

EEL 7100 - OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA

1. Dados da Disciplina

- *Tipo:* Disciplina fundamental da área de Sistemas de Energia Elétrica;
- *Número de Créditos:* 04;
- *Carga horária:* Aulas teóricas - 66 hs; Provas - 06 hs, Total - 72 hs;
- *Pré-requisitos :* EEL 7071 - Introdução a Sistemas de Energia Elétrica.

2. Objetivos

Aprofundar o estudo de métodos e técnicas de análise da operação de sistemas de energia elétrica; introduzir métodos de programação da operação de sistemas de energia elétrica, considerando fontes de geração termelétrica, hidrelétrica e eólica; introduzir métodos de operação interligada de grandes redes elétrica e operação em tempo real de sistemas de energia elétrica.

3. Ementa

Estrutura e tipos de estudos de operação de Sistemas Elétricos de Potência; Despacho Econômico de unidades térmicas; consideração de perdas de transmissão; Alocação Ótima de Unidades Geradoras; Fluxo de Potência Ótimo; Despacho Hidrotérmico; Geração renovável não tradicional: geração eólica e fotovoltaica; Controle de Geração e operação interligada; Modelagem em tempo real de sistemas de energia elétrica.

4. Programa

Cap. I: Introdução - Sistemas Elétricos de Potência: estrutura tradicional, tendências atuais/futuras; tipos de estudos em regime permanente: fluxo de potência; despacho econômico térmico e despacho hidrotérmico; alocação de unidades geradoras; fluxo de potência ótimo; operação em ambiente de mercado.

Cap. II: Despacho econômico de unidades térmicas – Características das unidades térmicas convencionais; turbinas a gás; unidades de ciclo combinado; conceitos básicos de Otimização com restrições de igualdade e desigualdade; o problema de Despacho Econômico; consideração das perdas na transmissão; fórmula geral das perdas; fatores de penalidade; equações de coordenação das unidades térmicas.

Cap. III: Alocação Ótima de Unidades Geradoras – Definição do problema; restrições a serem consideradas; solução via Listas de Prioridades; Solução via Programação Dinâmica; Métodos baseados em Relaxação Lagrangeana.

Cap. IV: Fluxo de Potência Ótimo – representação da rede elétrica no problema de operação ótima; formulação do problema de fluxo de potência ótimo não-linear e linearizado; condições necessárias; métodos de solução; efeitos dos limites de transmissão e de perdas de transmissão sobre os custos marginais de barra.

Cap. V: Despacho hidrotérmico: Programação da operação a longo, médio e curto prazos; características de unidades hidrelétricas; principais problemas de coordenação hidrotérmica de curto prazo; modelagem das variáveis hidráulicas e consideração de metas energéticas; programação hidrotérmica de curto prazo para sistemas reais: estratégias baseadas em metas de volume e em funções de custo futuro.

Cap. VI: Introdução à Operação de Sistemas de Potência em Ambiente de Mercado: modelos de mercado de energia; conceito de preços instantâneos (spot pri-

ces); gerenciamento pelo lado da demanda; serviços auxiliares de potência ativa e reativa; reservas operativas; serviços auxiliares para regulação de frequência e manutenção da confiabilidade.

Cap. VII: Fontes renováveis não tradicionais– Geração eólica; tipos de turbinas eólicas, relação entre vento e potência; geradores eólicos; parques eólicos; Princípios da geração fotovoltaica; sistemas fotovoltaicos; conexão à rede elétrica.

Cap. VIII: Operação de Sistemas Elétricos Interligados – Controle de velocidade de geradores síncronos: malhas de controle; reguladores de velocidade e controle primário; operação interligada de sistemas elétricos e Controle Automático de Geração; controle com polarização de frequência e outras estratégias de controle interligado.

Cap. IX: Operação em Tempo Real de Sistemas de Energia Elétrica - Sistema SCADA; estados de operação; principais funções da análise de segurança em tempo real; modelagem em tempo real: estimação de estados; solução via método de Gauss-Newton; exemplos usando modelo linearizado para a rede elétrica.

5. Avaliação

Baseada em três *provas escritas* (P1, P2 e P3) e em exercícios computacionais. Os pesos da média das provas e da média dos exercícios computacionais na média final serão de 75% e 25%, respectivamente. Está também prevista a realização de uma prova de recuperação, versando sobre toda a matéria dada, cuja nota substituirá a menor dentre as notas de P1, P2 e P3.

6. Página na Internet

Fontes

Uma página na Internet dedicada à disciplina contém informações sobre datas das avaliações, programa, notas de aula, cópias de slides e resultados das avaliações. *URL*: www.labspot.ufsc.br/~simoese/osee/osee.html.

7. Bibliografia

7.1 Bibliografia Básica

- Simões Costa,A. e Almeida, K., “Operação de Sistemas de Energia Elétrica”, Notas de Aula, UFSC, 1999.
- Wood, A.J. e Wollenberg, B.F., “Power Generation, Operation, and Control”, John Wiley and Sons, INC., 2ª Edição, 1996.
- Kirschen D.S. e Strbac G., Fundamentals of Power System Economics, Wiley, 2004.
- Masters G.M., “Renewable and Efficient Electric Power Systems”, Wiley Interscience, 2nd. edition, 2013.

7.2 Bibliografia Complementar

- Simões Costa,A. e Salgado, R., “Análise de Segurança de Sistemas de Potência”, Notas de Aula, UFSC, 1995.
- Glover, J.D. e Sarma, M., “Power System Analysis and Design”, PWS Publishing Company, Boston, 2a. Edição, 1994
- Saadat, H., “Power System Analysis”, PSA Publishing Co, 3a. Ed., 2010.