



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CENTRO TECNOLÓGICO  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DISCIPLINA:	CARÁTER :			CÓDIGO:
<b>GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>	<b>OPTATIVA</b>			<b>TE - 05174</b>
CARGA HORÁRIA:	TEÓRICA	PRÁTICA	TOTAL	CR
<b>60</b>	<b>60</b>		<b>60</b>	<b>04</b>
PRÉ-REQUISITO:				CÓDIGO:
<b>SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA SISTEMA DE CONTROLE I CONVERSÃO DE ENERGIA II</b>				<b>TE - 05131 TE - 05054 TE - 05129</b>

EMENTA:

Características de um sistema gerador. Turbinas e reguladores de velocidade. Modelos de desempenho estático e dinâmico. Controle primário e controle secundário de áreas isoladas e interligadas. Controle de tensão e potência reativa. Avaliação de desempenho. Características e previsão de cargas. Centros de supervisão e controle.

PROGRAMA:

**CAPÍTULO 1: Características de um sistema gerador.** Componentes de um Sistema de Energia Elétrica; A Geração de Energia Elétrica (fontes de geração térmicas; fontes de geração não térmicas); A Transmissão de Energia Elétrica; A Distribuição de Energia Elétrica.

**CAPÍTULO 2: Turbinas e reguladores de velocidade.** Turbinas Térmicas (características gerais e determinação da potência das usinas térmicas; turbina térmica sem reaquecimento; turbina térmica com reaquecimento); Turbinas Hidráulicas (características gerais; determinação da função de transferência); A Regulação Própria do Sistema de Potência; Reguladores de Velocidade (regulador isócrono, integral, astático ou isódromo; regulador com queda de velocidade).

**BCAPÍTULO 3: Modelos de desempenho estático e dinâmico.** Introdução; Dinâmica do Rotor e Equação de Oscilação; Outras Considerações Sobre a Equação de Oscilação; Influência da Frequência na Potência Elétrica Consumida; Relação Entre a Constante de Inércia (M) e a Constante de Tempo de Inércia (H); Potência Elétrica Transmitida Entre Duas Máquinas; Coeficiente de Potência Sincronizante; Sistema Finito Interligado a um Grande Sistema (Barra Infinita).

**CAPÍTULO 4: Controle primário e controle secundário de áreas isoladas e interligadas.** A Regulação Primária (considerações iniciais; característica estática do regulador com queda de velocidade; estatismo; comportamento do controle primário carga x frequência para o caso de uma única área de controle; comportamento do controle primário carga x frequência para o caso de mais de uma área de controle; casos especiais); A Regulação Secundária (considerações iniciais; a regulação secundária de unidades geradoras; o controle suplementar de geração para o caso de uma única área de controle; o controle suplementar de geração para o caso de mais de uma área de controle; considerações adicionais sobre o "Bias" - casos especiais).

**CAPÍTULO 5: Controle da tensão e da potência reativa em sistemas de potência.** Considerações Iniciais; Relações Fundamentais Entre Tensão e Potência Reativa; O Controle da Tensão de Excitação (características dos sistemas de excitação; características de regime permanente do gerador com excitação constante; o controle automático de excitação); A Compensação de Potência Reativa (reatores e capacitores *shunt*; capacitores série; os compensadores estáticos; os compensadores síncronos; transformadores com *tap* variável).

**CAPÍTULO 6: Análise de desempenho dos sistemas.** Considerações Iniciais; O Erro de Tempo; O Intercâmbio Involuntário de Potência (o intercâmbio intencional de potência); Erro de Controle de Área x Energia Cinética Armazenada; Critérios Para a Avaliação do Desempenho dos Sistemas de Controle.

**CAPÍTULO 7: Características e previsão de cargas.** Considerações Iniciais (introdução; classificação das cargas; principais características das cargas ativas e das cargas reativas); Representação da Carga Com a Tensão (modelos simplificados de cargas elementares); Fatores Que Podem Influenciar no Comportamento da Carga; Modelos Completos Para a Representação da Carga (modelo polinomial; modelo exponencial); Métodos de Identificação da Representação da Carga.

**CAPÍTULO 8: Centros de supervisão e controle.** Introdução; O Subsistema de Aquisição de Dados; O Subsistema Computacional; As Interfaces Homem-Máquina; Outras Funções de um Centro de Supervisão e Controle; Os Estados de Operação do Sistema; Transições Entre os Estados do Sistema; O Sistema Elétrico da ELETRONORTE.

#### BIBLIOGRAFIA:

1- Vieira Filho, X., “*Operação de Sistemas de Potência com Controle Automático de Geração*”, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1984.

2- Souza, Z. de; Fuchs, R. D. e Santos, A. H. M., “*Centrais Hidro e Termelétricas*”, Edgard Blücher, São Paulo, 1983.

3- Taylor, C. W., “*Power System Voltage Stability*”, EPRI - Electric Power Research Institute - Power System Engineering Series, 1994.

4- Ribeiro, R. R. P., *Notas de Aula*, Universidade Federal do Pará, 1989.

5- Murty, P. S. R., “*Power System Operation and Control*”, TATA McGraw-Hill Publishing Company Limited, 1984.

6- Stevenson Jr., W. D., “*Elementos de Análise de Sistemas de Potência*”, McGraw-Hill, 2<sup>a</sup> edição em português, São Paulo, 1986.

7- Serra, S. T. F., “*Centros de Supervisão e Controle em Sistemas de Potência*”, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém, Fev. 1994.

8- Mússio, R. J. da C., “*Sistemas de Supervisão e Controle Centralizados em Tempo Real em Sistemas de Grande Porte*”, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém, 2<sup>o</sup> sem./ 1993.

9- Monticelli, A. J., “*Fluxos de Carga em Redes de Energia Elétrica*”, Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo, 1983.

10- Miller, T. J. E., “*Reactive Power Control In Electric Systems*”, John Wiley & Sons, 1982.

11- Hughes, F. M., “*Turbine Generator Dynamics and Control*”, University of Manchester - Institute of Science & Technology, Manchester - United Kingdom, 1988.

12- Gross, C. A., “*Power System Analysis*”, John Wiley and Sons, 2ª edição, New York, 1986.

13- Moura, C. C. M. de, “*Coordenação Hidrotérmica: uma Abordagem para o Problema Considerando as Perdas do Sistema de Transmissão*”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, 1996.

14- Moura, C. C. M. de; Brito, P. de C. da S. e Branco, T. da M. M., “*Planejamento de Sistemas de Energia: Aspectos Gerais da Expansão e da Operação*”, Relatório Técnico RT - 01/95/SP/CMEE/CT/UFPA - Dez. 1995.

15- Kundur, P., “*Power System Stability and Control*”, The EPRI Power System Engineering Series, McGraw-Hill, Inc. , 1994.

16- El-Hawary, M. E., “*Electrical Power Systems*”, Power Systems Engineering Series, IEEE Press, 1995.

17- Miller, R. H. and Malinowski, J. H., “*Power System Operation*”, Third Edition, McGraw-Hill, Inc. , 1994.

18- Moura, C. C. M. de e Brito, P. de C. da S., “*Sistemas de Energia Elétrica*”, Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica - Trabalho de Conclusão da Disciplina Planejamento de Sistemas de Potência, Universidade Federal do Pará, Dez. 1994.

19- Lima, W. J. F. de, “*Previsão a Curto Prazo de Cargas Ativas e Reativas em Tempo Real*”, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém, Mar. 1997.

APROVADO EM 1997

DEEC

Belém, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_