
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[3889] Fontes de Energia Renovável / Renewable Energy Sources

1.2 Sigla da área científica em que se insere

EE

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

121h 30m

1.5 Horas de contacto

Total: 45h 00m das quais T: 22h 30m | TP: 22h 30m

1.6 ECTS

4.5

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1795] Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

Conhecer as fontes de energia renovável disponíveis. Caracterizar a disponibilidade de energia de cada uma delas e as tecnologias disponíveis para o seu aproveitamento.

Conhecer os fundamentos da economia da energia e avaliar a viabilidade técnico-económica de instalações de energias renováveis isoladas e integradas na rede de energia elétrica.

Conhecer os principais aspetos de enquadramento legal das energias renováveis e a política energética envolvente.

Conhecer e utilizar ferramentas para estimativa de recursos de fontes de energia renovável.

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

Know the available renewable energy sources. Characterize the availability of energy and the most used technologies.

Knowing the basics of energy saving and evaluate the technical and economic feasibility of renewable energy installations, isolated and integrated into the electrical network.

Know the main aspects of the legal framework for renewable energy and energy policy aspects.

Know and use tools for estimating resources from renewable energy sources.

5. Conteúdos programáticos

VISÃO EUROPEIA E PLANOS NACIONAIS

Objectivos e Política Europeia

Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC)

ASPETOS ECONÓMICOS DA PRODUÇÃO DE ENERGIA DESCENTRALIZADA

1.1. Custos da energia elétrica

1.2. Avaliação de projetos de investimento

2. FORMAS, CONVERSÃO E UTILIZAÇÃO DA ENERGIA

2.1. Energia térmica em energia mecânica

2.2 Energia mecânica em energia térmica

2.3. Energia química em energia elétrica - pilhas de combustível

2.4. Energia elétrica em energia térmica ? refrigeração termoelétrica

3. ENERGIA SOLAR

3.1. Caracterização da radiação solar

3.2. Solar térmico e ciclos térmicos

3.3. Solar fotovoltaico

4. ENERGIA EÓLICA

4.1 Energia eólica *onshore*

4.2 Energia eólica *offshore*

5. OUTRAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

5.1. Energia hidroelétrica

5.2. Energia das marés e das ondas

5.4. Energia geotérmica

6. SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EM PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA

6.1. Bombagem

6.2. Baterias

6.3. Volantes de inércia

6.4. Supercondensadores

6.5. Bobinas supercondutoras

6.6. Hidrogénio

7 - Ligação à rede (PdE)

5. Syllabus

EU VISION

- OBJECTIVES

- NATIONAL PLANS (PNEC)

1. ECONOMIC ASPECTS OF DECENTRALIZED ENERGY PRODUCTION

1.1. Electricity costs

1.2. Evaluation of investment projects

2. FORMS, CONVERSION AND USE OF ENERGY

2.1. thermal energy into mechanical energy

2.2. mechanical energy into thermal energy

2.3. chemical energy into electrical energy - fuel cells

2.4. electrical energy into thermal energy - thermoelectric cooling

3. SOLAR ENERGY

3.1. Characterization of solar radiation

3.2. Thermal solar

3.3. Solar photovoltaic

4. WIND ENERGY

4.1 Onshore

4.2 Offshore

5. OTHER SOURCES OF RENEWABLE ENERGY

5.1. Hydroelectric power

- 5.2. Tidal energy
- 5.3. Wave energy
- 5.4. Geothermal energy
- 6. ENERGY STORAGE SYSTEMS IN DECENTRALIZED PRODUCTION
 - 6.1. Pumping storage
 - 6.2. Battery storage
 - 6.3. Flywheels
 - 6.4. supercapacitors
 - 6.5. superconducting coils
 - 6.6. Hydrogen
- 7 Connection to the grid

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

São apresentadas todas as fontes de energia renovável relevantes e caracterizada a disponibilidade de energia de cada uma delas bem como as tecnologias disponíveis para o seu aproveitamento.

São apresentados os fundamentos da economia da energia e introduzidas as metodologias para avaliação da viabilidade técnico-económica de instalações de energias renováveis isoladas e integradas na rede de energia elétrica.

São apresentados os principais aspetos de enquadramento legal das energias renováveis e a política energética envolvente.

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

Contains all relevant renewable energy sources and characterized the availability of energy each and technologies available for your use.

The methodologies to assess the technical and economic feasibility of renewable energy facilities, isolated and integrated into the electricity network the fundamentals of energy economics are presented and introduced.

The main aspects of the legal framework for renewable energy and the surrounding energy policy are presented.

**7. Metodologias de ensino
(avaliação incluída)**

A unidade curricular é ministrada em aulas teóricas e teórico-práticas.

A avaliação é Distribuída com Exame Final, todas as componentes de avaliação são pedagogicamente fundamentais:

- Componente teórica (NT), obtida por teste global durante o período letivo ou, em alternativa, por exame final;
- Componente teórico-prática (NTP), obtida pela realização de um trabalho de pesquisa e utilização de software para estudo do recurso solar com apresentação e discussão oral;
- Classificação Final (NF), obtida por $NF = 85\%NT + 15\%NTP$;
- Classificações mínimas em linha com plasmado no RPAC.

**7. Teaching methodologies
(including assessment)**

The curricular unit is taught in theoretical and theoretical-practical classes.

The assessment is distributed with final exam, all evaluation components are pedagogically essential:

- Theoretical component (NT), obtained by writing one global test or, alternatively, by writing a final exam;
- Theoretical-practical component (NTP), obtained by carrying out a theoretical-practical work with oral discussion;
- Final grade (NF), obtained by $NF = 85\%NT + 15\%NTP$;
- Minimum grades in accordance with the RPAC regulation.

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

Os exercícios específicos e os casos de estudo abordam os principais temas da matéria lecionada nas aulas teóricas e teórico-práticas, designadamente sobre:

- Necessidades de consumo e diagramas de carga;
- Cálculos de insolação ? energia solar disponível;
- Dimensionamento de sistemas solares-térmicos; Estudo de uma central de solar concentrado.
- Interpretação dos parâmetros dos painéis fotovoltaicos para o dimensionamento de aproveitamentos de energia elétrica;
- Determinação de curvas de distribuição de velocidades médias de vento e cálculo de energias esperadas para turbinas eólicas específicas;
- Determinação de curvas de duração de caudais e cálculo de energias esperadas para turbinas hídricas específicas.
- Estimativa da produção de energia das ondas e marés

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

The specific exercises and the case studies cover the main themes of the subject taught in theoretical and theoretical-practical classes, namely on:

- Consumption requirements and load diagrams;
- Sun radiation assessment - available solar energy; Study of a concentrated solar power plant.
- Design of solar-thermal systems;
- Parameter interpretation of photovoltaic panels for the design of electric energy generation;
- Determination of mean wind velocity distribution curves and calculation of expected energy production for specific wind turbines;
- Determination of flow duration curves and calculation of expected energy production for specific hydraulic turbines.
- Estimation of wave and tidal energy production

9. Bibliografia de

consulta/existência obrigatória

- Fontes de Energia Renovável (Texto de apoio da UC). Fernando Nunes, 2021.

- Alireza Khaligh and Omer C. Onar. Energy harvesting: solar, wind, and ocean energy conversion systems. Taylor and Francis Group, 2010

- Erich Hau. Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application and Economics. Springer-Verlag, 2013.

- Gilbert M. Masters. Renewable and efficient electric power systems. John Wiley & Sons, 2nd ed., 2013.

- João T. Pinho e Marco A. Galdino, Editores. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. CEPEL/Eletrabras CRESEB, 2014.

- Klaus Jäger, Olindo Isabella, Arno H.M. Smets, René A.C.M.M. van Swaaij and Miro Zeman. Solar Energy. Delft University of Technology, 2014.

- Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher and Andreas Wiese. Renewable Energy: Technology, Economics and Environment. Springer-Verlag, 2007.

- Nicu Bizon, Hossein Shayeghi and Naser M. Tabatabaei, Editors. Analysis, Control and Optimal Operations in Hybrid Power Systems. Springer-Verlag, 2013.

10. Data de aprovação em CTC 2024-07-17

11. Data de aprovação em CP 2024-06-26