

TE061 – Introdução aos Sistemas de Energia Elétrica

Sistema de Energia Elétrica: conjunto de equipamentos (geradores, transformadores, LT, disjuntores, relés, medidores...) que operam em conjunto e de maneira coordenada com a finalidade de gerar, transmitir e fornecer energia elétrica aos consumidores, mantendo o melhor padrão de qualidade possível.

Requisitos:

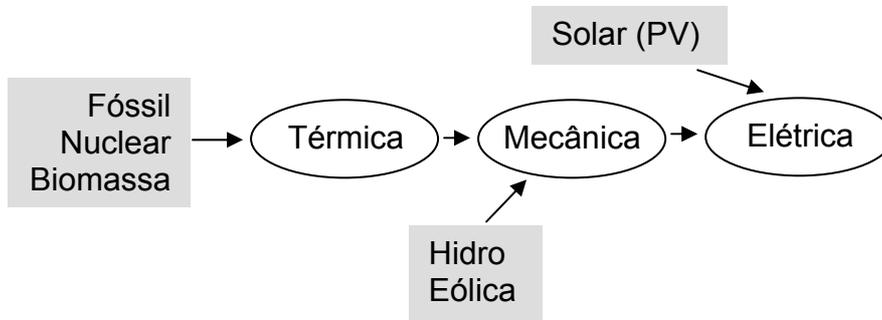
- ⇒ os níveis de tensão e frequência devem estar dentro de uma faixa especificada;
- ⇒ o serviço deve sofrer o menor número de interrupções com a menor duração possível);
- ⇒ a forma de onda da tensão deve ser a mais próxima possível de uma senoide;
- ⇒ a energia deve ser entregue ao consumidor com o mínimo custo (geração econômica, transmissão com mínima perda, etc.);
- ⇒ o impacto ambiental deve ser mínimo;

Características dos SEP:

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

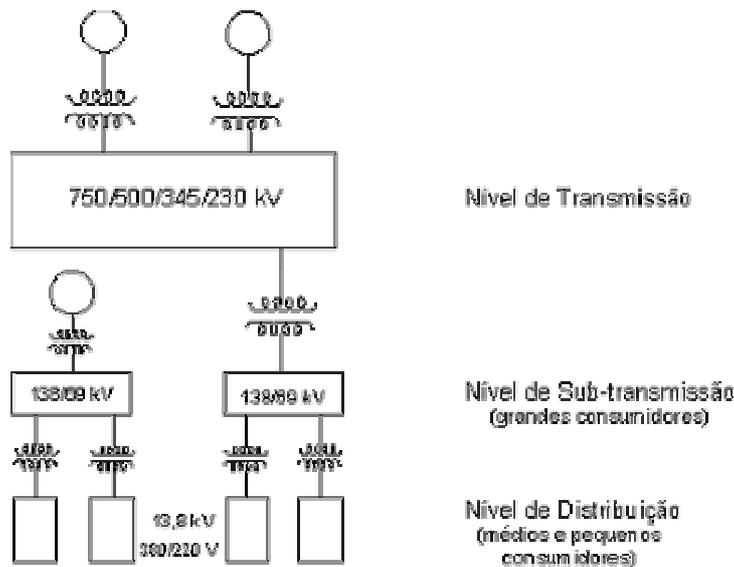
Componentes Básicos do SEP

Sistema de Geração: geradores e transformadores elevadores



Sistema de Transmissão e Subtransmissão: LTs e transformadores de regulação.

Sistema de distribuição: LTs primárias e secundárias, transformadores abaixadores e cargas.



Estrutura típica de um SEP

Sistema de proteção e manobras: relés, disjuntores, para-raios, religadores

Sistema de aquisição de dados e controle:

- ⇒ Avalia estado de operação da rede elétrica;
- ⇒ Simula a ocorrência de possíveis falhas e determina ações de controle preventivo/corretivo;
- ⇒ Determina ações para a operação econômica e segura.

Tipos e Características dos Estudos em SEP

- ⇒ Estudos de Operação em tempo real: garantir que a operação atenda a demanda.
- ⇒ Análise de segurança: avaliar efeito de eventuais alterações da rede e determinar estratégias de controle preventivo/corretivo.
- ⇒ Despacho Econômico (operação econômica): minimizar custo de geração.
- ⇒ Planejamento da expansão do sistema de transmissão e geração.

Exemplo da Dimensão do Problema:

Sistema brasileiro:

2.000 barras

3.000 linhas de transmissão

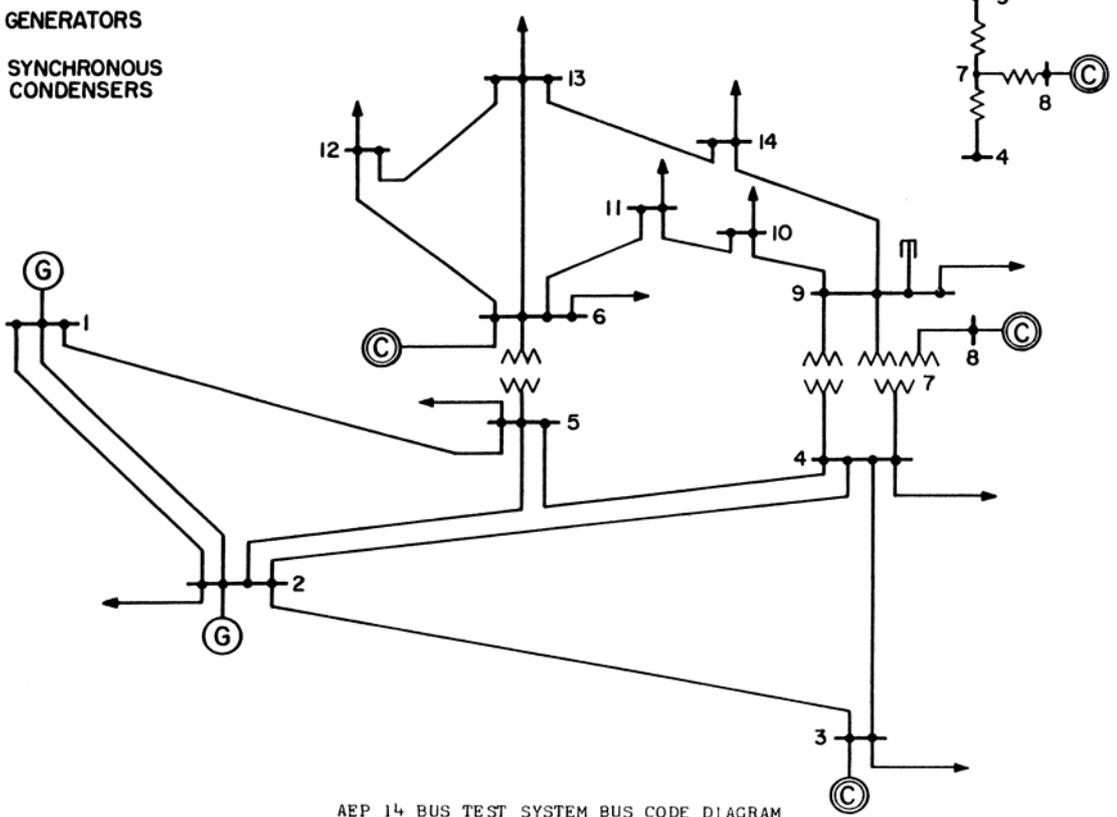
150 máquinas síncronas

Solução ⇒ utilizar o computador como ferramenta para:

- obter modelos precisos e confiáveis dos componentes da rede ⇒ *MODELAGEM*
- colocá-los juntos formando um grande circuito elétrico ⇒ *MODELAGEM*
- desenvolver métodos apropriados de resolução de circuitos ⇒ *SOLUÇÃO*
- simular cenários de operação ⇒ *SIMULAÇÃO*

- (G) GENERATORS
- (C) SYNCHRONOUS CONDENSERS

THREE WINDING TRANSFORMER EQUIVALENT



AEP 14 BUS TEST SYSTEM BUS CODE DIAGRAM

Breve Histórico e Evolução da Capacidade instalada no Brasil

1883 Primeira Usina: Campos-RJ

1920 355MW (78% Hidro e 22%Termo)

1930 780MW

1940 780MW

1948 Criação da CHESF – Usina de Paulo Afonso

1950 1900MW

1960 4800MW

1961 Criação da Eletrobrás

1968 Criação do DNAEE

1970 11460MW

1975 Início da construção da Itaipu, concluída em 1991

1973 Criação dos GCOI's (Grupos Coordenadores p/ Operação Interligada)

1980 31300MW

1985 Início da operação de Angra I

1990 53000MW

1995 Início da competição no setor elétrico (lei 8967)

1996 Criação da ANEEL

1998 Instituição da ONS que passa a assumir as atribuições do GCOI. Instituído o MAE (Mercado Atacadista de Energia)

2000 72200MW

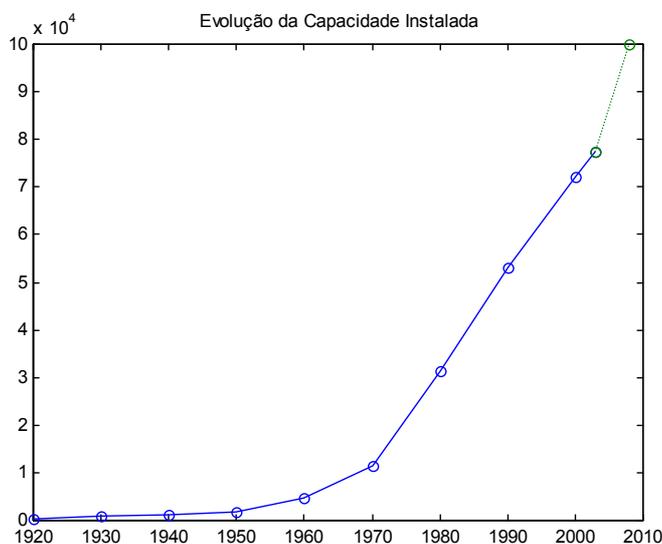
2003 77300MW

2004 Redefinição do modelo do Setor Elétrico:

CCEE substitui o MAE

MME executa a política energética definida pelo CNPE

ANEEL regula e fiscaliza



Matriz Energética Brasileira (dados ANEEL)

Empreendimentos em Operação							
Tipo	Capacidade Instalada		%	Total		%	
	N.º de Usinas	(kW)		N.º de Usinas	(kW)		
Hidro		599	71.390.105	70,17	599	71.390.105	70,17
Gás	Natural	72	9.886.953	9,72	98	10.812.701	10,63
	Processo	26	925.748	0,91			
Petróleo	Óleo Diesel	499	3.455.583	3,40	517	4.619.553	4,54
	Óleo Residual	18	1.163.970	1,14			
Biomassa	Bagaço de Cana	222	2.286.190	2,25	263	3.299.069	3,24
	Licor Negro	13	782.617	0,77			
	Madeira	24	203.832	0,20			
	Biogás	2	20.030	0,02			
	Casca de Arroz	2	6.400	0,01			
Nuclear		2	2.007.000	1,97	2	2.007.000	1,97
Carvão Mineral	Carvão Mineral	7	1.415.000	1,39	7	1.415.000	1,39
Eólica		10	28.550	0,03	10	28.550	0,03
Importação	Paraguai		5.650.000	2,33		8.170.000	8,03
	Argentina		2.250.000	5,85			
	Venezuela		200.000	0,08			
	Uruguai		70.000	0,20			
Total		1.496	101.741.978	100	1.496	101.741.978	100

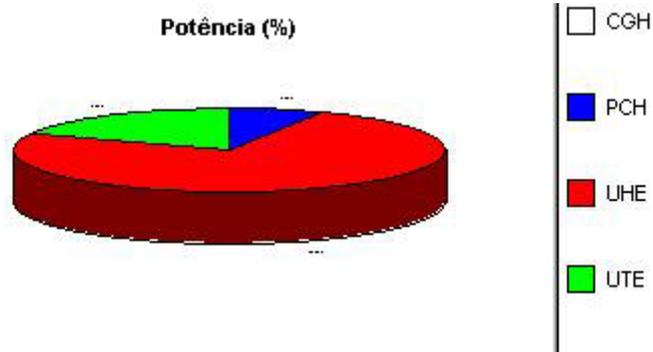
março/2006

Fonte de Energia	Em operação (MW)	Outorgada (MW)	Em construção (MW)
Hidráulica	69.667.608 (567)	8.544.712 (278)	4.801.546 (56)
Térmica	21.581.831 (827)	13.034.252 (102)	1.103.398 (13)
Eólica	28.625 (11)	6.722.423 (147)	
Solar	20 (1)	-	

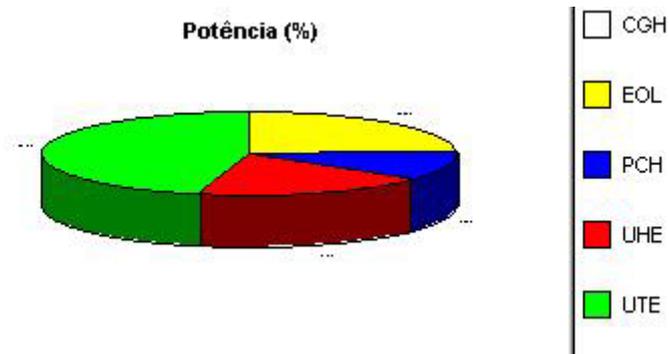
** (Potencial Hidráulico Brasileiro– 260GW (45% N)

Itaipu: 12600MW (18x700MW)

Usinas em construção

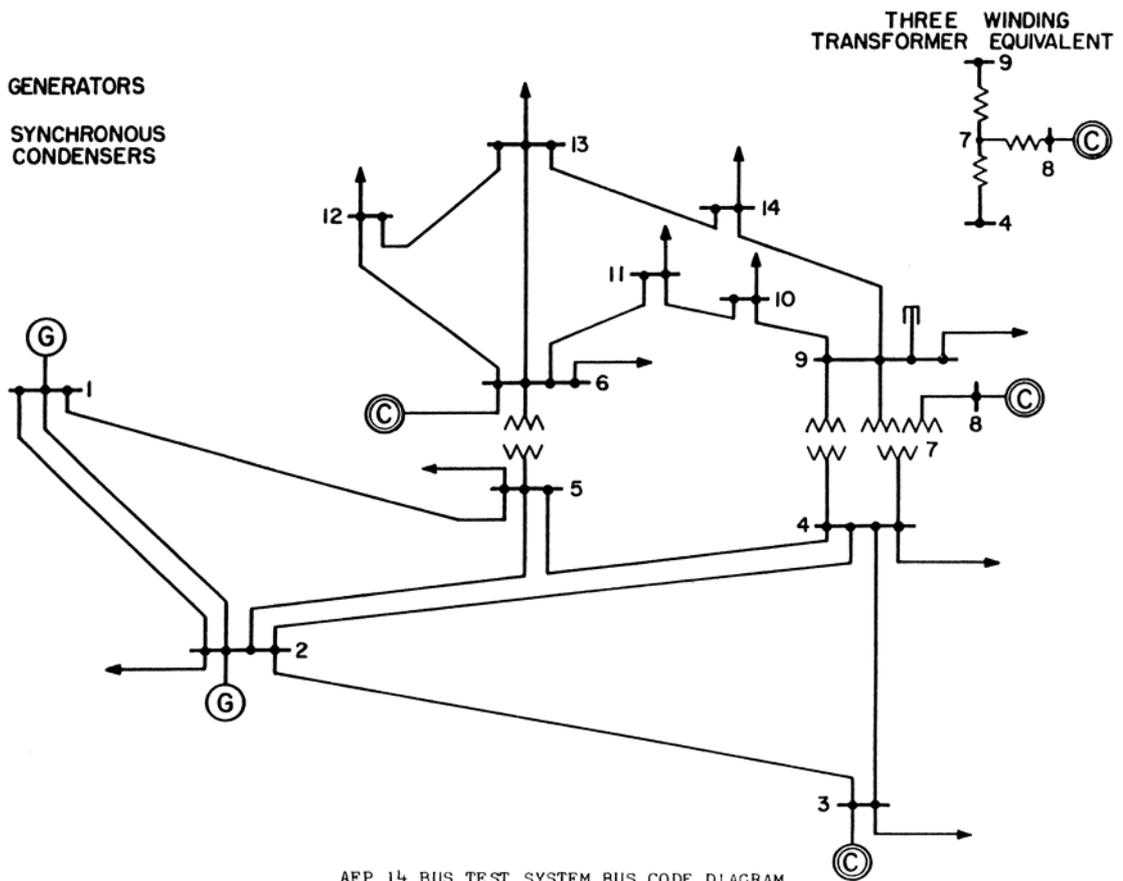


Usinas Outorgadas



Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
EOL	Central Geradora Eolielétrica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia
UTE	Usina Termelétrica de Energia

- ⓐ GENERATORS
- ⓐ SYNCHRONOUS CONDENSERS



AEP 14 BUS TEST SYSTEM BUS CODE DIAGRAM