

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

<b>DISCIPLINA:</b> Dinâmica de Sistemas de Potência	<b>CÓDIGO:</b> PPGEL0001
<b>DOCENTE RESPONSÁVEL:</b> Wesley Peres	

**Validade:** Período Letivo de 2024/01.

**Carga Horária:** 60 horas-aula

**Créditos:** 04

**Área de Concentração:** Sistemas Elétricos

### EMENTA

Revisão da teoria de geradores. Revisão da ferramenta de fluxo de potência. Estabilidade angular de sistemas elétricos (modelo clássico). Controle de frequência. Modelo de geradores síncronos para simulação dinâmica. Estabilidade de um sistema máquina barra infinita (modelo completo). Sistemas de excitação. Estabilizadores de sistemas de potência. Modelo multimáquinas para estudo de estabilidade a pequenas perturbações. Diferentes tipos de estabilizadores de sistemas de potência.

### OBJETIVOS

Os conteúdos abordados na disciplina possuem a finalidade de fazer com que o aluno seja capaz de: compreender os conceitos de estabilidade em sistemas elétricos de potência; identificar e projetar os principais componentes associados ao sistema de excitação das máquinas síncronas; compreender o problema de estabilidade a pequenas perturbações em sistemas elétricos de potência.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

#### Divisão do Conteúdo

#### Capítulo 1: Conceitos Básicos e Revisão

- Conceitos de Estabilidade
- Revisão sobre Fluxo de Potência
- Revisão sobre Geradores Síncronos

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

### **Capítulo 2: Estabilidade Angular Transitória**

- Equação de Oscilação
- Estabilidade Transitória
- Simulação Não Linear

### **Capítulo 3: Estabilidade Angular a Pequenas Perturbações (Modelo Clássico)**

- Linearização do Sistema de Equações Algébrico-Diferencial
- Estabilidade de um Sistema Máquina Barra Infinita
- Estabilidade de Sistemas Multimáquinas
- Análise Modal

### **Capítulo 4: Modelo Dinâmico da Máquina Síncrona**

- Sistemas de Referência
- Modelos de 3ª e 4ª Ordem
- Modelo de Simulação Não Linear

### **Capítulo 5: Estabilidade em um Sistema Máquina Barra Infinita**

- Conceituação do Problema de Estabilidade a Pequenas Perturbações
- Modelo de Heffron-Phillips
- Modelagem no Domínio do Tempo e da Frequência
- Análise dos Torques de Amortecimento e de Sincronização

### **Capítulo 6: Sistemas de Excitação**

- Princípios adotados no Ajuste
- Modelos Padronizados

### **Capítulo 7: Estabilizadores de Sistemas de Potência**

- Embasamento Teórico
- Ajuste usando o Método da Função GEP(s)
- Ajuste usando Teoria de Controle Clássico

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

### Capítulo 8: Modelo Multimáquinas para o Estudo de Estabilidade a Pequenas Perturbações

- Modelo Linearizado e 3ª e 4ª Ordem
- Análise Modal
- Modelo Não Linear de 3ª e 4ª Ordem

### Capítulo 9: Tipos de Estabilizadores

- Estabilizadores Convencionais
- Estabilizadores Modernos Multibanda

### Capítulo 10: Controle de Frequência

- Modelos para Estudos do Controle de Frequência
- Reguladores de Velocidade
- Controle Primário de Frequência
- Controle Suplementar de Carga e Frequência

## METODOLOGIA E RECURSOS COMPLEMENTARES

### PÁGINA PESSOAL DO DOCENTE NO DOMÍNIO DA UFSJ:

<https://ufsj.edu.br/wesleyperes/ensino.php>

### METODOLOGIA

Nos encontros presenciais (60 horas/aula): será discutido o conteúdo e os alunos farão exercícios de fixação de conteúdo. O período letivo terá duração de 15 semanas e cada aula terá duração de 4 horas/aula.

### CONTROLE DE FREQUÊNCIA

O aluno deve ter, no mínimo, 75% de presença (mínimo de 12 presenças no curso de 15 dias de atividades presenciais).

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

#### DIVISÃO DE PONTOS

São propostas as seguintes atividades avaliativas:

- i. **Lista de Exercícios (LE):** de natureza teórica e/ou computacional, serão disponibilizadas e entregues via plataforma *Campus Virtual* (Portal Didático da UFSJ) e Cópia Impressa.
- ii. **Prova Teórica (PR):** de natureza teórica (incluindo cálculo) a ser realizada em sala de aula com todo o conteúdo ao final da disciplina.

A divisão de pontos consta na Tabela a seguir:

Tipo de Avaliação	Total de Atividades	Valor por Atividade	Total
Lista de Exercícios (LE)	2 (Duas)	2,0	4,0
Prova Teórica (PR)	2 (Duas)	3,0	6,0

#### REQUISITOS DA DISCIPLINA

- i. Para a prova é obrigatório trazer calculadora científica;
- ii. Para a resolução das demais atividades (listas) os alunos deverão utilizar calculadora científica, computador com *software* de sua preferência para auxílio nos cálculos bem como os *softwares* indicados pelo docente;
- iii. Nas atividades de fixação durante as aulas os alunos poderão utilizar calculadora científica ou computador com *software* de sua preferência para auxílio nos cálculos;
- iv. Para a preparação do seminário os alunos deverão utilizar computadores com *software* de sua preferência para auxílio nos cálculos bem como os *softwares* indicados pelo docente.

#### CRITÉRIOS PARA APROVAÇÃO

Para aprovação, o aluno deverá alcançar os critérios mínimos de pontuação **E** frequência:

- i. **Frequência:** o aluno deverá desenvolver (entregar no prazo), no mínimo, 75% das 6 atividades avaliativas (mínimo de cinco atividades).
- ii. **Pontuação:** o aluno deverá obter 60% da Nota Final ( $NF \geq 6,0$ ) calculada

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

pela soma simples da notas obtidas nas atividades.

### OBSERVAÇÕES FINAIS

1. Faltas não são abonadas (somente casos previstos na jurisdição);
2. Não serão aplicadas atividades substitutivas;
3. Atividades de segunda chamada devem ser tratadas na coordenadoria que comunicará ao docente. A aplicação de segunda chamada está condicionada à justificativas previstas na jurisdição.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. KUNDUR, P., Power System Stability and Control, 1ª Edição, McGraw-Hill, 1994.
2. ANDERSON, P.M., FOUAD, A.A., Power System Control and Stability, Wiley – IEEE Press, 2ª Edição, 2002.
3. CHAPMAN, S. J., Electric Machinery Fundamentals, 5ª Edição, McGraw-Hill, 2012.
4. OGATA, K., Engenharia de Controle Moderno, 4ª Edição, Pearson, 2007.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. PERES, W., Notas de Aula: Dinâmica de Sistemas Elétricos, Universidade Federal de São João del-Rei, 2023. As notas de aula serão disponibilizadas via a plataforma *Campus Virtual* (Portal Didático) e foram elaboradas com base na bibliografia básica da disciplina.
2. Dissertações, Teses e Publicações Científicas.

### Assinaturas

**Prof. Wesley Peres**  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de São João del-Rei

**Prof. Marco Aurélio de Oliveira  
Schroeder**  
Coordenador do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Elétrica  
UFSJ/CEFET-MG