UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

COURSE OUTLINE

CÓDIGO / COURSE CODE :		**COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE :** Modelagem e programação aplicados em estudos de sistemas elétricos de potência / Modeling and programming applied in studies of electrical power systems		
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 / hours	**CH TOTAL PRÁTICA / LABORATORY HOURS :** 0 horas / hours	**CH TOTAL / TOTAL HOURS :** 45 horas / 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

Objetivo Geral:

Apresentar modelos matemáticos de elementos e estudos em sistemas elétricos de potência, além de ferramentas capazes de organizar e traduzir esses modelos em código de programação de computador.

Objetivos Específicos:

1. Compreender os principais modelos de equipamentos estáticos e dinâmicos do sistema elétrico relacionados aos estudos na área de dinâmica de sistemas elétricos;

2. Implementação computacional em código de computador dos principais modelos matemáticos dos equipamentos estáticos e dinâmicos;

3. Compreender e implementar computacionalmente os principais estudos na área de dinâmica de sistemas elétricos: fluxo de potência, fluxo de potência continuado e análise no domínio do tempo;

4. Apresentar ao a estrutura e requisitos de um simulador de um sistema elétrico de potência.

Main goal:

Present mathematical models of elements and studies in electrical power systems, as well as tools capable of organizing and translating these models into computer programming code.

Specific goals:

1. Understand the main models of static and dynamic equipment of the electrical system related to studies in the area of electrical system dynamics;

2. Computational implementation in computer code of the main mathematical models of static and dynamic equipment;

3. Understand and computationally implement the main studies in the area of electrical system dynamics: power flow, continuous power flow and time domain analysis;

4. Present the structure and requirements of an electrical power system simulator.

2. EMENTA / COURSE CONTENTS

Análise de sistemas elétricos de potência: fluxo de potência, fluxo de potência continuado, análise no domínio do tempo. Modelos estáticos e dinâmicos de elementos de sistemas elétricos de potência: elementos de fluxo de potência, cargas, máquinas síncronas e de indução, dispositivos *FACTS* (*Flexible AC Transmission System*).

Analysis of electrical power systems: power flow, continuation power flow, time domain analysis. Static and dynamic models of electrical power system elements: power flow elements, loads, synchronous and induction machines, FACTS devices (Flexible AC Transmission System).

3. **PROGRAMA / PROGRAM**

1.Fluxo de potência.

1.1 Formulação do problema de fluxo de potência.

1.2 Equações do fluxo de potência.

1.3 Métodos numéricos de solução do fluxo de potência.

1.3.1 Método de Gauss-Seidel.

1.3.2 Métodos de Newton-Raphson e suas derivações.

2.Estabilidade de Tensão.

2.1 Estabilidade de tensão.

2.2 Formulação do problema do fluxo de potência continuado.

2.3 Curvas P-V e Curvas P-λ.

2.4 Vetor tangente e parâmetro de continuação.

2.5 Preditor-corretor.

2.6 Jacobiana aumentada e passo automático.

3.Estabilidade Eletromecânica.

3.1 Modelos dinâmicos para a análise no domínio do tempo.

3.2 Máquinas síncronas.

3.3 Cargas.

3.4 Motor de indução.

3.5 Faltas e chaveamentos.

3.6 Estabilidade de sistemas multimáquinas.

1.Power flow.

1.1 Formulation of the power flow problem.

1.2 Power flow equations.

1.3 Numerical power flow solution methods.

1.3.1 Gauss-Seidel method.

1.3.2 Newton-Raphson methods and their derivations.

2.Voltage Stability.

2.1 Voltage stability.

2.2 Formulation of the continuation power flow problem.

2.3 P-V Curves and P-λ Curves.

2.4 Tangent vector and continuation parameter.

2.5 Predictor-corrector.

2.6 Augmented Jacobian and automatic step.

3.Electromechanical Stability.

3.1 Dynamic models for time domain analysis.

3.2 Synchronous machines.

3.3 Loads.

3.4 Induction motor.

3.5 Faults and switches.

3.6 Stability of multi-machine systems.

4. **BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK**

1. MILANO, Federico. **Power system modelling and scripting**. 1 ed. [*S.l.*]: Springer Science & Business Media, 2010. 558 p.

2. ARRILLAGA, Jos; WATSON, N. R. **Computer modelling of electrical power systems**. 1 ed. [*S.l.*]: Wiley, 2001. 384 p. ISBN 0471872490.

3. KUNDUR, Prabha S.; MALIK, Om. P. **Power system stability and control**. 2. ed. [*S.l.*]: McGraw-Hill Education, 2022. 1721 p.

4. MILANO, Federico; MANJAVACAS, Álvaro O. **Frequency Variations in Power Systems:** Modeling, State Estimation, and Control. 1 ed. [*S.l.*]: John Wiley & Sons, 2020. 338 p.

5. OLIVEIRA, Thales L. **Software PSP-UFU:** Plataforma de Sistemas de Potência. v2023.

1. MILANO, Federico. **Power system modelling and scripting**. 1 ed. [*S.l.*]: Springer Science & Business Media, 2010. 558 p.

2. ARRILLAGA, Jos; WATSON, N. R. **Computer modelling of electrical power systems**. 1 ed. [*S.l.*]: Wiley, 2001. 384 p. ISBN 0471872490.

3. KUNDUR, Prabha S.; MALIK, Om. P. **Power system stability and control**. 2. ed. [*S.l.*]: McGraw-Hill Education, 2022. 1721 p.

4. MILANO, Federico; MANJAVACAS, Álvaro O. **Frequency Variations in Power Systems:** Modeling, State Estimation, and Control. 1 ed. [*S.l.*]: John Wiley & Sons, 2020. 338 p.

5. OLIVEIRA, Thales L. **Software PSP-UFU:** Plataforma de Sistemas de Potência. v2023.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING

1. GUO, Wanying *et al*. AI-Oriented Smart Power System Transient Stability: The Rationality, Applications, Challenges and Future Opportunities. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 56, p. 102990, 2023.

2. DANISH, Mir Sayed Shah *et al*. A recap of voltage stability indices in the past three decades. **Energies**, v. 12, n. 8, p. 1544, 2019.

3. OLIVEIRA, Thales L. *et al*. Power system education and research applications using free and open-source, graphical and multiplatform PSP-UFU software. **The International Journal of Electrical Engineering & Education**, v. 60, n. 1, p. 62-86, 2023.

4. AJJARAPU, Venkataramana; CHRISTY, Colin. The continuation power flow: a tool for steady state voltage stability analysis. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 7, n. 1, p. 416-423, 1992.

5. THURNER, Leon et al. Pandapower — an open-source Python tool for convenient modeling, analysis, and optimization of electric power systems. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 33, n. 6, p. 6510-6521, 2018.

1. GUO, Wanying *et al*. AI-Oriented Smart Power System Transient Stability: The Rationality, Applications, Challenges and Future Opportunities. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 56, p. 102990, 2023.

2. DANISH, Mir Sayed Shah *et al*. A recap of voltage stability indices in the past three decades. **Energies**, v. 12, n. 8, p. 1544, 2019.

3. OLIVEIRA, Thales L. *et al*. Power system education and research applications using free and open-source, graphical and multiplatform PSP-UFU software. **The International Journal of Electrical Engineering & Education**, v. 60, n. 1, p. 62-86, 2023.

4. AJJARAPU, Venkataramana; CHRISTY, Colin. The continuation power flow: a tool for steady state voltage stability analysis. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 7, n. 1, p. 416-423, 1992.

5. THURNER, Leon et al. Pandapower — an open-source Python tool for convenient modeling, analysis, and optimization of electric power systems. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 33, n. 6, p. 6510-6521, 2018.

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 13:44, 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 **5153694** e o código CRC **B0105935**.

Referência: Processo nº 23117.007375/2024-74 SEI nº 5153694