

OPERAÇÃO EM PARALELO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Eng.º PATRICIO GALLEGOS CRESPO (*)

Serão aqui estudadas as condições extremas de funcionamento para uma bomba trabalhando nas seguintes condições:

- 1 Uma bomba em operação na estação elevatória;
- 2 Duas ou mais bombas operando em paralelo;
- 3 Duas estações elevatórias operando em paralelo e recalçando a uma linha de pressão comum.

É necessário lembrar alguns conceitos que serão freqüentemente usados.

Curva Característica da Bomba:

As alturas manométricas de uma bomba, que correspondam a sucessivas vazões, determinam a curva característica da bomba. A bomba, definida com o número do modelo, velocidade de rotação e o diâmetro do rotor, tem a sua curva característica usualmente fornecida pelo fabricante.

Curva Modificada:

As alturas manométricas, na curva característica, se subtraem as perdas de carga ocasionadas desde a sucção da bomba até o barrilete. A curva resultante é a curva modificada.

Curva Modificada Combinada:

Conservando a mesma altura manométrica, somam-se as vazões correspondentes a cada curva modificada, determinando assim a vazão da curva modificada combinada.

Curva do Sistema:

O ponto inicial da curva, para vazão nula, corresponde à altura estática de recalque. Para vazões maiores dever-se-á incrementar, à altura estática, as perdas de carga ocasionadas desde o barrilete até o ponto de descarga.

Se a altura estática de recalque é parcela considerável na altura manométrica da bomba, é conveniente encontrar as curvas do sistema correspondentes a condições extremas de altura estática, ou seja, considerando os níveis mínimo e máximo de água, na sucção e na descarga.

Se a altura dinâmica de recalque é parcela considerável na altura manométrica da bomba (o caso de linhas de recalque muito compridas), é conveniente encontrar as curvas do sistema correspondente a condições extremas de altura dinâmica, ou seja, considerando as perdas de carga na tubulação nova e lisa ($C = 130$) e na tubulação usada e rugosa (considera-se um valor médio de $C = 100$).

1 UMA BOMBA EM OPERAÇÃO NA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

A vazão de recalque estará determinada pela intersecção da curva modificada com a curva do sistema (Fig. 1).

A altura manométrica será determinada na curva característica com a vazão de recalque.

2 DUAS OU MAIS BOMBAS OPERANDO EM PARALELO

As duas bombas (Fig. 2) têm curvas características diferentes; a vazão de recalque do conjunto estará determinada pela intersecção da

(*) Engenheiro Civil da COPLASA.

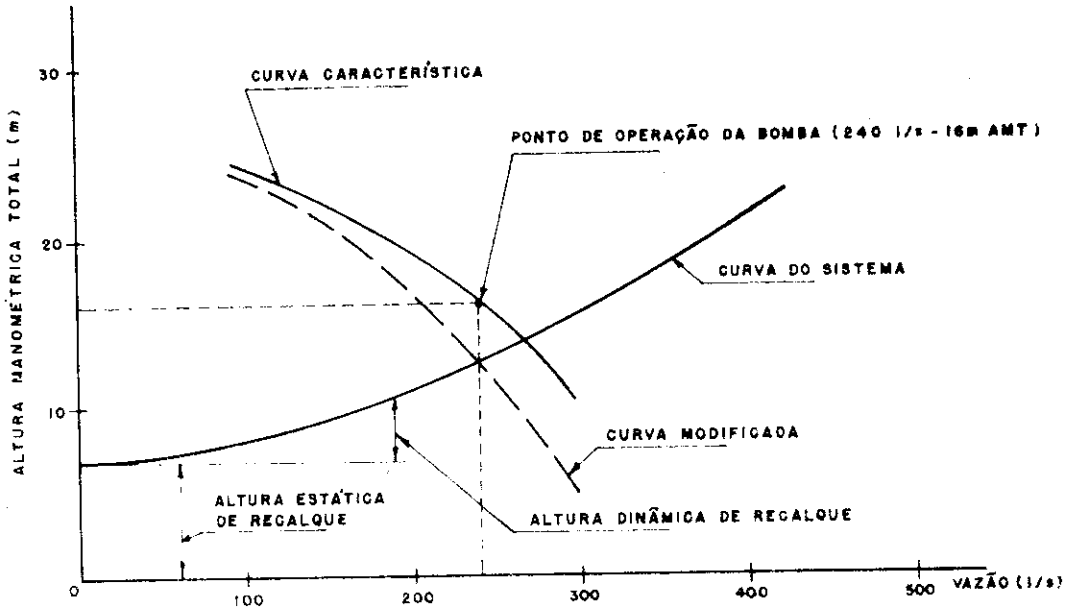


FIG.1 - CURVAS CARACTERÍSTICA, MODIFICADA E DO SISTEMA PARA OPERAÇÃO DE UMA BOMBA

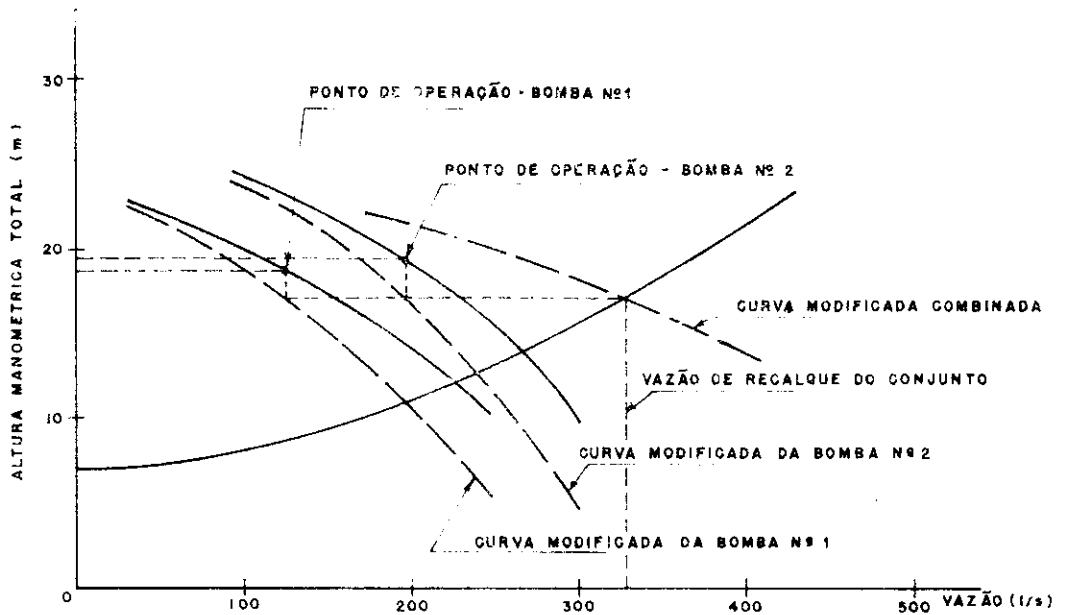


FIG.2 - SISTEMA DE DUAS BOMBAS OPERANDO EM PARALELO

curva modificada combinada com a curva do sistema. A altura manométrica desta interseção indicará, na curva modificada, a vazão correspondente a cada uma das bombas. A vazão de cada bomba permitirá, na curva característica, encontrar a altura manométrica total.

Em sistemas de operação em paralelo, em vez de considerar a curva do sistema com altu-

ra dinâmica desde a sucção da bomba até o ponto de descarga, é mais vantajoso modificar as curvas características das bombas; caso contrário, para cada curva característica e para cada curva combinada ter-se-ia uma curva do sistema, porque usualmente as perdas de carga, desde a sucção até a junção, são diferentes para cada bomba ou sistema.

3 DUAS ESTAÇÕES ELEVATORIAS OPERANDO EM PARALELO E RECALCANDO A UMA LINHA DE PRESSÃO COMUM

Seja o caso da estação elevatória EE-1 e a estação elevatória EE-2 recalcando, através de uma linha comum, ao poço de sucção da estação elevatória EE-3 (Fig. 3).

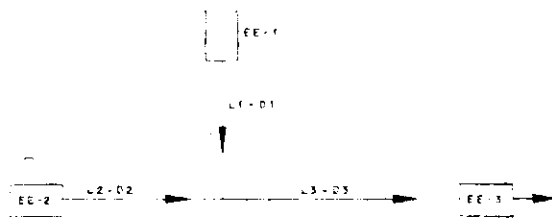


FIG. 3

É conveniente considerar as condições extremas de operação:

3.1 Uma estação elevatória recalcando o a outra elevatória sem operar:

Esta condição identifica-se com o caso 1 ou 2 e, portanto, dispensa qualquer análise posterior.

3.2 As duas estações elevatórias operando a plena capacidade.

Para simplificar, tem-se assumido que em cada elevatória estão recalcando duas bombas da mesma capacidade (Fig. 4).

3.2.1 Aplicando o caso 2 à EE-1, obtenha-se unicamente a curva modificada combinada.

3.2.2 Modificar novamente a curva anterior:

- subtrair as perdas de carga na linha e peças especiais comuns a todas as bombas da EE-1, no trecho compreendido desde o barrilete até a junção com a descarga da EE-2;
- subtrair a parcela da altura estática exclusiva da EE-1, corresponderá à diferença de elevação entre a cota da junção e o nível de água do poço de sucção.

3.2.3 Aplicando o caso 2 à EE-2, obtenha-se a curva modificada combinada.

3.2.4 Modificar novamente esta curva modificada combinada, subtraindo as perdas de carga desde o barrilete até a junção, bem como a altura estática desde o nível de água no poço até a junção.

3.2.5 Combinar as curvas de segunda modificação: somam-se as vazões conservando a mesma altura manométrica.

3.2.6 Encontrar a curva do sistema das elevatórias:

- a altura estática do sistema será a diferença em elevação desde a junção das descargas até o nível de água no poço de sucção da EE-3;
- a altura dinâmica do sistema corresponderá às perdas de carga, na linha e peças especiais, que são comuns às elevatórias EE-1 e EE-2.

3.3 Face à explicação anterior, poder-se-á deduzir que o sistema de estações elevatórias, operando em paralelo, nada mais é que uma aplicação racional do sistema de duas bombas operando em paralelo (caso 2), portanto:

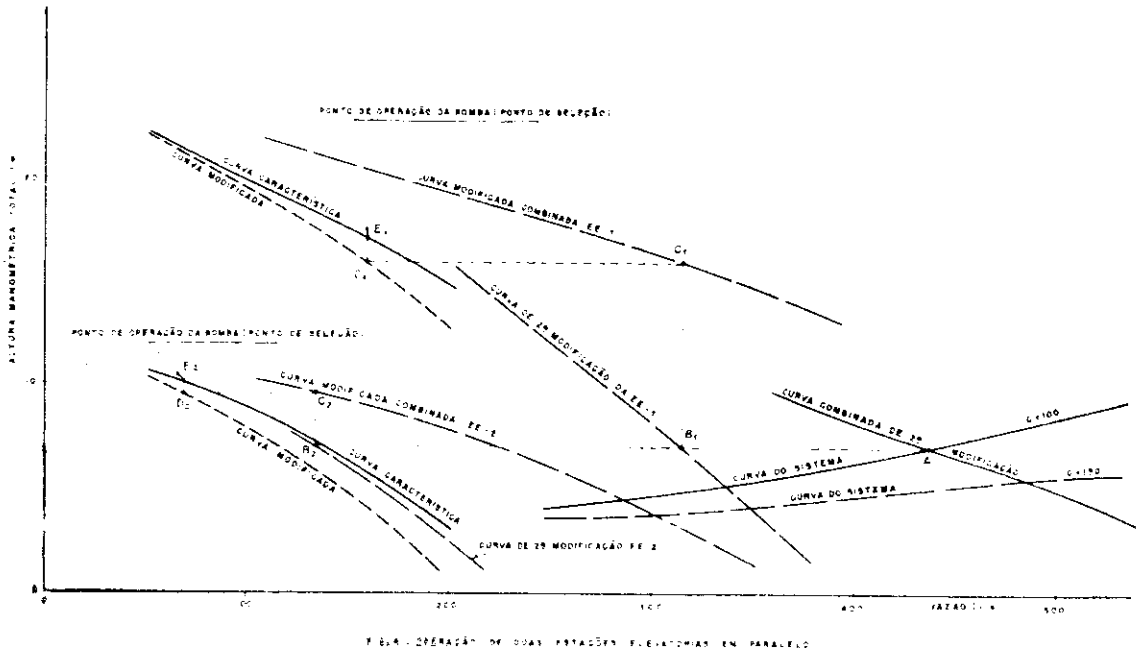
3.3.1 As condições de operação do conjunto, vazão e altura manométrica, estão determinadas pela intersecção da curva combinada de segunda modificação com a curva do sistema (Ponto A, Fig. 4).

3.3.2 As condições de operação da estação elevatória EE-1 estarão determinadas pela vazão que na curva de segunda modificação corresponda à altura manométrica do ponto A (Ponto B₁, Fig. 4) e pela altura manométrica que na curva modificada combinada corresponda à vazão do ponto B₁ (Ponto C₁, Fig. 4).

3.3.3 As condições de operação de uma bomba estarão determinadas pela vazão que na curva modificada corresponda à altura manométrica do ponto C₁ (Ponto D₁, Fig. 4) e pela altura manométrica que na curva característica corresponda à vazão do ponto D₁ (Ponto E₁, Fig. 4).

3.3.4 O ponto E₁, na curva característica, deverá coincidir com o ponto que inicialmente serviu para selecionar a bomba.

3.3.5 As condições de operação para as bombas da estação elevatória EE-22 poderão ser análogamente determinadas nas curvas correspondentes (Pontos de índice 2 na Fig. 4).



4 CONCLUSÃO

Para as condições extremas, deverão ser verificadas:

- Eficiência da bomba;
- Potência do motor;
- Altura de sucção positiva (net positive suction head);
- Frequência do arranque da bomba.

4.1 As condições de operação que correspondem às vazões mínimas e às alturas manométricas máximas que serão requeridas das bombas (Ponto E₁ e E₂, Fig. 4, de seleção do equipamento).

- Quando as duas elevatórias recalcarem simultaneamente a plena capacidade;

- Quando a altura estática seja a máxima possível;

- Quando a tubulação seja velha e rugosa.

4.2 A condição que corresponde à vazão máxima e à altura manométrica mínima (Ponto de operação da bomba na Fig. 1).

Uma elevatória operando com uma bomba;

- Altura estática mínima possível;

- Tubulação nova e lisa.