



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

COURSE OUTLINE

CÓDIGO / COURSE CODE :		COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE : Requisitos de Acesso de Parques Eólicos e Solares / Wind and Solar Farm Access Requirements		
UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE / ORGANIZATION : Faculdade de Engenharia Elétrica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Faculty of Electrical Engineering - Postgraduate Program in Electrical Engineering				SIGLA / ACRONYM : FEELT - PPGEELT
CH TOTAL TEÓRICA / LECTURE HOURS : 45 horas / 45 hours	CH TOTAL PRÁTICA / LABORATORY HOURS : 0 horas / 0 hours	CH TOTAL / TOTAL HOURS : 45 horas / 45 hours	CRÉDITOS / CREDITS : 3	TIPO / TYPE: Optativa / Elective
Curso / Degree : Mestrado e Doutorado / Master and PhD		Requisito / Requirement : Sem requisitos / No Requirements		

1. OBJETIVOS / STUDY GOALS

A presente disciplina tem por objetivo apresentar a fundamentação sobre a problemática dos estudos de acesso de parques eólicos, fazendas fotovoltaicas, consumidores livres e distribuidoras, de uma forma geral cargas com características diferenciadas visando a conexão destes na rede básica do sistema elétrico nacional. O conteúdo da disciplina se apresenta com destaque aos indicadores de desempenho atrelados à Qualidade da Energia Elétrica e, neste contexto, serão contemplados temas associados com os fundamentos físicos próprios à matéria, as normas e procedimentos aplicáveis, os métodos de análise e recursos computacionais em prática no Brasil, em que pese os fenômenos: distorções harmônicas, desequilíbrios e flutuações de tensão.

This subject aims to present the basis for the problem of access studies for wind farms, photovoltaic farms, free consumers, and distributors, in general, loads with different characteristics to connect them to the basic network of the national electrical system. The content of the course is presented with emphasis on performance indicators linked to the Power Quality and, in this context, topics associated with the physical foundations specific to the subject, applicable standards and procedures, analysis methods, and computational resources in practice will be covered in Brazil, regarding the phenomena: harmonic distortions, unbalances, and voltage fluctuations.

2. EMENTA / COURSE CONTENTS

Caracterização das estruturas físicas e modelagem das unidades de geração e consumidores especiais. Documentos normativos nacionais e internacionais atrelados com os requisitos de acesso. Recursos computacionais aplicáveis aos estudos de acesso e correlatos à análise dos indicadores de qualidade. Técnicas para agregação de fatores de influência. Medidas mitigadoras aplicáveis.

Characterization of physical structures and modeling of generation units and special consumers. National and international normative documents linked to access requirements. Computational resources applicable to access studies and related to the analysis of quality indexes. Techniques for aggregating influencing factors. Applicable mitigating measures.

3. PROGRAMA / PROGRAM

1. Revisão do Submódulo dos Procedimentos de Rede do ONS concernente à Qualidade da Energia Elétrica.

2. Princípios gerais da geração eólica de energia elétrica.

3. Modelagem e simulações de aerogeradores (DFIG e Full Converter) e também de parques eólicos.

4. Princípios gerais da geração fotovoltaica de energia elétrica, modelagem e simulações.

5. Apresentação sintética dos principais tópicos dos Procedimentos de Rede do ONS vinculados com o acesso às instalações de transmissão e também com critérios para estudos.

6. Nota Técnica 009/2016 do ONS – Lugar Geométrico e representação das redes.

7. Nota Técnica 009/2016 do ONS – Estudos de Harmônico e Flutuação de Tensão.

8. Nota Técnica 009/2016 do ONS – Campanhas de Medição.

9. Visão geral do Software HarmZs.

10. Apresentação de estudos de acesso de parques eólicos, fazendas fotovoltaicas e fornos a arco.**11. Apresentação de estudos vinculado a análise de flicker em parques eólicos e fornos a arco.****12. Análise do fluxograma das campanhas de medição e discussão geral sobre a Nota Técnica vigente.****13. Tópicos gerais pertinentes.**

13.1. Técnicas de agregação, capacidade de hospedagem, propagação de distúrbios, estratégias de mitigação, FACTS, correntes harmônicas não-características, compartilhamento de responsabilidades, e controle de conversores.

1. Review of the ONS Network Procedures Submodule concerning the Power Quality.**2. General principles of wind electricity generation.****3. Modeling and simulations of wind turbines (DFIG and Full Converter) and wind farms.****4. General principles of photovoltaic electricity generation, modeling, and simulations.****5. Synthetic presentation of the main topics of the ONS Network Procedures linked to access to transmission facilities and also with criteria for studies.****6. ONS Technical Note 009/2016 – Geometric Place and representation of networks.****7. ONS Technical Note 009/2016 – Harmonic and Voltage Fluctuation Studies.****8. ONS Technical Note 009/2016 – Measurement Campaigns.****9. HarmZs Software Overview.****10. Presentation of access studies for wind farms, photovoltaic farms and arc furnaces.****11. Presentation of studies linked to flicker analysis in wind farms and arc furnaces.****12. Analysis of the flowchart of measurement campaigns and general discussion on the current Technical Note.****13. Relevant general topics.**

13.1 Aggregation techniques, hosting capacity, disturbance propagation, mitigation strategies, FACTS, non-characteristic harmonic currents, responsibility sharing, and converter control.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK

1. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Nota Técnica 009/2016:** Instruções para realização de estudos e medições de QEE relacionados aos novos acessos à Rede Básica para parques eólicos, solares e consumidores livres. Brasília - DF: ONS, 2016.

2. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Nota Técnica 009/2016 - Revisão 2:** Instruções para realização de estudos e medições de QEE relacionados aos acessos à Rede Básica ou nos barramentos de fronteira com a Rede Básica para parques eólicos, solares, consumidores livres e distribuidoras. Brasília - DF: ONS, 2018.

3. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Nota Técnica 009/2016 - Revisão 3:** Instruções para realização de estudos e medições de QEE relacionados aos acessos à Rede Básica ou nos barramentos de fronteira com a Rede Básica para parques eólicos, solares, consumidores livres e distribuidoras. Brasília - DF: ONS, 2019.

1. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Nota Técnica 009/2016:** Instruções para realização de estudos e medições de QEE relacionados aos novos acessos à Rede Básica para parques eólicos, solares e consumidores livres. Brasília - DF: ONS, 2016.

2. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Nota Técnica 009/2016 - Revisão 2:** Instruções para realização de estudos e medições de QEE relacionados aos acessos à Rede Básica ou nos barramentos de fronteira com a Rede Básica para parques eólicos, solares, consumidores livres e distribuidoras. Brasília - DF: ONS, 2018.

3. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Nota Técnica 009/2016 - Revisão 3:** Instruções para realização de estudos e medições de QEE relacionados aos acessos à Rede Básica ou nos barramentos de fronteira com a Rede Básica para parques eólicos, solares, consumidores livres e distribuidoras. Brasília - DF: ONS, 2019.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING

1. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Procedimentos de Rede:** Submódulo 2.8. Gerenciamento dos indicadores de qualidade de energia elétrica da Rede Básica. Brasília - DF: ONS, 2016.

2. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Procedimentos de Rede:** Módulo 3. Acesso às instalações de transmissão. Brasília - DF: ONS, 2016.

3. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Procedimentos de Rede:** Módulo 23: Critérios para estudos. Brasília - DF: ONS, 2016.

4. IEEE. **IEEE-PES Task Force on Harmonics Modeling and Simulation Website.** Disponível em: <http://grouper.ieee.org/groups/harmonic/simulate/download.htm>. Acesso em: 16 Jul. 2020. (*Online*).

5. DUGAN, R. C.; McGRANAGHAN, M. F.; SANTOSO, S.; BEATY, H. W. **Electrical Power Systems Quality.** Estados Unidos: McGraw-Hill, 1996.

6. GIANESINI, B. M.; SANTOS, I. N.; RIBEIRO, P. F. Comparison of Methods for Determining Harmonic Distortion Contributions Using the IEEE Benchmark Test System. **IEEE Transactions on Power Delivery**, v. 38, n. 4 - p. 2398-2407, 2023. DOI: 10.1109/TPWRD.2023.3242942.

7. SANTOS, I. N.; OLIVEIRA, J. C.; SANTOS, A. C. Dominant impedance method to assign harmonic voltage contributions at a point of common coupling. **International Transactions on Electrical Energy Systems**, v. 31, n. 6 - p. e12895: 1-16, 2021. DOI: 10.1002/2050-7038.12895.

1. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Procedimentos de Rede: Submódulo 2.8. Gerenciamento dos indicadores de qualidade da energia elétrica da Rede Básica**. Brasília - DF: ONS, 2016.

2. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Procedimentos de Rede: Módulo 3. Acesso às instalações de transmissão**. Brasília - DF: ONS, 2016.

3. ONS - Operador Nacional do Sistema. **Procedimentos de Rede: Módulo 23: Critérios para estudos**. Brasília - DF: ONS, 2016.

4. IEEE. **IEEE-PES Task Force on Harmonics Modeling and Simulation Website**. Disponível em: <http://grouper.ieee.org/groups/harmonic/simulate/download.htm>. Acesso em: 16 Jul. 2020. (Online).

5. DUGAN, R. C.; McGRANAGHAN, M. F.; SANTOSO, S.; BEATY, H. W. **Electrical Power Systems Quality**. Estados Unidos: McGraw-Hill, 1996.

6. GIANESINI, B. M.; SANTOS, I. N.; RIBEIRO, P. F. Comparison of Methods for Determining Harmonic Distortion Contributions Using the IEEE Benchmark Test System. **IEEE Transactions on Power Delivery**, v. 38, n. 4 - p. 2398-2407, 2023. DOI: 10.1109/TPWRD.2023.3242942.

7. SANTOS, I. N.; OLIVEIRA, J. C.; SANTOS, A. C. Dominant impedance method to assign harmonic voltage contributions at a point of common coupling. **International Transactions on Electrical Energy Systems**, v. 31, n. 6 - p. e12895: 1-16, 2021. DOI: 10.1002/2050-7038.12895.

6. APROVAÇÃO / APPROVAL

Ficha de Disciplina homologada na 366ª Reunião Ordinária do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

Curricular Component approved at 366th Regular Board Meeting of the Postgraduate Program in Electrical Engineering.

PROF. DR. LUIZ CARLOS GOMES DE FREITAS

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Head of the Postgraduate Program in Electrical Engineering
Portaria de Pessoal UFU Nº 3675, de 30 de Junho de 2023

PROF. DR. SÉRGIO FERREIRA DE PAULA SILVA

Diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica
Director of the Faculty of Electrical Engineering
Portaria de Pessoal UFU Nº 1225, de 31 de Março de 2021



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Carlos Gomes de Freitas, Coordenador(a)**, em 02/02/2024, às 13:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5155113** e o código CRC **CDE6AAFD**.