

Mecânica dos Fluidos para Engenharia Química

ME5330

24/11/2009



EM SÉRIE VISA ATENDER A DEMANDA DE UMA CARGA MAIOR

por exemplo: bombas

recurso adotado pelo projetista visando

- redução de custos do projeto
- aumento de segurança de operação
- flexibilidade do processo de manutenção

A associação de máquinas de fluxo geradoras em série ou paralelo

23/11/2009 - v2

irrigação e abastecimento

associação em paralelo

EM PARALELO VISA ATENDER UMA VAZÃO MAIOR, A QUAL PODE NÃO SER CONTINUA

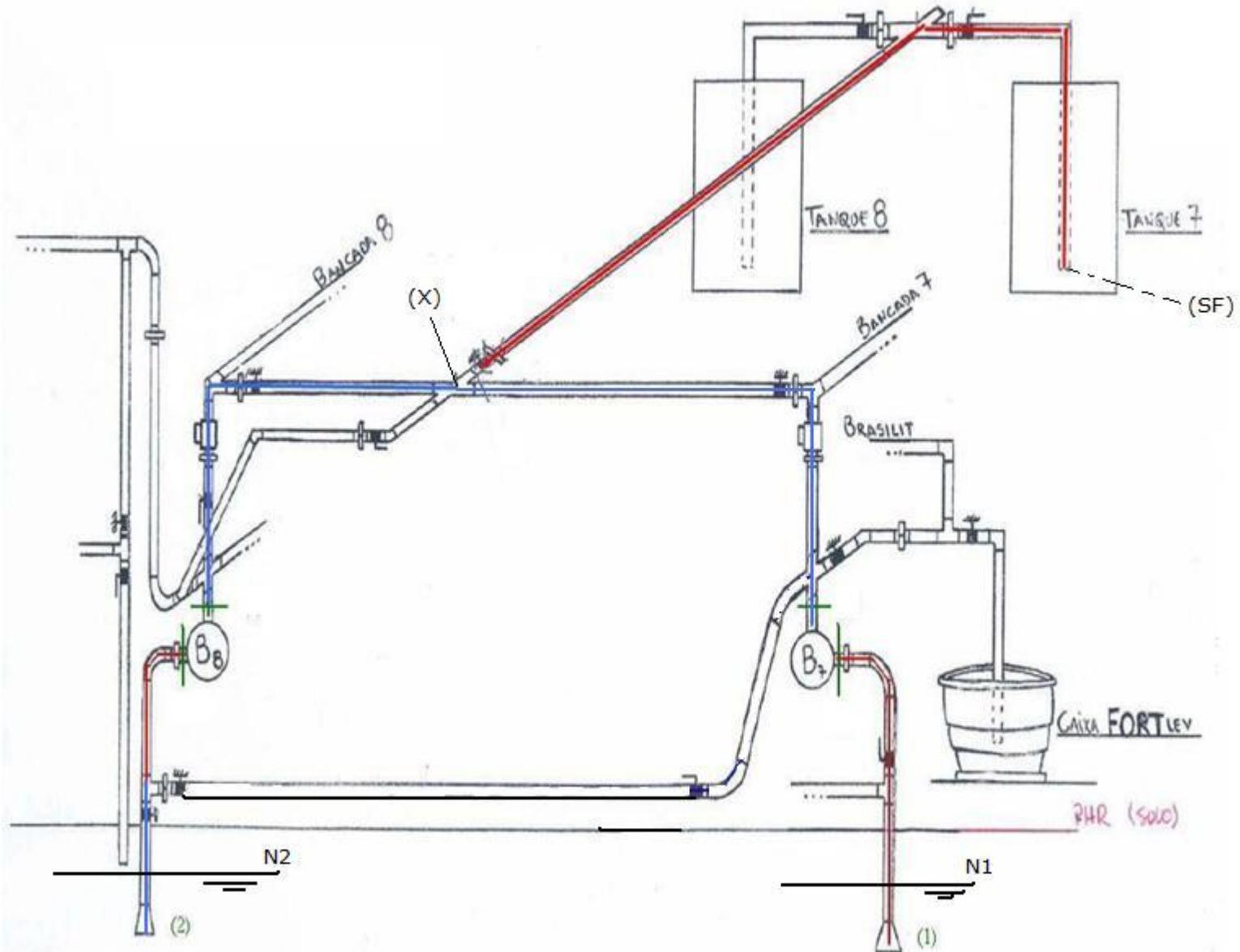
oleodutos

associação em série

Hoje vamos falar da associação em paralelo de bombas



Esquemáticamente



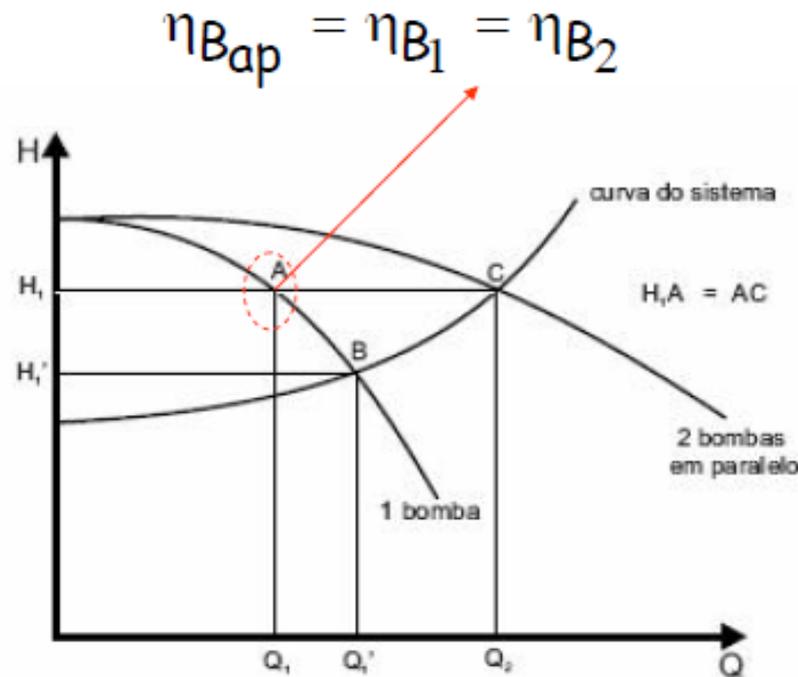
Após a obtenção da equação da CCI, para se especificar o ponto de trabalho, é preciso se obter a CCB da associação em paralelo e para tal tem-se que:

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

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



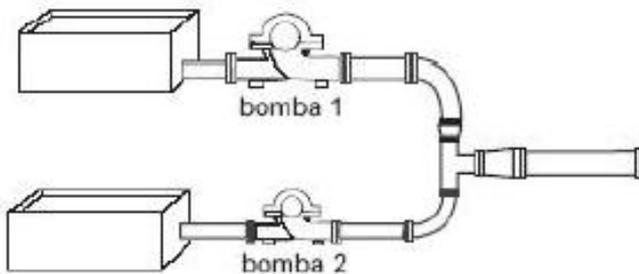
Na associação de bombas hidráulicas iguais, tem-se a curva característica da associação obtida como mencionado no slide anterior e como mostrado a seguir:



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

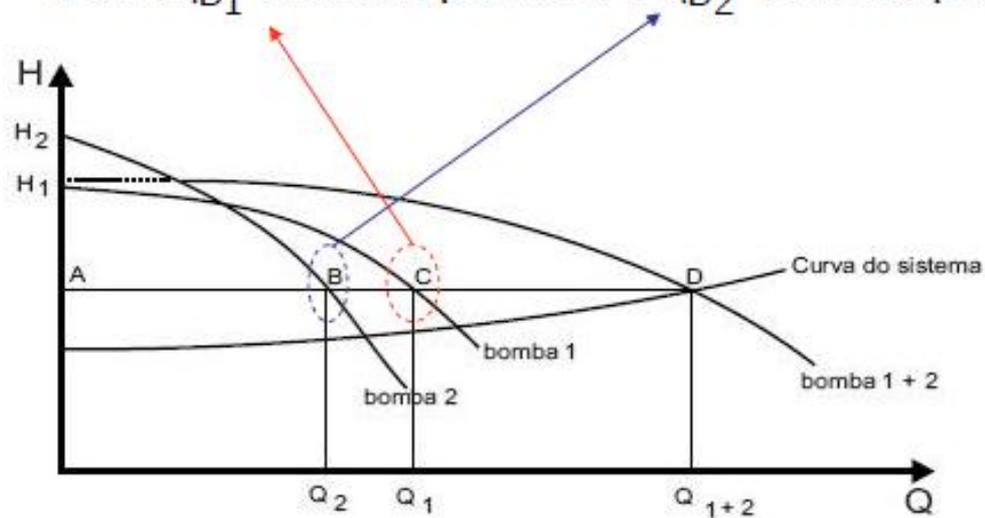
$$H_{B_{ap}} = H_{B_1} = H_{B_2}$$

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



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

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





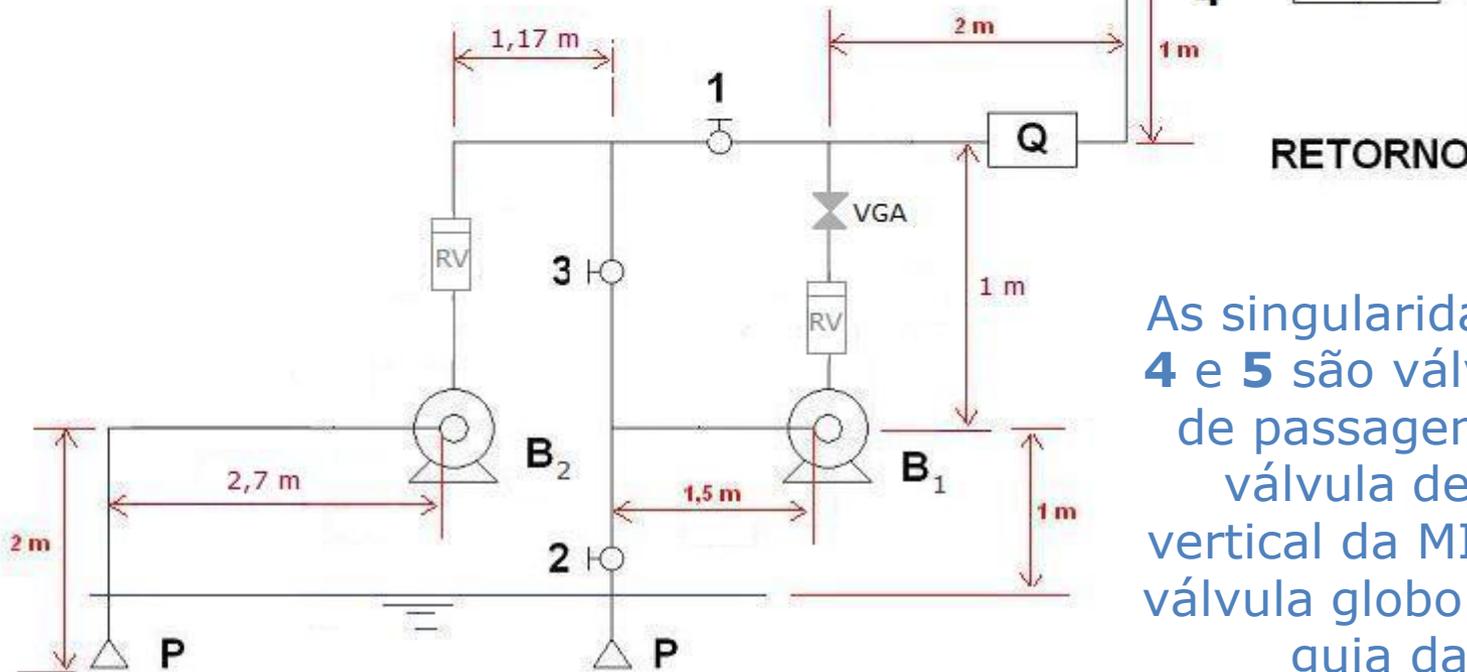
BOMBAS DE DUPLA SUCÇÃO OU
ADMISSÃO PODEM SUBSTITUIR
AS ASSOCIAÇÕES EM PARALELO
DE DUAS BOMBAS.

É MUITO IMPORTANTE SE ANALISAR
O RENDIMENTO E A RESERVA
CONTRA A CAVITAÇÃO AO SE
TRABALHAR COM BOMBAS
ASSOCIADAS E BOMBAS DE
MULTIESTÁGIOS E A BOMBA DE
DUPLA SUCÇÃO OU ADMISSÃO

Exemplo

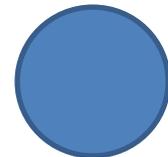
Considere a instalação ao lado, que pode operar só com uma bomba, com bombas associadas em série e paralelo.

Sabe-se que a tubulação é de aço 40 com um único diâmetro nominal de 1,5", que as válvulas são da MIPEL e os demais acessórios são da Tupy e que o medidor de vazão (**Q**) é um Venturi com comprimento equivalente igual a 4,83 m.



As singularidades **1**, **2**, **3**, **4** e **5** são válvulas esferas de passagem plena, RV válvula de retenção vertical da MIPEL e VGA é válvula globo angular sem guia da MIPEL

SÓ EXISTIRÃO VAZÕES IGUAIS
ATRAVÉS DAS BOMBAS
ASSOCIADAS SE A PERDA DE
CARGA ANTES DAS MESMAS E
DEPOIS DELAS ATÉ O PONTO QUE
AS VAZÕES SE SOMAM FOREM
IGUAIS!



Para demonstrar as condições anteriores, parte-se dos dados a seguir:

singularidade	Leq (m)
Válvula globo angular sem guia	4,88
válvula de pé com crivo	17,07
cotovelo de 90°	1,41
válvula de retenção	17,07
T de saída lateral	2,06
T de passagem direta	0,25
T de saída bilateral	2,50
válvula esfera	0,55
venturi	4,36

água	T (°C)	ρ (kg/m³)	998,2
	20	γ (N/m³)	9782,36
		ν (m²/s)	1,00E-06

D (mm)	A (cm²)
40,8	13,1

g (m/s²)	9,8
---	-----

Perdas de NII até a entrada da bomba B₁

$$H_{p_{NII-eB_1}} = f \times \frac{(3,5 + 17,07 + 0,55 + 2,06)}{0,0408} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (13,1 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p_{NII-eB_1}} = f \times 1689097059 \times Q^2$$

Perdas de NII até a entrada da bomba B₂

$$H_{p_{NII-eB_2}} = f \times \frac{(4,7 + 17,07 + 1,41)}{0,0408} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (13,1 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p_{NII-eB_2}} = f \times 1689097059 \times Q^2$$

Perdas da saída da bomba B₁ até (X)

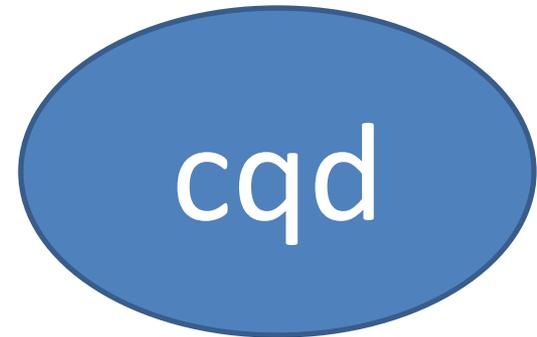
$$H_{p_{sB_1-X}} = f \times \frac{(1 + 17,07 + 4,88)}{0,0408} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (13,1 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p_{sB_1-X}} = f \times 1672337253 \times Q^2$$

Perdas da saída da bomba B₂ até (X)

$$H_{p_{sB_2-X}} = f \times \frac{(1 + 17,07 + 1,41 + 1,17 + 0,25 + 0,55 + 1,5)}{0,0408} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (13,1 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p_{sB_2-X}} = f \times 1672337253 \times Q^2$$



Obtendo a equação da CCI

$$\gamma \times \frac{Q_{ap}}{2} \times H_{NI} + \gamma \times \frac{Q_{ap}}{2} \times H_{NII} + \gamma \times \frac{Q_{ap}}{2} \times H_{B1} + \gamma \times \frac{Q_{ap}}{2} \times H_{B1} = \gamma \times Q_{ap} \times H_{SF} + \sum N_{dissipadas}$$

$$\sum N_{dissipadas} = \gamma \times \frac{Q_{ap}}{2} \times H_{p_{NI-eB1}} + \gamma \times \frac{Q_{ap}}{2} \times H_{p_{NII-eB2}} + \gamma \times \frac{Q_{ap}}{2} \times H_{p_{sB1-x}} + \gamma \times \frac{Q_{ap}}{2} \times H_{p_{sB2-x}} + \gamma \times Q_{ap} \times H_{p_{x-SF}}$$

Agora é aplicar no
exercício proposto

Obtendo a CCB

CCB FABRICANTE		
Q (m³/h)	H_B (m)	η (%)
0	26	-
2	26,8	52
4	26,3	54
6	24,6	55,5
8	21,5	56
10	17,1	56
12	11,5	55,5
14	4,5	54
14,5	2,6	

Obtendo a CCB

CCB FABRICANTE			
Q (m³/h)	Q_{ap} (m³/h)	H_B (m)	η (%)
0	0	26	-
2	4	26,8	52
4	8	26,3	54
6	12	24,6	55,5
8	16	21,5	56
10	20	17,1	56
12	24	11,5	55,5
14	28	4,5	54
14,5	29	2,6	

Obtendo a CCB da associação em paralelo pelo Excel

