
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[3302] Produção de Energia Elétrica / Energy Production and Management

1.2 Sigla da área científica em que se insere

EE

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

162h 00m

1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais T: 22h 30m | TP: 22h 30m | P: 22h 30m

1.6 ECTS

6

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1026] Rui José Oliveira Nóbrega Pestana

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

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

A disciplina de Produção de Energia Elétrica pretende, através da abordagem teórica e da simulação e análise computacional de redes de produção e transporte de energia eléctrica e de perturbações reais, introduzir os alunos nas questões electrotécnicas da produção de energia eléctrica, em particular nos problemas da regulação de frequência, da regulação da tensão e da estabilidade de redes, procurando garantir que os alunos adquiram competências científicas, técnicas, profissionais e comunicacionais, nestes domínios. Pretende ainda sensibilizar e preparar os alunos para os importantíssimos desafios nestes domínios que as novas tecnologias de produção de energia eléctrica trouxeram, a nível europeu.

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

The Electrical Power Production curricular unit intends to introduce pupils, through a theoretical approach as well as through computer simulation and analysis of real generation and transmission electrical grids and disturbances, inside the electrical questions of the power production, specially the problems of frequency and voltage regulation and grid stability, trying to ensure that pupils learn professional, technical and communicational skills in these domains. Intends also to prepare pupils for the important challenges in this domain that new generation technologies brought, at european level.

5. Conteúdos programáticos

PRODUÇÃO HIDRÁULICA

- Armazenamento de energia
- Energia hidroelétrica

*REGULAÇÃO DE FREQUÊNCIA

- Principais tipos de carga
- Diagrama de funcionamento PQ
- Funcionamento de um grupo turboalternador alimentando uma rede isolada ou uma rede de potência infinita
- Regulação automática da frequência e da potência ativa
- Requisitos técnicos de regulação de frequência do Código Europeu para ligação de geradores RfG

REGULAÇÃO DE TENSÃO

- Regulação automática da tensão e da potência reactiva
- Regulação da tensão por injeção de potência reactiva
- Regulação de tensão por injeção de uma tensão adicional
- Comparação das soluções condensadores paralelo ou condensadores série
- Requisitos técnicos de regulação de tensão do Código Europeu para ligação de geradores RfG

ESTABILIDADE DE REDES

- Estabilidade em regime estacionário
- Estabilidade em regime transitório
- Requisitos técnicos de estabilidade do Código Europeu para ligação de geradores RfG

5. Syllabus

HYDRAULIC PRODUCTION

- Energy storage
- Hydroelectric power

FREQUENCY ADJUSTMENT

- Main types of cargo
- PQ operating diagram
- Operation of a turbo-alternator group feeding an isolated network or an infinite power network
- Automatic regulation of frequency and active power
- Technical requirements for frequency regulation of the European Code for connecting RfG generators

VOLTAGE REGULATION

- Automatic regulation of voltage and reactive power
- Voltage regulation by injection of reactive power
- Voltage regulation by injection of an additional voltage
- Comparison of parallel capacitor or series capacitor solutions
- Technical requirements for voltage regulation of the European Code for connecting RfG generators

NETWORK STABILITY

- Steady-state stability
- Stability in transient regime
- Technical stability requirements of the European Code for connection of RfG generators

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

Os conteúdos programáticos da unidade curricular, foram desenvolvidos pelo responsável da disciplina que possui o Título de Especialista em Energia e que tem uma larga experiência profissional no âmbito da produção de energia eléctrica, tendo procurado adequar os conteúdos programáticos aos objetivos da unidade curricular, tendo presente a especificidade atribuída ao ensino politécnico no RJIES e consequentemente, sem descuidar a componente científica, desenvolver as matérias mais relevantes em termos técnicos e profissionais.

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

Contents of the curricular unit were developed by the unit responsible, who obtained the Specialist Title in Energy and who has a wide professional experience in the field of power production, and tried to adequate the contents of the curricular unit to the main objectives, having in mind the specificity of the polytechnic degree mentioned in the RJIES and consequently, taking care of the scientific component, developed also the most relevant contents in technical and professional terms.

7. Metodologias de ensino
(avaliação incluída)

A unidade curricular é lecionada em aulas teóricas (1,5h), teórico-práticas (1,5h) e práticas (1,5h).

As aulas práticas consistem na modelização progressiva de uma rede de produção e transporte de energia elétrica com dados reais e na simulação e análise de fenómenos lecionados na componente teórica, utilizando o programa de simulação de redes elétricas PSS/E da Siemens ? PTI.

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

- Componente teórica (NT), obtida pela realização de um teste global ou, em alternativa, de um exame final, nota mínima de 9,50 valores;
- Componente prática (NP), obtida pela realização de 3 trabalhos práticos em grupo, respetivos relatórios e discussão oral, com nota mínima de 8,00 valores em cada trabalho e média mínima de 9,50 valores;
- Classificação final (NF), obtida por $NF=65\%NT+35\%NP$, nota mínima de 9,50 valores.

7. Teaching methodologies
(including assessment)

The curricular unit is taught in theoretical (1.5h), theoretical-practical (1.5h) and practical (1.5h) classes.

The practical classes consist of the progressive modeling of an electrical energy production and transport network with real data and the simulation and analysis of phenomena taught in the theoretical component, using the PSS/E electrical network simulation program from Siemens ? PTI.

The assessment is distributed with a Final Exam, all evaluation components are pedagogically fundamental:

- Theoretical component (NT), obtained by taking a global test or, alternatively, a final exam, minimum grade of 9.50;
- Practical component (NP), obtained by carrying out 3 practical group assignments, respective reports and oral discussion, with a minimum grade of 8.00 in each assignment and a minimum average of 9.50;
- Final classification (NF), obtained by $NF=65\%NT+35\%NP$, minimum grade of 9.50.

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

Os trabalhos desenvolvidos e avaliados na componente prática da disciplina pretendem precisamente permitir a aplicação prática real e profissional dos conteúdos programáticos, garantindo que a totalidade dos objetivos de aprendizagem propostos para a unidade curricular são atingidos.

Programa dos Trabalhos Práticos:

1. Simulação de uma rede de produção e transporte de energia eléctrica real em regime estacionário, utilizando o módulo ?Powerflow? do programa PSS/E, e análise de problemas no planeamento da produção e de uma rede de transporte de energia eléctrica.
2. Simulação de uma rede de produção e transporte de energia eléctrica real em regime dinâmico, utilizando o módulo ?Dynamics? do programa PSS/E, e análise de problemas na regulação de frequência na produção e transporte de energia eléctrica. Apresentação oral conjunta dos 1º e 2º trabalhos e discussão dos mesmos.
3. Simulação de uma rede de produção e transporte de energia eléctrica real em regime dinâmico, utilizando o módulo ?Dynamics? do programa PSS/E, e análise de problemas de regulação de tensão, estabilidade e proteção contra curto-circuitos na produção e transporte de energia eléctrica.

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

Works developed and evaluated in the practical component of the curricular unit intend precisely allowing the real practical and professional application of the contents, making sure that the whole learning proposed objectives for the curricular unit are reached.

Practical program:

1. Simulation of a real generation and transmission electrical network in steady-state, using the ?Powerflow? module of the PSS/E software, and analysis of generation and grid planning problems.
2. Dynamic simulation of a real generation and transmission electrical network, using the ?Dynamics? module of the PSS/E software, analyzing frequency regulation problems in the generation and transmission of electricity. Oral presentation and discussion of this work.
3. Dynamic simulation of a real generation and transmission electrical network, using the ?Dynamics? module of the PSS/E software, analyzing voltage regulation, grid stability and protection against short-circuits problems in the generation and transmission of electricity.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. J. P. Sucena Paiva, *Redes de Energia Eléctrica: Uma Análise Sistémica*, IST Press, 2005
2. O.I. Elgerd, *Electric Energy Systems Theory*, McGraw-Hill, 1983
3. P.M. Anderson, A.A. Fouad, *Power System Control and Stability*, IEEE Press, 2003
4. J. Ramage, *Guia da Energia*, Monitor, 2003
5. P. Kundur, *Power System Stability and Control*, EPRI, 1994
6. *European Network Code Requirements for Generators*, ENTSO-E, 2016
7. F. Chagas Gomes, *Folhas de PTE*, AEISEL (Manual), 2003



ISEL
INSTITUTO SUPERIOR DE
ENGENHARIA DE LISBOA

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Produção de Energia Elétrica
Licenciatura em Engenharia Electrotécnica
2024-25

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

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