

EEL 7100

Capítulo I - Introdução

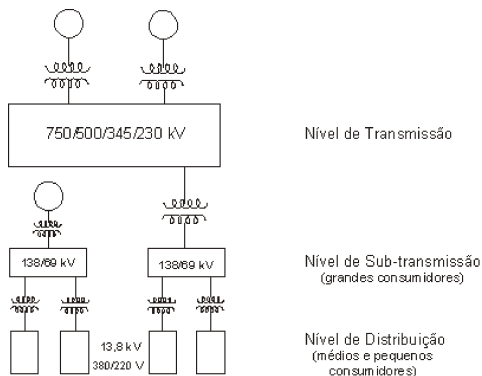
Antonio Simões Costa

UFSC - LABSPOT

Objetivos de um Sistema de Energia Elétrica

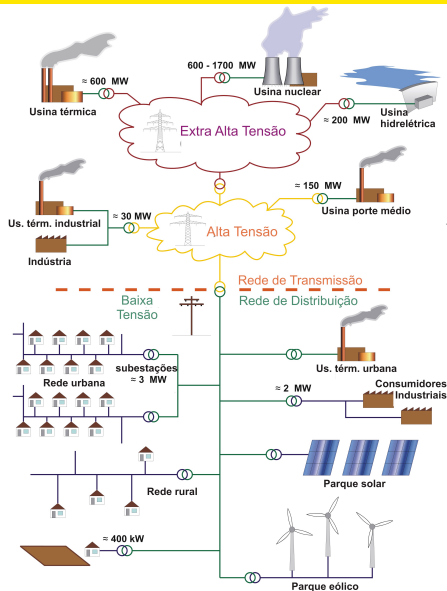
- Gerar energia elétrica em quantidade suficiente e nos locais mais apropriados;
- Transmití-la em grandes quantidades aos centros de carga;
- Distribuí-la aos consumidores individuais com os índices de qualidade (frequência, tensão, forma de onda, etc) apropriados;
- Obter o menor custo econômico e ecológico possível.

Estrutura Típica de um SEE tradicional



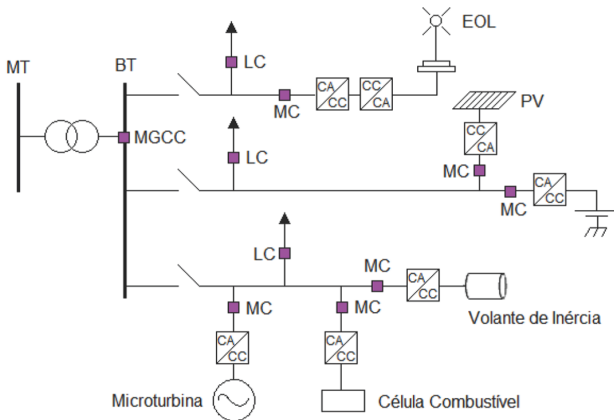
- EE não é estocável em grandes quantidades;
- A demanda de EE varia, de forma aleatória;
- Balanceamento instantâneo carga/geração;
- Tempo elevado para expansões e reforços (2 a 7 anos).

SEE com Geração Distribuída



Microrredes

- Redes de baixa tensão com capacidade de operação autônoma;
- Podem operar tanto em **modo interligado** à rede de média tensão quanto em **modo isolado**.



Principais tipos de estudos em Sistemas Elétricos de Potência

- **Análise de redes elétricas:** Fluxo de Potência, análise de curto-circuito, transitórios eletromagnéticos;
- **Análise de Estabilidade e comportamento dinâmico:** amortecimento de oscilações eletromecânicas, estabilidade transitória;
- **Análise de Segurança e Operação em Tempo Real:** configurador de redes, estimação de estados;
- **Planejamento da Operação:** Despacho Econômico, Alocação ótima de unidades geradoras, Coordenação Hidrotérmica; Fluxo de Potência Ótimo.

Análise de Redes Elétricas

- Envolve a *representação e solução* de redes de transmissão e distribuição que conectam usinas a centros de carga;
- **Representação:**
 - Hipóteses (*para sistemas de transmissão*):
 - Regime permanente senoidal;
 - Sistema balanceado: representação *monofásica* de circuitos CA trifásicos;
 - Baseia-se em matrizes de rede: matrizes de incidência ramos-barras, matriz de admitância das barras ($\mathbf{Y}_{barra}$).
- **Solução:**
 - Baseia-se em aplicativos de **Fluxo de Potência**:
 - Condições de topologia e carregamento perfeitamente caracterizadas, bem como perfis de tensão e geração de pot. ativa dos geradores;
 - Barra de folga, para absorver perdas de transmissão;
 - Solução de um sistema não-linear de equações algébricas pelo método de Newton-Raphson ou versões desacopladas.

Análise de Estabilidade e Comportamento Dinâmico

- Busca verificar se o sistema está apto a operar com estabilidade e condições adequadas de amortecimento de oscilações eletromecânicas;
- Requer o uso de modelos baseados em equações algébrico-diferenciais, com representação da dinâmica de geradores e outros dispositivos.
- **Estabilidade transitória:**
 - Abordagem convencional: solução de modelos baseados em equações algébrico-diferenciais **não-lineares**;
 - Alternativa: aplicação do método direto de Lyapunov (com modelos simplificados).
- **Estabilidade a pequenos sinais:**
 - Uso de modelos linearizados: funções de transferência, representação no espaço de estados;
 - Projeto de controladores para garantir níveis aceitáveis de amortecimento de oscilações eletromecânicas.
- **Estabilidade de Tensão:** estudos para prevenir possibilidade de colapsos de tensão.

Análise de Segurança e Operação em Tempo Real

- Tem por objetivo garantir a segurança da operação a partir da modelagem da rede **em tempo real**;
- Faz uso de medidas adquiridas nas subestações e transmitidas para o Centro de Operações em tempo real;
- Principais aplicativos:
 - **Configurador de redes:** determina a topologia corrente da rede elétrica a partir de informações sobre os *status* de disjuntores e chaves adquiridos em tempo real;
 - **Estimador de estados:** calcula as tensões complexas nas barras e demais variáveis elétricas utilizando a topologia corrente e as medidas em tempo real.
- Modelo atualizado da rede disponibilizado para o Operador em Tempo Real mediante IHM.

Planejamento da Operação

- Visa determinar as condições mais seguras e econômicas para operar o sistema elétrico de potência;
- Pode envolver diversos horizontes de planejamento, para equacionar aspectos energéticos, hidráulicos e elétricos:
 - Planejamento de longo prazo;
 - Planejamento de médio prazo;
 - Planejamento de curto prazo.
- **Planejamento de curto prazo:** envolve aspectos energéticos, elétricos e possivelmente hidrelétricos;
- Principais funções e aplicativos:
 - Despacho Econômico;
 - Alocação ótima de unidades geradoras (*unit commitment*);
 - Coordenação hidrotérmica;
 - Fluxo de potência ótimo.