



Serviço Público Federal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Pró-Reitoria de Ensino

DISCIPLINA: Sistemas de Energia	
Vigência: a partir de 2021/2	Período letivo: 7º semestre
Carga horária total: 60 h	Código: EE.421
Ementa: A disciplina de Sistemas de Energia apresenta a estrutura de sistemas elétricos de potência e seus principais componentes, descrevendo a sua evolução histórica e suas principais características no Brasil e no mundo. Aborda-se à modelagem e análise dos efeitos transitórios e de regime permanente que ocorrem em sistemas elétricos de potência, qualificando os alunos para as disciplinas relacionadas com a área de sistemas de energia, em especial, às eletivas de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia. Capacita-se os alunos à concepção e utilização de programas computacionais para análise de sistemas elétricos de potência, preparando os alunos para o mercado de trabalho no setor elétrico.	

Conteúdos

UNIDADE I – Introdução aos Sistemas de Potência

- 1.1 Evolução dos sistemas elétricos de potência
- 1.2 Componentes básicos e seus modelos
- 1.3 Entidades do setor elétrico brasileiro
- 1.4 Características do sistema elétrico brasileiro

UNIDADE II – Representação dos Sistemas de Potência

- 2.1 Aspectos gerais
- 2.2 Modelo elétrico de uma máquina síncrona
- 2.3 Transformador ideal
- 2.4 Circuito equivalente de um transformador real
- 2.5 Autotransformador
- 2.6 Grandezas por unidade
- 2.7 Impedância por unidade em circuitos com transformadores
- 2.8 Impedância por unidade de transformadores de três enrolamentos
- 2.9 Diagrama unifilar
- 2.10 Diagramas de impedâncias e reatâncias



Serviço Público Federal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Pró-Reitoria de Ensino

UNIDADE III – Cálculo de Redes

- 3.1 Aspectos gerais
- 3.2 Equivalência de fontes
- 3.3 Equações nodais
- 3.4 Partição de matrizes
- 3.5 Eliminação de nós pela álgebra matricial
- 3.6 Matriz admitância e impedância de barra
- 3.7 Modificação de uma matriz impedância de barra já existente
 - 3.7.1 Caso 1: Adição de um ramo a partir de uma nova barra p até à barra de referência
 - 3.7.2 Caso 2: Adição de um ramo a partir de uma nova barra p até uma barra existente k
 - 3.7.3 Caso 3: Adição de um ramo a partir de uma barra existente k até a barra de referência
 - 3.7.4 Caso 4: Adição de um ramo entre duas barras já existentes, j e k
- 3.8 Determinação direta da matriz impedância de barra

UNIDADE IV – Fluxo de Potência

- 4.1 Introdução
- 4.2 Formulação genérica do problema
 - 4.2.1 Formulação nodal: considerações
 - 4.2.2 Classificação das barras
 - 4.2.3 Fluxo de potência e perdas nas linhas de transmissão
 - 4.2.4 Simplificações das equações de fluxo de potência
 - 4.2.5 Escolha das estimativas iniciais
 - 4.2.6 Critérios de convergência
- 4.3 Método iterativo de Gauss-Seidel
 - 4.3.1 Formulação matemática
 - 4.3.2 Algoritmo iterativo



Serviço Público Federal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Pró-Reitoria de Ensino

4.4 Método iterativo de Newton-Raphson

4.4.1 Formulação matemática

4.4.2 Algoritmo iterativo

4.5 Fluxo de potência linearizado ou fluxo de carga CC

4.5.1 Linearização

4.5.2 Formulação nodal

UNIDADE V – Falhas Trifásicas Simétricas

5.1 Introdução

5.2 Transitórios em circuitos RL série

5.3 Correntes de curto-circuito e reatâncias das máquinas síncronas

5.4 Tensões internas e máquinas com carga sob condições transitórias

5.5 Matriz impedância de barra para cálculo de faltas

5.6 Potência aparente de curto-circuito

5.7 Seleção de disjuntores e tipos de corrente de curto-circuito

5.7.1 Procedimento simplificado de cálculo

UNIDADE VI – Componentes Simétricos

6.1 Introdução

6.2 Fasores assimétricos a partir dos componentes simétricos

6.3 Operadores

6.4 Componentes simétricos de fasores assimétricos

6.5 Defasagem dos componentes simétricos em bancos de transformadores em Y- Δ

6.6 Potência em função dos componentes simétricos

6.7 Impedâncias de sequência e circuitos de sequência

6.8 Redes de sequência para geradores em vazio

6.9 Impedâncias de sequência para linhas de transmissão

6.10 Impedâncias de sequência para cargas estáticas



Serviço Público Federal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Pró-Reitoria de Ensino

6.11 Impedâncias de sequência para transformadores trifásicos

UNIDADE VII – Faltas Assimétricas

7.1 Introdução

7.2 Faltas em geradores em vazio

7.2.1 Falta entre fase e terra

7.2.2 Falta entre fase e fase

7.2.3 Falta entre duas fases e terra

7.3 Faltas assimétricas em sistemas de potência

7.3.1 Falta entre fase e terra

7.3.2 Falta entre fase e fase

7.3.3 Falta entre duas fases e terra

7.4 Interpretação das redes de sequência interconectadas

7.5 Análise de faltas assimétricas usando a matriz impedância

UNIDADE VIII – Operação Econômica de Sistemas de Potência

8.1 Introdução

8.2 Distribuição da carga entre as unidades de uma mesma central

8.3 Perdas na transmissão em função da geração central

8.4 Distribuição de carga entre centrais

8.5 Controle automático de geração

UNIDADE IX – Estabilidade de Sistemas de Potência

9.1 Introdução

9.2 O Problema da Estabilidade

9.3 Dinâmica do Rotor e Equação de Oscilação

9.4 Equação Potência-Ângulo

9.5 Critério da Igualdade de Área para a Estabilidade

9.6 Aplicações Adicionais ao Critério da Igualdade de Áreas

9.7 Estudos de Estabilidade para Sistemas Multimáquinas: Estudo Clássico

9.8 Solução da Curva de Oscilação



Serviço Público Federal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Pró-Reitoria de Ensino

9.9 Fatores que Afetam a Estabilidade Transitória

Bibliografia básica

GRAINGER, John. J.; STEVENSON, JR. William D. **Power System Analysis**. New York: McGraw-Hill, 1994.

POWELL, L. **Power System Load Flow Analysis**. New York: McGraw-Hill, 2005.

CHAPMAN, S. J. **Electric Machinery and Power System Fundamentals**. Boston: McGraw-Hill, 2002.

Bibliografia complementar

GRIGSBY, Leonard L. **Electric Power Generation, Transmission, and Distribution**. 3rd. ed. Boca Raton: CRC Press, 2012.

MILLER, Robert H; MALINOWSKI, James H. **Power System Operation**. 3rd. ed. Boston: McGraw-Hill, 1994.

SCHLABBACH, Jurgen; ROFALSKI, Karl-Heinz. **Power System Engineering: Planning, Design and Operation of Power Systems and Equipment**. Weinheim: Wiley-Vch, 2008.

GONEN, Turan. **Electric Power Transmission System Engineering Analysis and Design**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.

BLACKBURN, J. Lewis. **Symmetrical Components for Power Systems Engineering**. Boca Raton: CRC Press, 1993.

WHITAKER, Jerry C. **AC Power Systems Handbook**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press: Taylor & Francis, 2007.