



Serviço Público Federal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Pró-Reitoria de Ensino
Campus Pelotas
Curso de Engenharia Elétrica

DISCIPLINA: Sistemas de Energia	
Vigência: a partir de 2007/1	Período Letivo: 7º semestre
Carga Horária Total: 60h	Código: EE.421
Ementa: Estrutura de sistemas elétricos de potência. Centrais elétricas convencionais. Análise de linhas de transmissão. Representação dos sistemas de potência. Introdução ao cálculo de fluxo de potência. Introdução a sistemas de distribuição.	

Conteúdos

UNIDADE I – Introdução a Sistemas de Energia Elétrica

- 1.1 Estrutura geral de sistemas de potência
- 1.2 Estudos relacionados a sistemas elétricos
- 1.3 História dos sistemas elétricos
- 1.4 A estrutura e dados gerais do sistema elétrico brasileiro

UNIDADE II – Centrais Elétricas Convencionais

- 2.1 Centrais hidrelétricas
 - 2.1.1 Turbinas hidráulicas
 - 2.1.2 Geradores síncronos
 - 2.1.3 Aspectos operacionais
- 2.2 Centrais termelétricas
 - 2.2.1 Turbinas a vapor
 - 2.2.2 Geradores síncronos
 - 2.2.3 Aspectos operacionais

UNIDADE III – Análise de Linhas de Transmissão

- 3.1 Introdução
- 3.2 Fatores envolvidos em projetos de linhas de transmissão
- 3.3 Materiais e ferragens utilizados em linhas de transmissão
- 3.4 Determinação de parâmetros das linhas de transmissão
 - 3.4.1 Resistência
 - 3.4.2 Indutância
 - 3.4.2.1 Indutâncias interna e externa de um condutor
 - 3.4.2.2 Indutância de linhas monofásicas
 - 3.4.2.3 Fluxo concatenado com um condutor de um grupo de condutores
 - 3.4.2.4 Indutância de linhas com condutores compostos
 - 3.4.2.5 Uso de tabelas
 - 3.4.2.6 Indutância de linhas trifásicas
 - 3.4.2.7 Condutores múltiplos por fase
 - 3.4.2.8 Linhas trifásicas de circuitos em paralelo
 - 3.4.3 Capacitância
 - 3.4.3.1 Diferença de potencial entre dois pontos



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

Curso de Engenharia Elétrica

3.4.3.2 Capacitância de linhas monofásicas

3.4.3.3 Influência do solo

3.4.3.4 Capacitância de linhas trifásicas

3.4.3.5 Linhas trifásicas de circuitos em paralelo

3.5 Modelagem de linhas de transmissão

3.5.1 Modelo detalhado para estudos transitórios

3.5.1.1 Análise de ondas viajantes

3.5.2 Modelo detalhado para estudos em regime permanente

3.5.2.1 Linhas longa, média e curta

3.5.2.2 Modelos PI e T

3.5.2.3 Quadripolos

3.5.3 Carregamento característico

3.5.4 Perfil de tensões

3.5.5 Limites térmico e de estabilidade

3.5.6 Fluxos de potência em linhas de transmissão

3.5.7 Transmissão em corrente contínua

3.5.7.1 Tipos de elos CC

3.5.7.2 Considerações sobre a transmissão em CC

3.5.7.3 Análise de custos

3.5.7.4 Conversores

UNIDADE IV – Representação dos sistemas de potência

4.1 O sistema por-unidade

4.2 Diagramas unifilares

4.3 Geradores síncronos

4.3.1 Configurações básicas e características construtivas

4.3.2 Operação em vazio e sob carga

4.3.3 Circuito equivalente

4.3.4 Característica potência-ângulo

4.3.5 Controles da máquina

4.3.6 Modelo da máquina síncrona de pólos salientes

4.3.7 Valores nominais de uma máquina síncrona

4.3.8 Curvas de capacidade

4.4 Transformadores de potência

4.4.1 Configurações básicas e características construtivas

4.4.2 Transformador monofásico

4.4.3 Autotransformador

4.4.4 Transformador trifásico

4.4.5 Transformadores de três enrolamentos

4.4.6 Transformadores com tap variável

4.4.7 Transformadores reguladores

4.4.8 Transformadores defasadores

4.4.9 Operação de transformadores em paralelo

4.4.10 Fluxos de potência em transformadores



Serviço Público Federal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Pró-Reitoria de Ensino
Campus Pelotas
Curso de Engenharia Elétrica

UNIDADE V – Introdução ao cálculo de fluxo de potência

- 5.1 Introdução
- 5.2 O problema do fluxo de potência
- 5.3 Formulação básica do problema de fluxo de potência
 - 5.3.1 Classificação dos tipos de barras
 - 5.3.2 Formulação nodal
- 5.4 Métodos de solução
 - 5.4.1 Método de Gauss-Seidel
 - 5.4.2 Método de Newton-Raphson
 - 5.4.3 Método de Newton desacoplado
 - 5.4.4 Método desacoplado rápido
- 5.5 Controles e limites

UNIDADE VI – Introdução a sistemas de distribuição

- 6.1 Estrutura geral de sistemas de distribuição
- 6.2 Cargas e fatores típicos da carga
- 6.3 Qualidade e confiabilidade da operação
- 6.4 Cálculo de fluxo de potência para redes de distribuição
 - 6.4.1 Método da rotação de eixos
 - 6.4.2 Métodos baseados em back-forward sweep
 - 6.4.3 Método dos momentos
- 6.5 Introdução problema do fluxo de potência trifásico
- 6.6 Automação da distribuição

Bibliografia básica:

- GRAINGER, J. J.; STEVENSON, JR. W. **Power System Analysis**. 5. ed. McGraw-Hill, 1994.
- POWELL, L. **Power System Load Flow Analysis**. McGraw-Hill, 2005.
- CHAPMAN, S. J. **Electric Machinery and Power System Fundamentals**. 1. ed. McGraw-Hill Trade, 2001.

Bibliografia complementar:

- GRIGSBY, L. L. (editor) **Electric Power Generation, Transmission, and Distribution**. 2. ed. CRC Press, 2007.
- MILLER, R.H; MALINOWSKI, H. J. **Power System Operation**. 3. ed. McGraw-Hill, 1994.
- KOTHARI, D.P. **Modern Power System Analysis**. McGraw-Hill, 2006.
- SCHLABBACH, J.; ROFALSKI, K. H. **Power System Engineering: Planning, Design and Operation of Power Systems and Equipment**. 1. ed. John Wiley Professional, 2008.
- GONEN, T. **Electrical Power Transmission System Engineering**. 2. ed. CRC Press, 2007.



Serviço Público Federal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
Pró-Reitoria de Ensino
Campus Pelotas
Curso de Engenharia Elétrica