

Décima primeira aula de
laboratório de ME5330 –
experiência da associação
em paralelo

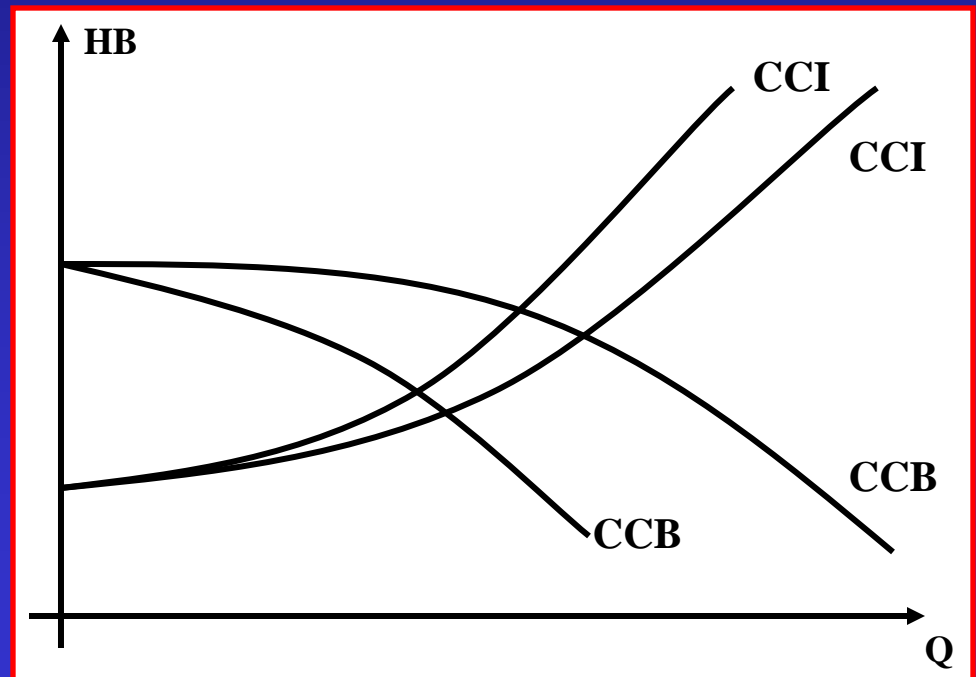
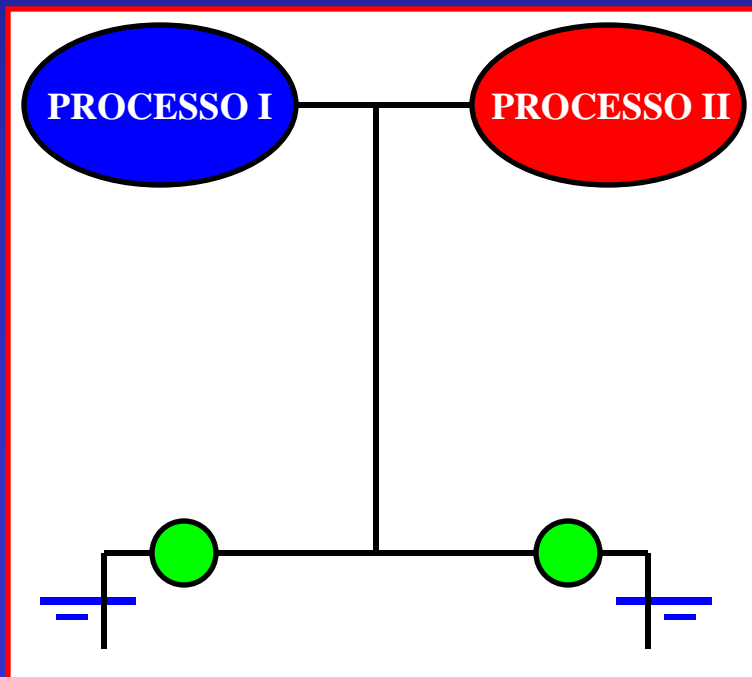
Maio de 2011

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO DE BOMBAS:

 QUANDO É NECESSÁRIA?

 OBTENÇÃO DE UMA MAIOR VAZÃO “Q”...

 VARIAÇÃO NO PROCESSO...



Objetivo: determinação da curva
 $H_{\text{Bap}} = f(Q_a)$ através das bancadas
7 e 8 do laboratório de mecânica
dos fluidos do Centro
Universitário da FEI

Considera-se as seções (1) e (2), respectivamente a entrada e a saída da bomba da bancada 7 e as seções (3) e (4), respectivamente a entrada e a saída da bancada 8, como mostra a figura a seguir.



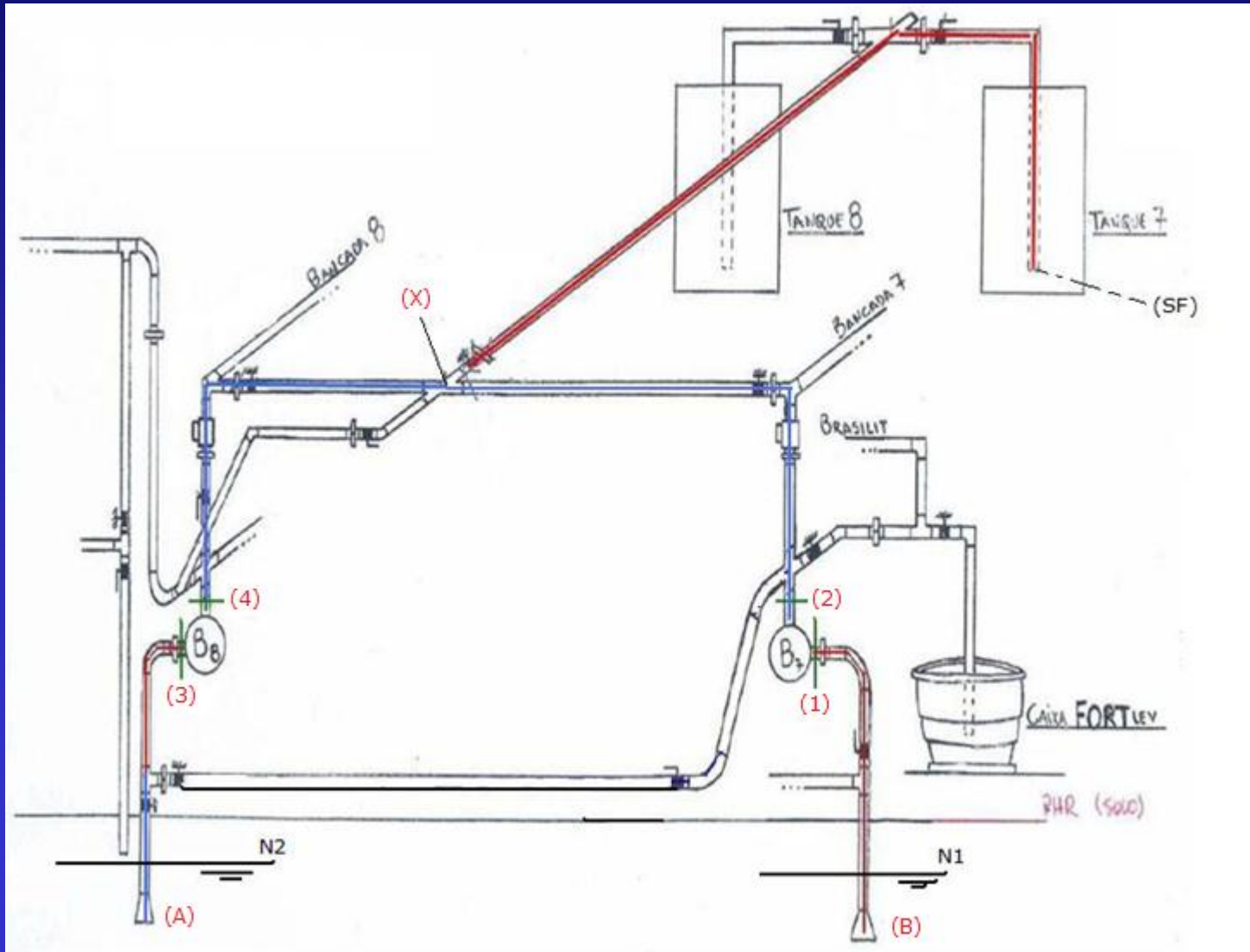
As fotos abaixo mostram o caminho percorrido pela água na associação em paralelo das bombas da bancada 7 (B7) e da bancada 8 (B8).



Determinação das propriedades



Esquemáticamente



Efetutando-se um balanço de potências entre as seções (1), (3) e (sf), obtém-se a equação I:

$$\gamma Q_{B7} H_1 + \gamma Q_{B8} H_3 + \gamma Q_{B7} H_{B7} + \gamma Q_{B8} H_{B8} = \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{SF} + \gamma Q_{B7} H_{p_{2-X}} + \gamma Q_{B8} H_{p_{4-X}} + \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{p_{X-SF}}$$

Equação I

Por outro lado, ao se efetuar um balanço de potências entre as seções (2), (4) e (sf), obtém-se a equação II:

$$\gamma Q_{B7} H_2 + \gamma Q_{B8} H_4 = \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{SF} + \gamma Q_{B7} H_{p_{2-X}} + \gamma Q_{B8} H_{p_{4-X}} + \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{p_{X-SF}}$$

Equação II

Observação: nas equações I e II "X" corresponde a cruzeta onde as vazões se unem.

De (II) em (I) e sabendo-se que o peso específico é constante, tem-se:

$$\gamma Q_{B7} H_1 + \gamma Q_{B8} H_3 + \gamma Q_{B7} H_{B7} + \gamma Q_{B8} H_{B8} = \gamma Q_{B7} H_2 + \gamma Q_{B8} H_4$$

A soma $\gamma Q_{B7} H_{B7} + \gamma Q_{B8} H_{B8} = \gamma Q_{ap} H_{B_{ap}}$, portanto:

$$\gamma Q_{B7} H_1 + \gamma Q_{B8} H_3 + \gamma Q_{ap} H_{B_{ap}} = \gamma Q_{B7} H_2 + \gamma Q_{B8} H_4$$

$$H_{B_{ap}} = \frac{1}{Q_{ap}} \times [Q_{B7} \times (H_2 - H_1) + Q_{B8} \times (H_4 - H_3)]$$

Como os nossos medidores de vazão eletromagnéticos não estão em operação, vamos considerar:



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

$$H_{B_{ap}} = \frac{1}{2} \times [(H_2 - H_1) + (H_4 - H_3)]$$

No desenvolvimento da experiência, deve-se obter a rotação do conjunto motobomba através de um tacômetro.



As cargas nas seções (1), (2), (3) e (4) são obtidas lendo-se as pressões nos manômetros metálicos tipo Bourdon

Bancada 7 com transdutores de pressão



Bancada 7 sem os transdutores de pressão



Tabelas de dados:

| | P barométrica (.....) | P_{m1} (.....) | P_{m2} (.....) | n_{B7} (rpm) | P_{m3} (.....) | P_{m4} (kPa) | n_{B8} (rpm) | |
|---------------------|--------------------------|--|--|--|--|-------------------------|-------------------|--|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| Cotas: | PHR no eixo da bomba | Cota do cento do manômetro até o eixo na seção (1) | Cota do cento do manômetro até o eixo na seção (2) | Cota do cento do manômetro até o eixo na seção (3) | Cota do cento do manômetro até o eixo na seção (4) | | | |
| z_1 (m) | | h_1 (cm) | h_2 (cm) | h_3 (cm) | h_4 (cm) | | | |
| z_2 (m) | | | | | | | | |
| z_3 (m) | | | | | | | | |
| z_4 (m) | | | | | | | | |
| Dados da tubulação: | | | | | | | | |
| | D_H (m) | A seção livre (m ²) | | Propriedades da água a°C: | | | | |
| 2" | 0,0525 | 0,00217 | | μ (kg/m.s) | ρ (kg/m ³) | p_{vapor} (Pa) | | |
| 1.5" | 0,0408 | 0,00131 | | | | | | |

Importante:

após os ensaios deve-se desenvolver um relatório técnico, onde se compara a curva $H_{Bap} = f(Q_{cap})$ obtida na prática com a obtida pelo Excel a partir dos dados de catálogos das bombas B7 e B8, que no caso são iguais e para a rotação de 3500 rpm apresentam as seguintes características:

| Q fab. | Hb fab. |
|---------------------|---------|
| (m ³ /h) | (m) |
| 0 | 39,5 |
| 2 | 39,5 |
| 4 | 39 |
| 6 | 37,5 |
| 8 | 35 |
| 10 | 33 |
| 12 | 30 |
| 14 | 26,5 |
| 16 | 21,5 |