

# 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; apresentar as principais funções constituintes da operação em tempo real; introduzir métodos de modelagem em tempo real de sistemas de energia elétrica.

## 3. Ementa

Fluxo de Potência; Técnicas de Esparsidade; Despacho Econômico, consideração das perdas de transmissão; Despacho Hidrotérmico; Fluxo de Potência Ótimo; Operação em Tempo Real de Sistemas de Energia Elétrica; Modelagem em Tempo Real de Sistemas de Energia Elétrica.

## 4. Programa

**Cap. I: Introdução** - Sistemas Elétricos de Potência: objetivos, estrutura, tipos e características dos estudos de SEE; Análise de Redes; características das matrizes de rede; principais malhas de controle de sistemas elétricos de potência.

**Cap. II: Fluxo de Potência** – Objetivos dos estudos de Fluxo de Potência; Matrizes de Rede; formulação matemática do problema de fluxo de potência; método de Newton-Raphson para a solução do Fluxo de Potência; Fluxo de Potência Desacoplado Rápido.

**Cap. III: Despacho Econômico de Unidades Térmicas** – Minimização dos custos de operação de unidades térmicas; condições de otimalidade; exemplos. Algoritmos de solução. Consideração das perdas de transmissão: fórmula geral das perdas, fatores de penalidade, perdas incrementais e equações de coordenação; algoritmos de solução.

**Cap. IV: Despacho Hidrotérmico:** Programação da operação a longo, médio e curto prazos; 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. V: Fluxo de Potência Ótimo** – Caracterização dos problemas de FPO; relação com despacho econômico; consideração da rede elétrica de transmissão em problemas de otimização da operação; representação linearizada da rede elétrica; efeitos dos limites de transmissão e de perdas de transmissão na programação da operação.

**Cap. VI: Controle de Geração e Operação Interligada** – Controle de velocidade de geradores síncronos: malhas de controle; reguladores de velocidade e contro-

le primário; operação interligada de sistemas elétricos e Controle Automático de Geração; controle com polarização de frequência e outras estratégias de controle interligado.

**Cap. VII: 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 duas *provas escritas* ( P1 e P2) e em *exercícios computacionais*. Os pesos da média das provas e da média dos exercícios computacionais na média final serão de 70% e 30%, 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 e P2.

## 6. Página na Internet

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

### 7.2 Bibliografia Complementar

- Stevenson Jr., W.D., “Elementos de Análise de Sistemas de Potência”, McGraw-Hill do Brasil, 2ª Edição, 1986.
- Elgerd, O.L., “Electric Energy Systems Theory”, McGraw-Hill Book Company, 1986.
- Simões Costa,A. e Almeida, K., “Operação de Sistemas de Energia Elétrica”, Notas de Aula, UFSC, 1999.
- 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.