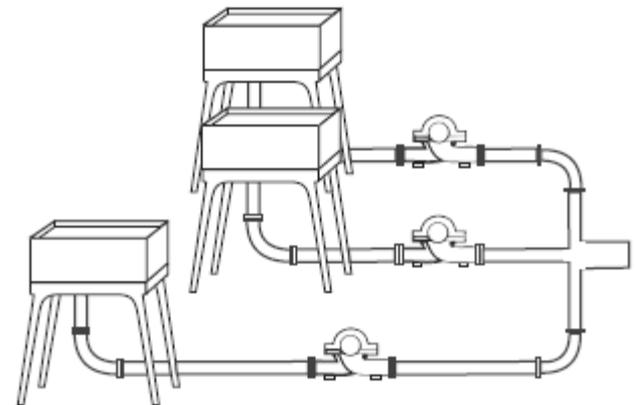
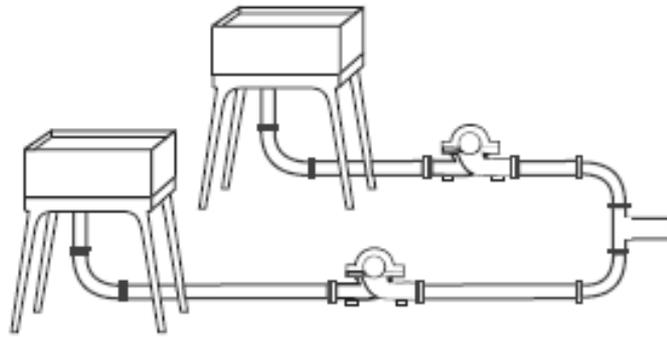


Décima primeira aula de ME5330

12/05/2009

Associação paralelo de bombas hidráulicas

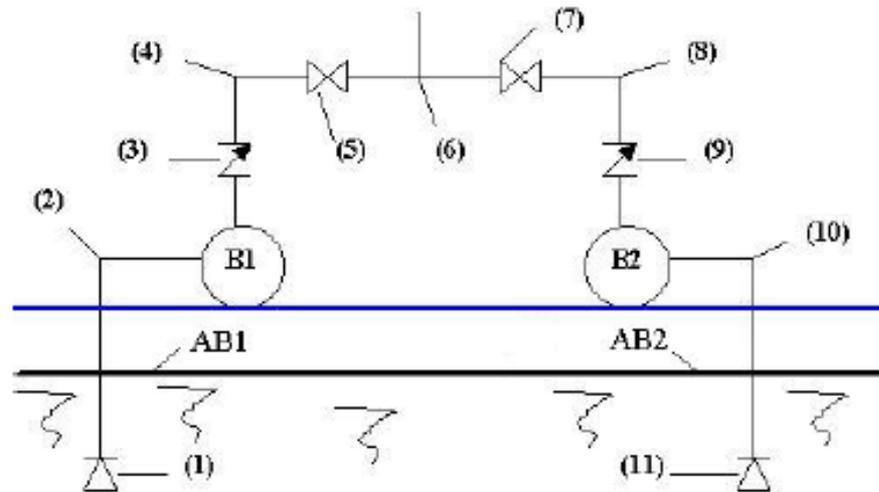
Quando pensar numa associação em paralelo?



As razões que nos levam a usar a associação de bombas são várias e de natureza diversas, por exemplo: não existe uma bomba centrífuga que possa sozinha atender a vazão requerida; há variação da vazão com o decorrer do tempo, há casos em que ocorre variação no consumo (abastecimento de água) ou da vazão afluyente (sistema de esgoto) no mesmo período (dia).

As razões de associação de bombas são, portanto de natureza técnico-comercial.

Uma das possibilidades de se viabilizar a associação em paralelo de bombas



No funcionamento somente da bomba B1, a bomba B2 deve ser considerada como uma bomba reserva.

Visualizando a associação em paralelo no laboratório de mecânica dos fluidos

Centro Universitário da FEI
sala IS01

BANCADAS ATUAIS COM BOMBAS NOVAS

A foto ao lado mostra o caminho percorrido pela água na associação em paralelo das bombas da bancada 7 (B7) e da bancada 8 (B8).

Para viabilizar o escoamento mencionado, necessita-se:

- 1º - manter a válvula esfera 1 aberta;
- 2º - manter a válvula globo 2 fechada;
- 3º - manter a válvula gaveta 3 fechada;
- 4º - manter a válvula gaveta 4 aberta;
- 5º - manter a válvula globo 5 fechada;
- 6º - manter a válvula esfera 6 aberta;
- 7º - manter a válvula globo 7 fechada;
- 8º - manter a válvula esfera 8 fechada;
- 9º - manter as válvulas esfera 9, 10 (vide slide anterior) e 11 fechadas;
- 10º - manter a válvula esfera 12 fechada (vide slide anterior);
- 11º - controlar a vazão pela válvula globo 13 (vide slide anterior).

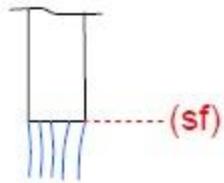






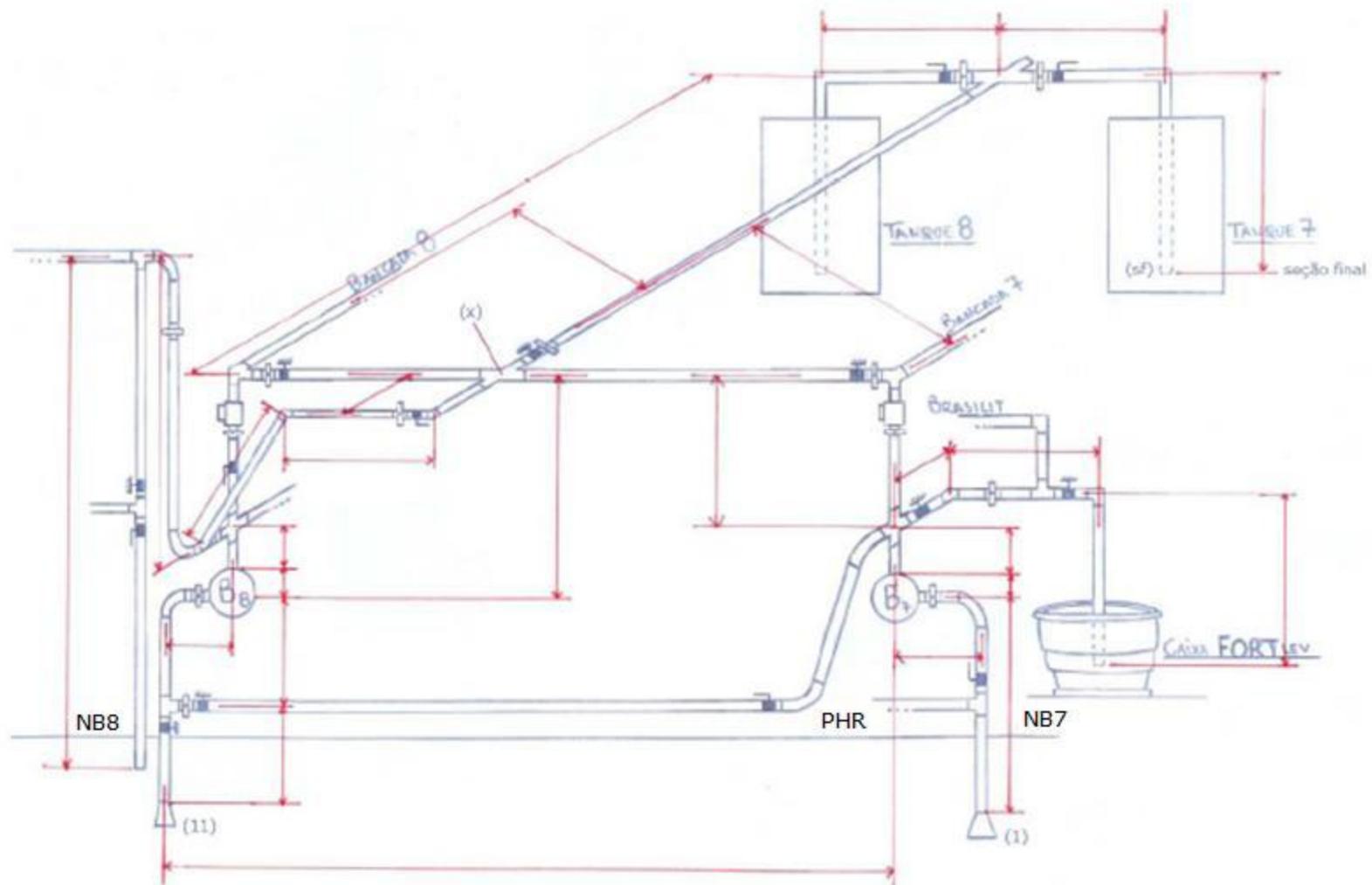


Enxergando a seção final



Obtenção da CCI

Para tal efetua-se um balanço de potências, isto porque existe mais do que uma vazão no escoamento.



Para o balanço de potências considera-se as seções (nívelB7), (nívelB8) e (sf):

$$\gamma Q_{B7} H_{NB7} + \gamma Q_{B8} H_{NB8} + \gamma Q_{B7} H_{SB7} + \gamma Q_{B8} H_{SB8} = \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{sf} + \gamma Q_{B7} H_{p1-B7} + \gamma Q_{B7} H_{pB7-X} + \gamma Q_{B8} H_{p11-B8} + \gamma Q_{B8} H_{pB8-X} + \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{pX-sf} \rightarrow (I)$$

Como as bombas são iguais, tem-se que :

$$\gamma Q_{B7} H_{SB7} + \gamma Q_{B8} H_{SB8} = \gamma Q_{ap} H_{Sap}$$

$$Q_{B7} = Q_{B8} = \frac{Q_{ap}}{2}$$

Considerando o escoamento em regime permanente e adotando-se o PHR nele :

$$H_{NB7} = H_{NB8} = 0$$

$$\therefore \gamma Q_{ap} H_{Sap} = \gamma Q_{ap} H_{sf} + \gamma \frac{Q_{ap}}{2} H_{p1-B7} + \gamma \frac{Q_{ap}}{2} H_{pB7-X} + \gamma \frac{Q_{ap}}{2} H_{p11-B8} + \gamma \frac{Q_{ap}}{2} H_{pB8-X} + \gamma Q_{ap} H_{pX-sf}$$

$$H_{Sap} = H_{sf} + \frac{1}{2} H_{p1-B7} + \frac{1}{2} H_{pB7-X} + \frac{1}{2} H_{p11-B8} + \frac{1}{2} H_{pB8-X} + H_{pX-sf}$$

Importante:

H_{p1-B7} ; H_{pB7-X} ; H_{p11-B8} e H_{pB8-X} são obtidas com $\frac{Q_{ap}}{2}$

H_{pX-sf} é obtida com Q_{ap}

No caso de existir uma pequena diferença entre as vazões da B7 e B8

$$Q_{B7} \neq Q_{B8}$$

$$H_{\text{Sap}} = H_{\text{sf}} + \frac{Q_{B7}}{Q_{\text{ap}}} H_{p1-B1} + \frac{Q_{B7}}{Q_{\text{ap}}} H_{pB1-X} + \frac{Q_{B8}}{Q_{\text{ap}}} H_{p11-B2} + \frac{Q_{B8}}{Q_{\text{ap}}} H_{pB2-X} + H_{pX-sf}$$

Importante :

H_{p1-B1} e H_{pB1-X} são calculadas com Q_{B7}

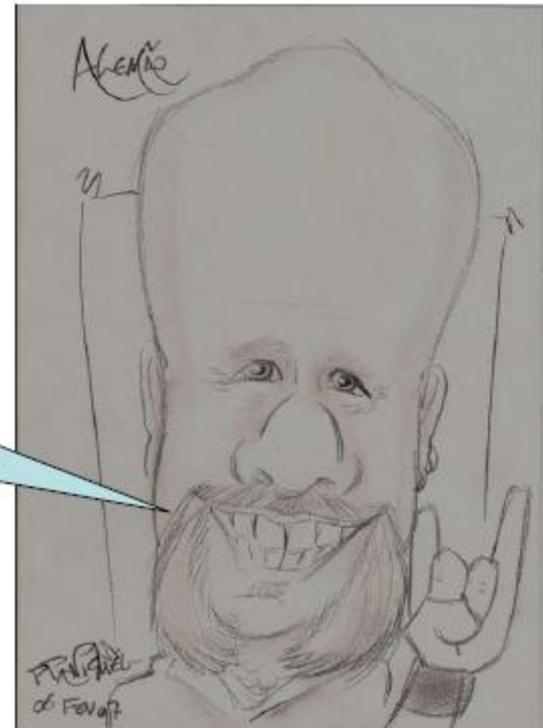
H_{p11-B2} e H_{pB2-X} são calculadas com Q_{B8}

H_{pX-sf} é calculada com Q_{ap}

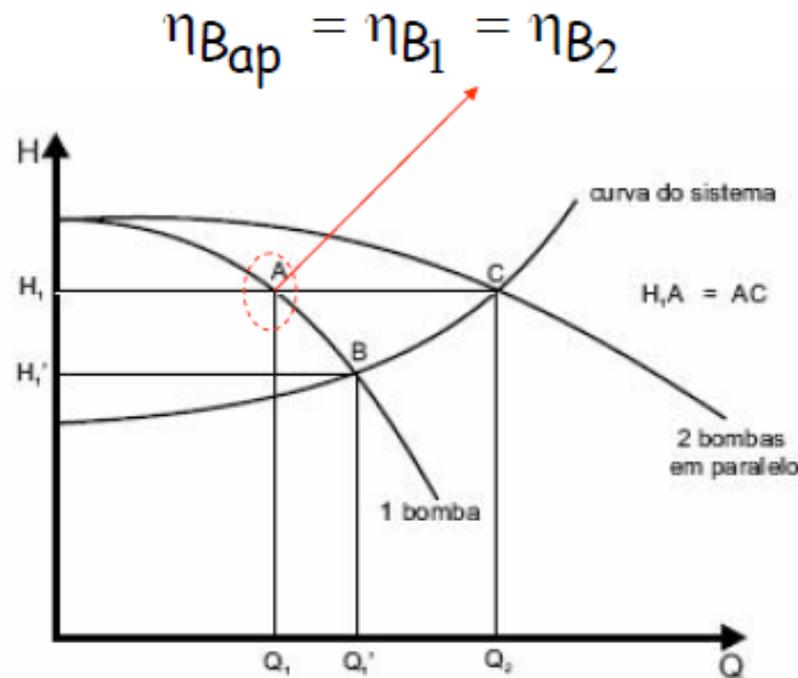
Após a obtenção da equação da CCI, para se especificar o ponto de trabalho, é preciso se obter a CCB da associação em paralelo e para tal tem-se que:

$$H_{B_{ap}} = H_{B_1} = H_{B_2}$$

$$Q_{ap} = Q_1 + Q_2$$



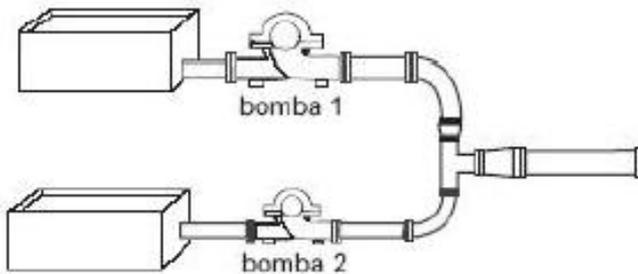
Na associação de bombas hidráulicas iguais, tem-se a curva característica da associação obtida como mencionado no slide anterior e como mostrado a seguir:



No caso das bombas serem diferentes, para se obter a CCB da associação aplica-se novamente:

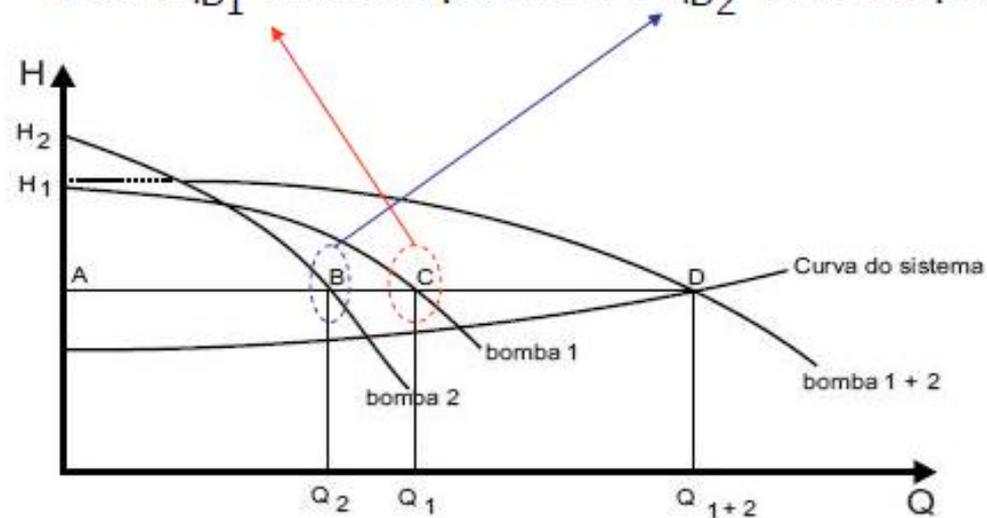
$$H_{B_{ap}} = H_{B_1} = H_{B_2}$$

$$Q_{ap} = Q_1 + Q_2$$



$$\eta_{B_{ap}} = \frac{Q_{ap}}{\frac{Q_1}{\eta_{B_1}} + \frac{Q_2}{\eta_{B_2}}}$$

onde η_{B_1} se lê no ponto C e η_{B_2} se lê no ponto B



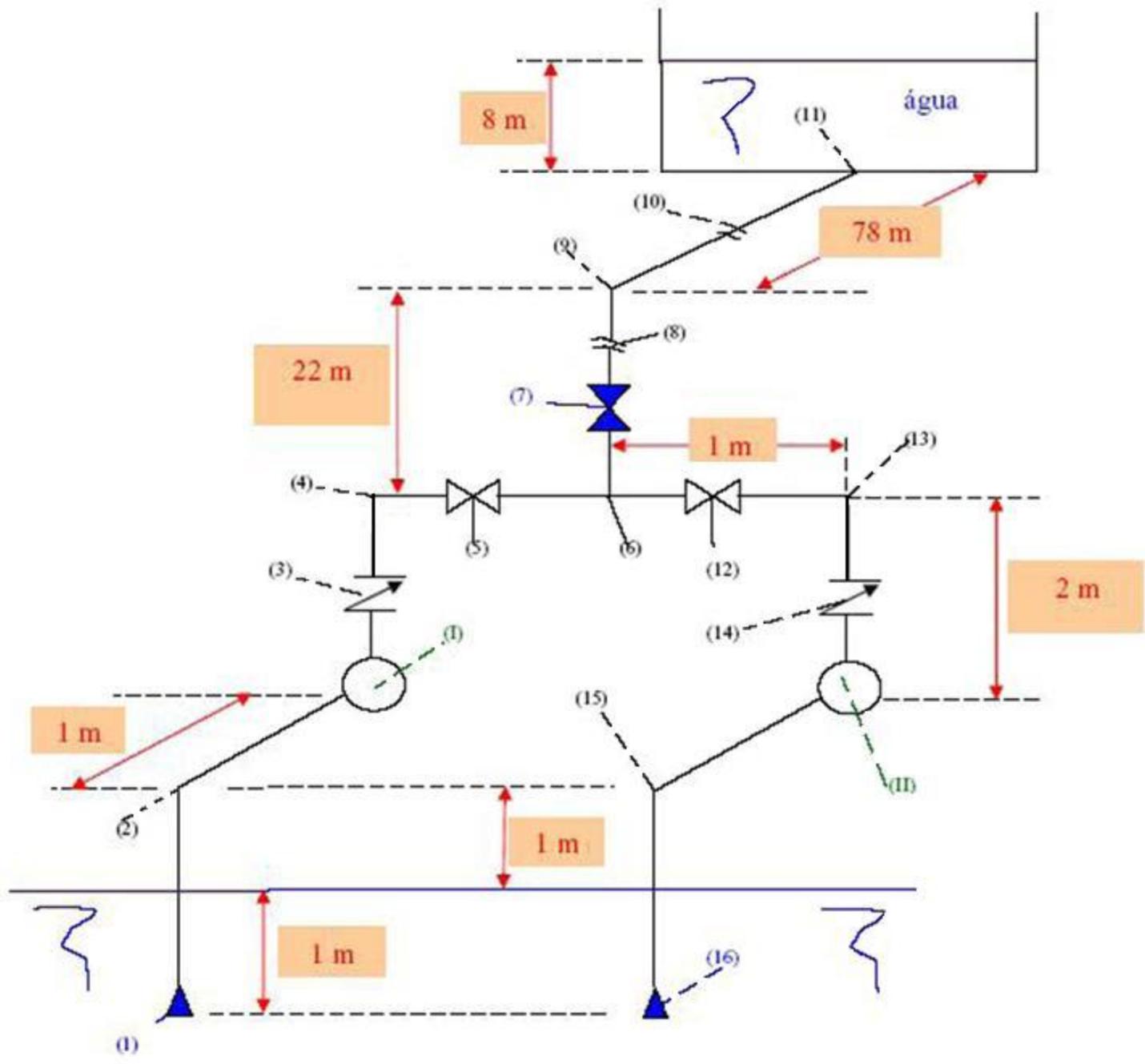
Exemplo de aplicação

A instalação representada a seguir pode operar com uma bomba ou com as duas bombas associadas em paralelo. Sabendo-se que as bombas são iguais e que apresentam as características indicadas na tabela (I), pede-se:

- a. a potência máxima solicitada do motor elétrico quando apenas uma bomba operar;
- b. verificar o fenômeno de cavitação para a situação anterior, sabendo-se que a pressão de vapor da água para a situação descrita é igual a 350 kgf/m^2 (abs) e que a leitura barométrica é igual a 701 mmHg ;
- c. o ponto de trabalho para associação em paralelo das bombas;
- d. a verificação do fenômeno de cavitação para esta nova situação.

Dados:

Tubulação de aço 40, que para a sucção tem um diâmetro nominal de 3" ($D_{\text{int}} = 77,9 \text{ mm}$ e $A = 47,7 \text{ cm}^2$) e para o recalque tem um diâmetro nominal de 2,5" ($D_{\text{int}} = 62,7 \text{ mm}$ e $A = 30,9 \text{ cm}^2$), peso específico da água igual a 1000 kgf/m^3 ; viscosidade cinemática da água igual a $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ e aceleração da gravidade igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.



- (1) e (16) - válvulas de poço da Mipel
- (2), (4), (9), (13) e (15) - joelhos de 90° da Tupy
- (3) e (14) - válvulas de retenção vertical da Mipel
- (5) e (12) - válvulas gavetas da Mipel
- (6) – tê da Tupy
- (7) - válvula globo reta sem guia da Mipel
- (8) e (10) - representação de corte no desenho da tubulação
- (11) - entrada normal Leq da tabela da Tupy
- (I) e (II) - bombas centrífugas radiais

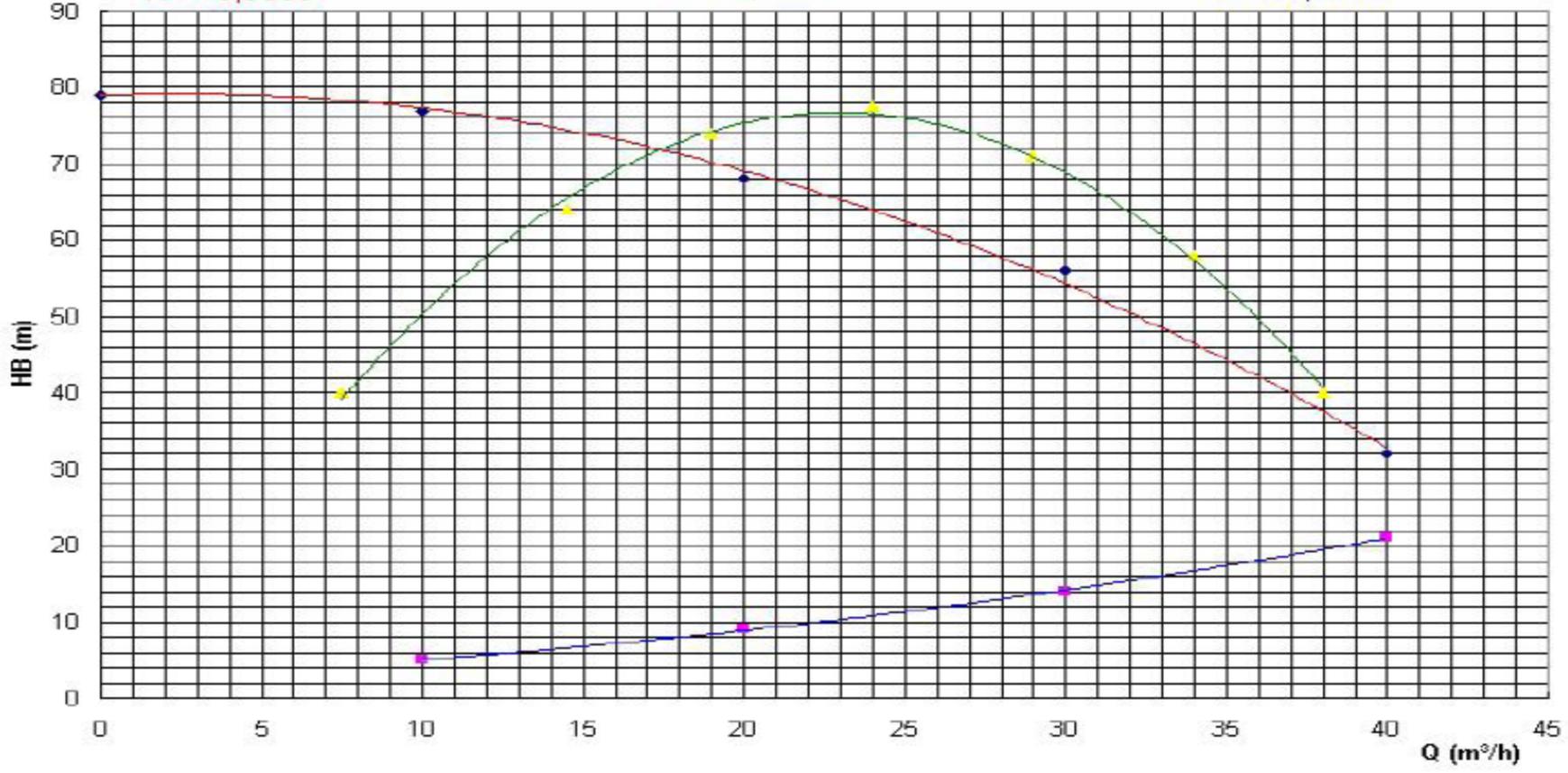
Nota:

Os trechos de (1) a (6) e de (16) a (6) são idênticos e a tubulação é de aço considerada nova

$$y = -0,0331x^2 + 0,1655x + 79$$
$$R^2 = 0,9966$$

$$y = -0,158x^2 + 7,2418x - 6,2346$$
$$R^2 = 0,9964$$

$$y = 0,0075x^2 + 0,155x + 2,75$$
$$R^2 = 0,9996$$



◆ HB (m) ■ NPSH req (m) ▲ rendimento (%) — Poly. (HB (m)) — Poly. (NPSH req (m)) — Poly. (rendimento (%))