ALOCAÇÃO ÓTIMA DE UNIDADES
("Unit Commitment")

Problema:

- Alocar da maneira mais econômica um número suficiente de unidades geradoras à rede de modo a satisfazer as variações periódicas e sazonais de carga.

- "Alocar" uma unidade significa:

  - Levá-la à velocidade nominal +
  - Sincronizá-la ao sistema +
  - Conectá-la de modo que possa entregar energia à rede.

- Exemplo:

  Qual a combinação das 3 unidades térmicas caracterizadas abaixo que deve ser usada para alimentar uma carga de 550 MW da forma mais econômica?

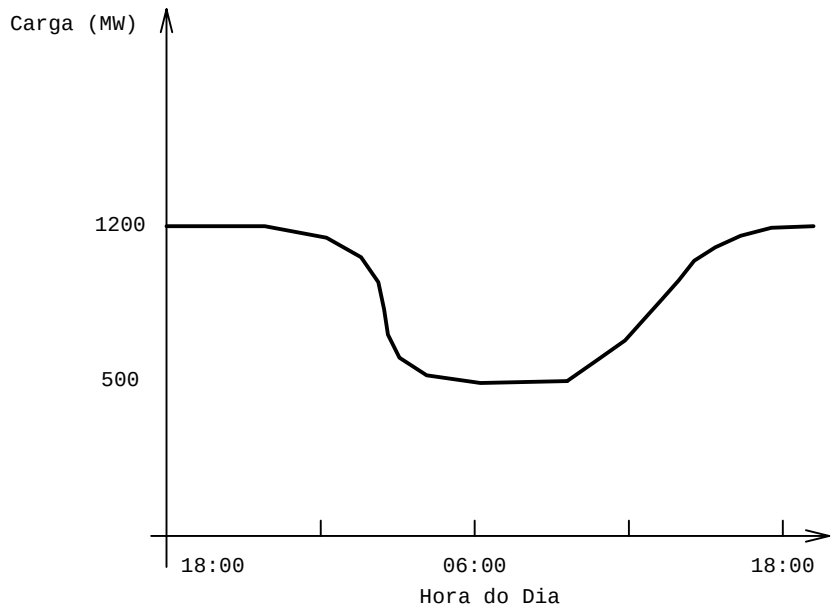
Unidade 1:	$\underline{P}_1 = 150\ MW \quad \overline{P}_1 = 600\ MW$
	$F_1 = 561.0 + 7.92\,P_1 + 0.001562\,P_1^2$
Unidade 2:	$\underline{P}_2 = 150\ MW \quad \overline{P}_2 = 600\ MW$
	$F_2 = 310.0 + 7.85\,P_2 + 0.001940\,P_2^2$
Unidade 3:	$\underline{P}_3 = 150\ MW \quad \overline{P}_3 = 600\ MW$
	$F_3 = 93.6 + 9.564\,P_3 + 0.005784\,P_3^2$

- Possíveis Combinações de Unidades e Despachos para Carga de **550 MW**:

G 1	**G 2**	**G 3**	$\sum \overline{P}_i$	$\sum \underline{P}_i$	P_1	P_2	P_3	$\sum F_i$
N	N	N	0	0	Inviável			
N	N	S	200	50	Inviável			
N	S	N	400	100	Inviável			
N	S	S	600	150	0	400	150	5418
S	**N**	**N**	**600**	**150**	**550**	**0**	**0**	**5389**
S	N	S	800	200	500	0	50	5497
S	S	N	1000	250	295	255	0	5471
S	S	S	1200	300	267	233	50	5617

Carga Variando Segundo um Padrão Esperado

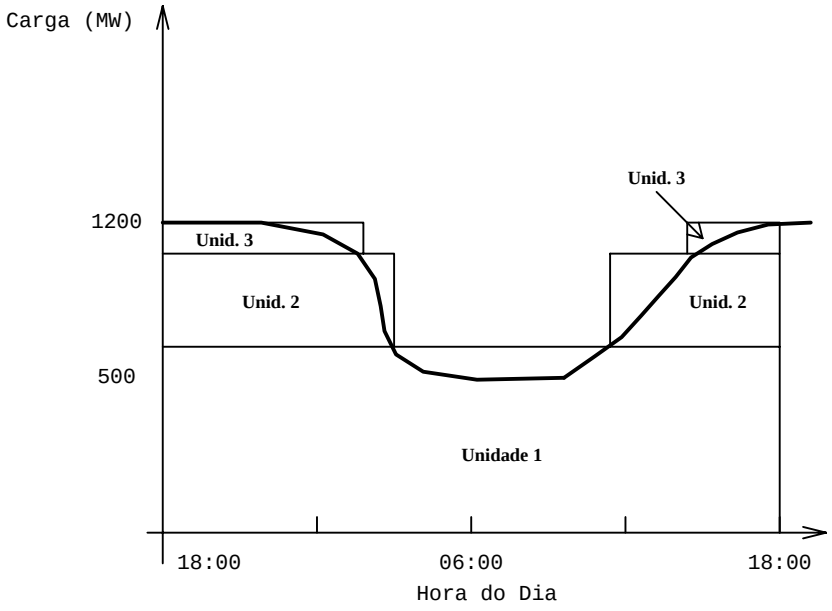
- Curva de Carga:



- Considerando as mesmas 3 unidades do exemplo anterior, com os mesmos custos, quais unidades devem ser desconectadas à medida que a carga do sistema varia do máximo de 1200 MW até um mínimo de 500 MW?

- Possível método de solução: fazer a carga variar de 1200 MW a 500 MW em degraus de 50 MW e aplicar método do exemplo anterior. Chega-se à seguinte regra:

  - Se $P_L > 1000\ MW$, opere todas as 3 unidades;
  - Se $600\ MW < P_L < 1000\ MW$, opere com as unidades 1 e 2;
  - Se $P_L < 600\ MW$, opere somente a unidade 1.



RESTRIÇÕES AO PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE UNIDADES

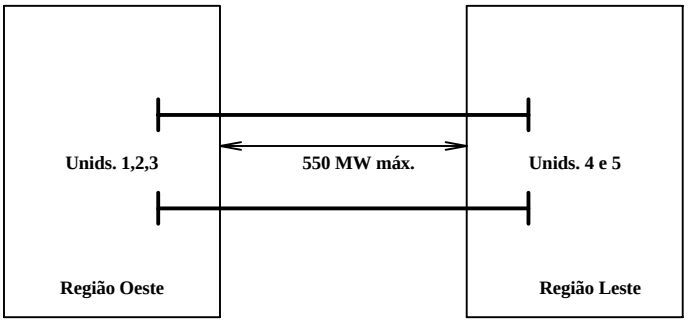
- Única restrição considerada até agora: *Um número suficiente de unidades deve estar em operação para atender à carga.*
- Outras restrições:
  - **Reserva girante:**

$$RG = \text{(Geração disponível a partir das unidades sincronizadas ao sistema)} - \text{(carga atual + perdas)}$$

  - Requisito: se uma (ou mais) unidades pára de operar, deve haver reserva entre as demais para suprir a perda por um determinado período de tempo.
  - A RG deve ser alocada entre unidades de resposta rápida, para permitir rápida recuperação da frequência em caso de contingência de geração.
  - Outros tipos de reserva: reservas *off-line*, como turbinas a gás, geradores diesel e unidades hidráulicas cujo tempo de tomada de carga é pequeno.

– As reservas devem ser adequadamente distribuidas no sistema para evitar as limitações da transmissão.

Exemplo:



Reg.	Unid.	Capac. Unid.	Ger. Unid.	Ger. Reg.	*RG*	Carga Reg.	Inter-câmbio
Oeste	1	1000	900		100		
	2	800	420	1740	380	1900	160 (-)
	3	800	420		380		
Leste	4	1200	1040		160		
	5	600	310	1350	290	1190	160(+)
Total	1 a 5	4400	3090	3090	1310	3090	

Observações sobre o exemplo:

- Com exceção da unidade 4, a perda de qualquer unidade pode ser coberta pela *RG* das unidades restantes;
- Se a unid. 4 for perdida, mesmo com a unid. 5 na geração máx. de 600 MW a região Leste ainda necessitaria importar 590 MW da região oeste;

- Embora a região Oeste possa suprir os 590 MW, o limite de transmissão de 550 MW impede a transferência de potência $\Rightarrow$ perda da unid. 4 não pode ser suprida sem a adição de geração na região Leste.

Outras Restrições à Alocação de Unidades:

- Restrições de unidades térmicas (exigem variações graduais de temperatura):
  - Tempo mínimo para entrada em serviço;
  - Tempo mínimo para saída de operação.
  - Usinas compostas de duas ou mais unidades: estas não poderão ser conectadas simultaneamente (limitações de pessoal).
  - *Custo de partida da unidade:* relacionado à quantidade de energia (que não resulta em geração de MW)a ser gasta para conectá-la ao sistema.
  - *Cooling* versus *Banking.*
- Restrições de Unidades Hidráulicas: *unit commitment* versus *coordenação hidrotérmica.*
- Unidades de funcionamento obrigatório durante certos períodos (suporte de reativo, etc);
- Consumo obrigatório de combustível por certas unidades durante um certo período, etc.