

Ficha de Unidade Curricular (FUC)

1. Caracterização da Unidade Curricular.

1.1. Designação da unidade curricular

Qualidade de Energia Elétrica - QEE

1.2. Sigla da área científica em que se insere

EE

1.3. Duração

1 Semestre

1.4. Horas de trabalho

162h

1.5. Horas de contacto

T:22,5 TP: 22,5 PL:22,5

1.6. ECTS

6

1.7. Observações

2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher nome completo)

Paulo José Duarte Landeiro Gambôa

3

3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Miguel Cabral Ferreira Chaves

1,5

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

- Aquisição de conhecimentos na área da Qualidade de Energia Elétrica;
- Aquisição de competências para permitir auditar e diagnosticar problemas de Qualidade de Energia Elétrica;
- Usar soluções preventivas e reparadoras para mitigar problemas de Qualidade de Energia Elétrica;
- Analisar e interpretar as regulamentações e normas aplicáveis à Qualidade de Energia Elétrica.

5. Conteúdos programáticos

Programa Teórico e Teórico-Prático:

- Qualidade de Energia Eléctrica: conceitos, definições, indicadores e custos;
- Perturbações causadas por sistemas de conversão comutada;
- Tipos de deformações da forma de onda da corrente e tensão;
- Soluções preventivas e reparadoras;
- Monitorização;
- Regulamentação e normas de Qualidade de Energia Eléctrica: EN50160, IEC61000, IEC62040, IEEE Std 519-2014, Regulamento de Qualidade de Serviço (RQS);
- Sistemas de Armazenamento de Energia.

Programa dos Trabalhos Laboratoriais:

As aulas laboratoriais acompanham o programa teórico e teórico-prático, permitindo assim ao aluno provar e desenvolver os conceitos tratados nas aulas teóricas. São efectuados exercícios de aplicação sobre os temas leccionados nas aulas teóricas, bem como trabalhos de desenvolvimento, que necessitam de competências a desenvolver pelo aluno:

- Cálculo da FFT;
- Harmónicas no sector dos serviços;
- Harmónicas no sector industrial;
- Harmónicas de corrente e de tensão;
- Mitigação de harmónicas de corrente;
- Harmónicas na compensação passiva do factor de potência, na presença de cargas não lineares;
- Compensação de cavas de tensão usando a energia girante de uma máquina síncrona;
- Ensaio em laboratório de cargas não lineares com utilização do Analisador de Qualidade de Energia Eléctrica.

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

- Utilização de programas de simulação numérica (Matlab/Simulink), com os respetivos modelos matemáticos, para reproduzir os principais tipos de deformação da onda de tensão e da onda de corrente e algumas soluções reparadoras;
- Apresentação e discussão com os alunos de casos práticos;
- Principais indicadores, exemplos obtidos experimentalmente e o seu enquadramento na Regulamentação em vigor.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

- Aulas teóricas ministradas com recurso a acetatos em PowerPoint, simulações numéricas e apresentação de artigos científicos;
- Aulas teóricas/práticas de resolução de problemas, interpretação dos resultados e discussão de soluções;
- Aulas práticas em laboratório com recurso ao software Matlab/Simulink para modelização e simulação de casos concretos. Ensaio de demonstração em laboratório;
- Avaliação dos trabalhos laboratoriais, com apresentação de relatórios e respectiva discussão individual, com a nota individual mínima de cada trabalho de oito (8) valores e a média dos trabalhos, no mínimo, nove vírgula cinco valores (9,5) (P);
- Teste Final durante o período de aulas, com a nota mínima de nove vírgula cinco valores (9,5) (T);
- Exames (Época Normal, Época de Recurso e Época Especial), com a nota mínima de nove vírgula cinco valores (9,5) (T);
- A classificação final é obtida por: $2/3 \times T + 1/3 \times P$.

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

- As aulas práticas em laboratório com recurso ao software Matlab/Simulink permitem a simulação de problemas de qualidade de energia eléctrica bem como algumas soluções reparadoras. Em laboratório contacto e exemplos de equipamento para monitorizar alguns tipos de problemas de qualidade de energia eléctrica;
- Em aulas teórico-prático resolução matemática de problemas tipo permitindo quantificar os principais indicadores de qualidade de energia eléctrica. Discussão em turma dos resultados obtidos e sua interpretação.

9. Bibliografia principal

- Fernando Alves da Silva, *“Qualidade de Energia Eléctrica”*, Textos de apoio;
- Fernando Alves da Silva, *“Guias dos Trabalhos Laboratoriais”*;
- Paulo Gambôa, *“Qualidade de Energia Eléctrica”*, Textos de apoio;
- EDP, *“Manual da Qualidade da Energia Eléctrica”*, EDP, Dezembro 2005.
- Roger C. Dugan, Mark F. McGranaghan, Surya Santoso, H. Wayne Beaty, *“Electrical Power System Quality”*, MacGraw Hill, 2003, ISBN: 0-07-138622-X.
- Math H.J. Bollen, M., *“Understanding Power Quality Problems”*, Wiley-Interscience, 2000, ISBN 0-7803-4713-7.
- Bhim Singh, Ambrish Chandra, Kamal Al-Haddad, *“Power Quality Problems and Mitigation Techniques”*, John Wiley and Sons Ltd, ISBN:9781118922057, 2015.
- Jaroslaw Guzinski, Haitham Abu-Rub, Patryk Strankowski, *“Variable Speed AC Drives with Inverter Output Filters”*, Wiley, ISBN: 978-1-118-78289-7, 2015.
- Suresh Mikkili, Anup Kumar Panda, *“Power Quality Issues: Current Harmonics”*, CRC Press, ISBN 9781498729628, 2015.
- Ali Emadi, Abdolhosein Nasiri, Stoyan B. Bekiarov, *“Uninterruptible Power Supplies and Active Filters”*, CRC Press, ISBN 9780849330353, 2004.
- Alexander Kusko, Marc T. Thompson, *“Power Quality in Electrical Systems”*, The McGraw-Hill Companies, Inc, ISBN: 9780071470759, 2007.
- Ewald Fuchs and Mohammad A. S. Masoum, *“Power Quality in Power Systems and Electrical Machines”*, Elsevier Inc, ISBN: 978-0-12-800782-2, 2015.
- Francisco Díaz-González, Andreas Sumper, Oriol Gomis-Bellmunt, *“Energy Storage in Power Systems”*, John Wiley & Sons, Ltd., ISBN:9781118971321, 2016.