



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	Dinâmica de Sistemas Elétricos II							
Unidade Ofertante:	Faculdade de Engenharia Elétrica							
Código:	EL015		Período/Série:		Não se aplica		Turma:	Geraldo Caixeta Guimarães
Carga Horária:					Natureza:			
Teórica:	45h	Prática:	0	Total:	45h	Obrigatória: ()	Optativa: (X)	
Professor(A):	Geraldo Caixeta Guimarães					Ano/Semestre:	2025/2	
Observações:	1- Cursos: Mestrado / Doutorado 2- Área de concentração: Sistemas de Energia Elétrica 3- Linha de Pesquisa: Sistemas Elétricos de Potência 4- Segunda-feira, das 09h50 às 12h20 5- Bloco 7A, Sala Vermelha 6- Contato: gcaixeta@ufu.br							

2. EMENTA

- I. Operação do sistema sob condições anormais de frequência.**
- II. Comportamento do sistema elétrico quando sujeito a sobrecargas.**
- III. Modelagem de cargas.**
- IV. Rejeição de carga.**
- V. Análise de estabilidade e colapso de tensão.**
- VI. Modelagem de carga para análise de estabilidade de tensão.**
- VII. Estudos dinâmicos de um sistema elétrico de potência sob diferentes distúrbios.**

3. JUSTIFICATIVA

O conteúdo programático desta disciplina compreende a parte II do contexto geral de Dinâmica de Sistemas Elétricos, sendo de suma importância para os interessados em pesquisas afins ao tema. Nesta parte são examinadas as características de vários componentes do sistema de potência durante as condições normais e anormais de operação, analisando seus efeitos sobre o desempenho geral do sistema. Depois, são considerados todos os aspectos relacionados a modelagem de cargas estáticas e dinâmicas em função da tensão e/ou frequência. É então analisado a dinâmica de um sistema elétrico quando submetido a sobrecargas, identificando a necessidade ou não de um esquema de Alívio de Cargas. Além disso, é também estudado o fenômeno da Estabilidade de Tensão de um sistema elétrico. Finalmente, para consolidação dos conceitos teóricos, simulações computacionais

são realizadas com um sistema elétrico.

4. OBJETIVO

Objetivo Geral:

Abordar a operação do sistema elétrico em condições anormais, considerando as modelagens das cargas em função da tensão e da frequência. Analisar o fenômeno de estabilidade de tensão e seus requisitos de modelagem.

Objetivos Específicos:

- (i) Realizar a implementação computacional de um sistema elétrico de potência para avaliar o comportamento dinâmico do sistema após a ocorrência de diversos tipos de perturbações;
- (ii) Repetir as análises com vários modelos de cargas para compreender os diferentes efeitos destas no comportamento dinâmico do sistema elétrico.
- (iii) Identificar a necessidade ou não de rejeição (corte) de carga para estabilizar um sistema elétrico de potência em estudos dinâmicos de perdas de geração.

5. PROGRAMA

1. Operação do sistema sob condições anormais de frequência

- 1.1. Operação de Turbinas a Vapor Durante Condições Anormais de Frequências
- 1.2. Operação das Cargas sob Condições Anormais de Frequências
- 1.3. Operação dos Equipamentos Auxiliares de uma Planta a Vapor sob Condições Anormais de Frequências

2. Comportamento do sistema elétrico quando sujeito a sobrecargas

- 2.1. Condições de Operação de um Sistema
- 2.2. Equação de Balanço do Sistema
- 2.3. Sobrecarga do Sistema
- 2.4. Efeitos da Variação da Frequência nos Torques da Carga e da Geração
- 2.5. Exercícios Desconsiderando os Efeitos da Frequência
- 2.6. Exercícios Considerando os Efeitos da Frequência

3. Modelagem de cargas

- 3.1. Escolha de Representação: Cargas Tipo Impedância Constante, Motores Síncronos e Motores de Indução
- 3.2. Modelos Padrões para Representação de Cargas em Função da Tensão
- 3.3. Equação Quadrática para Modelagem de Carga
- 3.4. Características de Carga para uma Subestação
- 3.5. Efeito da Variação da Frequência sobre as Cargas
- 3.6. Considerações Finais.

4. Rejeição de carga

- 4.1. Requisitos Básicos para Rejeição de Carga
- 4.2. Esquema Sistemático para Rejeição de Carga

- 4.3. Carga Total para Rejeição ou Desligamento
- 4.4. Frequência Mínima para Rejeição de Carga
- 4.5. Número de Estágios e Fração da Carga para Rejeição por Estágio
- 4.6. Ajuste da Frequência para Cada Estágio
- 4.7. Relé de Frequência: Relés Estático e Eletromecânico
- 4.8. Relé que Opera pela Taxa de Variação da Frequência
- 4.9. Relé Direcional de Potência

5. Análise de estabilidade de tensão

- 5.1. Modelagem Matemática do Fenômeno de Colapso de Tensão
- 5.2. Influências de Controladores de Tensão e Cargas no Colapso de Tensão
- 5.3. Coeficientes de Sensibilidade à Estabilidade de Tensão

6. Modelagem de carga para análise de estabilidade de tensão

- 6.1. Termos Referentes à Modelagem de Carga
- 6.2. Tipos de Representação para Cargas Estáticas e Dinâmicas
- 6.3. Representação por Modelo Convencional
- 6.4. Representação por Modelo Exponencial Convencional
- 6.5. Representação por Modelo Exponencial Estendido
- 6.6. Representação por Modelo Polinomial
- 6.7. Representação Dinâmica da Carga
- 6.8. Cálculo da Frequência de uma Barra de Carga
- 6.9. Exemplos de Simulações com Diversas Representações de Carga

7. Estudos dinâmicos de um sistema elétrico de potência sob diferentes distúrbios

- 7.1. Análises de perda de geração sem/com rejeição de carga;
- 7.2. Análises de curto-circuito trifásico com diferentes modelos de cargas;
- 7.3. Análises de partidas de grandes motores de indução.

6. METODOLOGIA

Todas as aulas referentes ao atual componente curricular serão ministradas na forma presencial obrigatória para discentes regulares e simultaneamente na forma remota/síncrona para discentes regulares do Programa que estão desenvolvendo atividades acadêmicas fora da sede (doutorado sanduíche, pesquisa, entre outros) desde que devidamente justificado e autorizado pelo orientador. Para isto observa-se o seguinte:

- 1) Será utilizado preferencialmente o Microsoft Teams e, na sua impossibilidade, outra plataforma como o Google Meet;
- 2) Haverá obrigatoriedade de utilização de câmera e/ou áudio (microfone) por parte dos alunos para facilitar perguntas/respostas e controle de frequência por parte do professor;
- 3) Haverá verificação da assiduidade dos discentes em todas as aulas;
- 4) As aulas híbridas síncronas ocorrerão nos dias e horários ajustados com a secretaria da Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Neste período letivo, todas as aulas estão agendadas para às **segundas-feiras, das 09:50 às 12:20 h.**

Os meios de avaliação serão os seguintes:

- 1) Uma única prova que será aplicada somente de forma presencial, havendo permissão de consulta apenas ao material ministrado em aula.
- 2) Um trabalho de simulação computacional para cada aluno que deverá ser feito ao longo do período letivo.

O material didático será apresentado na primeira aula sendo também disponibilizado para ser baixado meio de um link do Google Drive da disciplina.

O atendimento ao(s) aluno(s) fora das aulas síncronas será realizado tanto de forma presencial quanto remota, sendo que nesta última modalidade poderá ser empregado e-mails, aplicativos de mensagens ou reuniões individuais através das plataformas Microsoft Teams ou Google Meet, em horários específicos a serem definidos.

Para o pleno acompanhamento das atividades a serem desenvolvidas, o discente necessitará:

1. Participar das aulas híbridas ministradas com auxílio de datashow;
2. Utilizar de computador para realização de simulações computacionais;

Utilizar de calculadora científica para resolução de exercícios propostos ao longo do curso e para resolução de problemas da prova.

7. AVALIAÇÃO

O processo de avaliação individual será baseado em **duas** estratégias:

· Uma Prova Com Consulta:

Todos os alunos receberão uma prova com questões propostas pelo professor referentes ao conteúdo dos capítulos I a III acima. As resoluções das questões serão individuais.

Valor da prova: **50,0 pontos**

Duração da prova: **2,5 h ou 150 minutos**

Data prevista para a prova: **A ser combinada com os alunos..**

· Um Trabalho de Simulação Computacional

Todos os alunos deverão fazer o download do software PSP-UFU e seguir as orientações do professor para realização deste trabalho de Trabalho de Dinâmica de Sistemas Elétricos II que visa contemplar todo o conteúdo ministrado.

Salienta-se que cada aluno terá casos específicos para simular e analisar. No final do semestre letivo, cada aluno deverá montar um relatório com todo o seu trabalho, gerar um arquivo em pdf e enviar para o professor por meio eletrônico, havendo posteriormente uma entrevista individual com o professor sobre o trabalho feito.

Valor do trabalho: **50,0 pontos**

Data prevista para entrega do trabalho: **A ser combinada com os alunos.**

Data de entrevista individual: **A ser marcada após a entrega do Trabalho.**

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

ANDERSON, P.M. & FOUAD, A.A. **Power System Control and Stability**. 2nd Edition IEEE Press Series on Power Engineering, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2003.

KUNDUR, Prabha S.; MALIK, OM P. **Power System Stability and Control**, Second Edition, McGraw-Hill Education, 2022.

TAYLOR, C.W., **Power System Voltage Stability**, EPRI, Power System Engineering Series, McGraw-Hill, 1994.

Complementar

GLOVER, J.D., SARMA, M.S. and OVERBYE, T.J. **Power System Analysis and Design**. Fourth Edition. Thomson Learning. 2008.

MARCHOWSKI, Jan; BIALEK, Janusz W., BUMBY, James R. **Power System Dynamics**. Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd. 2008

OLIVEIRA, T.L. **Software PSP-UFU: Plataforma de Sistemas de Potência**. 2022.
https://github.com/Thales1330/PSP/releases/download/2020w24a-beta/PSPUFU_x86_32_VC.exe



Documento assinado eletronicamente por **Geraldo Caixeta Guimarães, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/06/2025, às 18:10, 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 **6454806** e o código CRC **F2336865**.