storage Systems

2. Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).

E – Engenharia

3. Duração (100 carateres).

28 horas

4. Horas de trabalho (100 carateres).

108 horas

5. Horas de contacto (100 carateres).

TP: 28 horas

6. % Horas de contacto a distância

Sem horas de contacto à distância

7. ECTS (100 carateres).

4,0 ECTS

8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres).

[1255] João Lagarto (0h)

9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).

Rui Costa Neto (28h)

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 carateres).

Serão examinados os conceitos sobre o hidrogénio com vetor energético (e matéria-prima) e sobre os diversos sistemas de armazenamento de energia elétrica e térmica, com ênfase serão apresentados em detalhe os vários sistemas de armazenamentos de energia. Serão sempre tidos em conta os aspetos técnico-económicos e maximização de eficiência energética nos vários sistemas de armazenamento de energia.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students). (1.000 characters).

Concepts relating to hydrogen as an energy vector (and raw material) and various electrical and thermal energy storage systems will be examined, with a focus on presenting the various energy storage systems in detail. Technical and economic aspects and maximizing energy efficiency in the various energy storage systems will always be taken into account.

11. Conteúdos programáticos (1.000 carateres).

1. Fundamentos de Armazenamento Energia.
2. Armazenamento de Energia Térmica.
3. Reações Químicas Reversíveis
4. Armazenamento de Energia em Combustíveis Orgânicos
5. Armazenamento de Energia Mecânica
6. Armazenamento de Energia Eletromagnética
7. Armazenamento de Hidrogénio e as Pilhas de Combustível

8. Estações de abastecimento de hidrogénio para a mobilidade sustentável
9. O hidrogénio como vetor energético para descarbonizar a rede de gás natural
10. Armazenamento de Energia Eletroquímica
11. Eficiência Energética entre as várias formas de armazenamento de Energia.
12. Considerações sobre a escolha dos vários sistemas de armazenamento.
13. Sistemas de potência para Armazenamento de Energia
14. Efeitos do armazenamento de energia em regimes transientes em sistemas de potência.
15. Aspetos económicos associados ao Armazenamento de Energia.
16. O hidrogénio com matéria-prima para os combustíveis sustentáveis para a aviação.

11. Syllabus (1.000 characters).

1. Fundamentals of Energy Storage.
2. Thermal Energy Storage.
3. Reversible Chemical Reactions
4. Energy Storage in Organic Fuels
5. Mechanical Energy Storage
6. Electromagnetic Energy Storage
7. Hydrogen Storage and Fuel Cells
8. Hydrogen Refueling Stations for Sustainable Mobility
9. Hydrogen as an Energy Carrier for Decarbonizing the Natural Gas Network
10. Electrochemical Energy Storage
11. Energy Efficiency among the various forms of Energy Storage.
12. Considerations on the choice of various storage systems.
13. Power Systems for Energy Storage
14. Effects of energy storage on transient regimes in power systems.
15. Economic aspects associated with energy storage.
16. Hydrogen as a raw material for sustainable aviation fuels.

12. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 carateres).

São abordados os principais sistemas com hidrogénio e outros sistemas de armazenamento de energia, térmica e elétrica e efetuados exercícios práticos e resolução de problemas reais ao armazenamento. Serão efetuados dimensionamentos de sistemas de armazenamento para implementação em soluções energéticas reais.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).

The main hydrogen systems and other thermal and electrical energy storage systems are covered, and practical exercises and real-world storage problems are solved. Storage systems will be dimensioned for implementation in real energy solutions.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico (1000 carateres).

A metodologia de ensino basear-se-á numa articulação entre a exposição teórica sistemática e a aplicação prática imediata. Nas sessões teórico-práticas, recorre-se ao método expositivo assistido por suportes visuais (slides), assegurando uma transmissão estruturada de conceitos avançados e o enquadramento normativo/técnico necessário.

A aprendizagem é consolidada através da resolução dirigida de exercícios e problemas-tipo, que mimetizam situações reais encontradas no exercício profissional. Esta abordagem permite ao estudante de pós-graduação dominar os algoritmos de cálculo e as ferramentas analíticas fundamentais.

Será promovida a interatividade através da discussão de casos práticos durante a resolução dos exercícios, incentivando o raciocínio crítico sobre os resultados obtidos. A autonomia é reforçada pela disponibilização de

problemas para resolução independente, apoiada por tutoria, garantindo a eficácia na aquisição de competências técnicas especializadas.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model (1.000 characters).

The teaching methodology will be based on a combination of systematic theoretical exposition and immediate practical application. In the theoretical-practical sessions, the expository method will be used, assisted by visual aids (slides), ensuring a structured transmission of advanced concepts and the necessary regulatory/technical framework.

Learning is consolidated through the guided resolution of exercises and typical problems that mimic real situations encountered in professional practice. This approach allows postgraduate students to master calculation algorithms and fundamental analytical tools.

Interactivity will be promoted through the discussion of practical cases during the resolution of exercises, encouraging critical thinking about the results obtained. Autonomy is reinforced by the availability of problems for independent resolution, supported by tutoring, ensuring effectiveness in the acquisition of specialized technical skills.

14. Avaliação (1000 carateres).

A avaliação é composta por um exame teórico, no final do módulo curricular.

14. Assessment (1.000 characters).

The assessment consists of a theoretical exam at the end of the curriculum module.

15. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 carateres).

Com o exame teórico individual, pretende-se aferir da interiorização dos principais conceitos.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).

With individual theoretical exam, it is intended to assess the acquisition of the main concepts.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 carateres).

- Sistemas de armazenamento de Energia, Rui Costa Neto Slides de apoio.
- Armin U. Schmiegel, "Energy Storage Systems: System Design and Storage Technologies", Oxford University Press, 2023,

17. Observações.