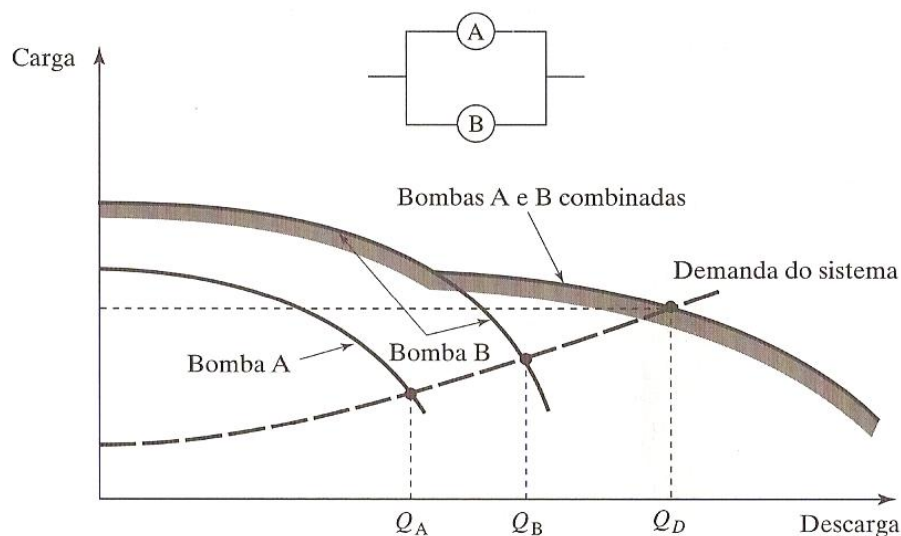


em série, estime a potência de cada bomba em funcionamento para as seguintes situações:

- a carga estática da instalação é igual a 15 m, a variação da carga cinética entre a seção inicial e final é desprezível e a instalação opera com uma única bomba; (valor – 1,0)
- a carga estática da instalação é igual a 15 m, a variação da carga cinética entre a seção inicial e final é desprezível e a instalação opera com a associação em paralelo de duas bombas idênticas; (valor 1,5)
- a carga estática da instalação é igual a 25 m, a variação da carga cinética entre a seção inicial e final é desprezível e você deve viabilizar esta situação. (valor – 1,5)

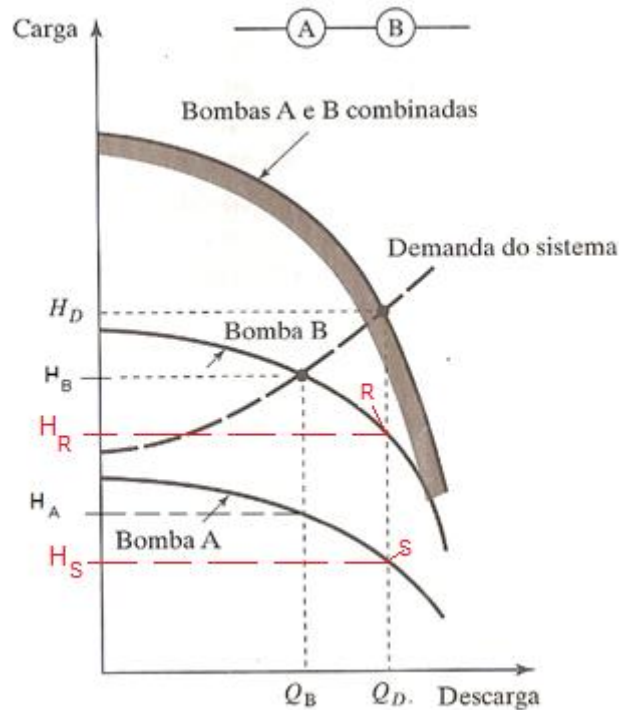
Dados: $\eta_B = 59,642 + 60,52 \times Q - 39,3 \times Q^2$ com η_B em % e a Q em m^3/s ; $\rho_{\text{água}} = 998 \frac{kg}{m^3}$ e que a CCI permanece praticamente a mesma para todas as possibilidades de funcionamento das bombas com exceção da carga estática.

3ª Questão: Na última experiência ocorreu um fato interessante, em uma das linhas de dados observou-se que uma das bombas não estava funcionando ($Q < 0$), identifique a região do gráfico que representa essa situação. (valor – 0,25)



Solução

1ª Questão:



- H_D – é a carga manométrica no ponto de trabalho para a associação em série de bombas. (valor 0,25)
- H_B – é a carga manométrica no ponto de trabalho no funcionamento da bomba B. (valor 0,125)
- H_A – é a carga manométrica da bomba A para a vazão Q_B . (valor 0,125)

c.
$$N_{B_{as}} = N_{B_A} + N_{B_B} \Rightarrow \eta_{B_{as}} = \frac{H_D}{\frac{H_R}{\eta_{B_A \text{ lido em R}}} + \frac{H_S}{\eta_{B_B \text{ lido em S}}}} \quad (\text{valor } 0,25)$$

2ª Questão:

- para as condições impostas, obtemos a equação da CCI:

$$H_S = H_{estática} + H_{p_{total}} = 15 + 0,025 \times \frac{(70 + 30)}{0,3} \times \frac{Q^2}{19,6 \times \left(\frac{\pi \times 0,3^2}{4} \right)^2} \quad (0,25)$$

$$H_S = 15 + 85,1 \times Q^2$$

Como nas equações da CCI e CCB temos as grandezas definidas no mesmo sistema de unidade, temos no ponto de trabalho que:

$$\begin{aligned}
 H_B = H_S \therefore 22,9 + 10,7 \times Q - 111 \times Q^2 &= 15 + 85,1 \times Q^2 \\
 196,1 \times Q^2 - 10,7 \times Q - 7,9 &= 0 \quad (0,25) \\
 Q_\tau &= \frac{10,7 + \sqrt{10,7^2 + 4 \times 196,1 \times 7,9}}{2 \times 196,1} \cong 0,223 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Com a vazão do ponto de trabalho definida, podemos calcular para o mesmo a carga manométrica e o rendimento:

$$\begin{aligned}
 \eta_B &= 59,642 + 60,52 \times 0,223 - 39,3 \times 0,223^2 \cong 71,2\% \\
 H_B &= 22,9 + 10,7 \times 0,223 - 111 \times 0,223^2 \cong 19,8\text{m} \\
 \therefore N_B &= \frac{998 \times 9,8 \times 0,223 \times 19,8}{0,712} \cong 60652,2\text{W} \approx 60,7\text{kW} \quad (0,50)
 \end{aligned}$$

b. para a associação em paralelo das bombas, temos a alteração da equação da

$$\text{CCB: } H_{B_{ap}} = 22,9 + 10,7 \times \frac{Q}{2} - 111 \times \left(\frac{Q}{2}\right)^2 = 22,9 + 5,35 \times Q - 27,75 \times Q^2$$

Como não há alteração na CCI, no ponto de trabalho temos:

$$\begin{aligned}
 H_{B_{ap}} = H_S \therefore 22,9 + 5,35 \times Q - 27,75 \times Q^2 &= 15 + 85,1 \times Q^2 \\
 112,85 \times Q^2 - 5,35 \times Q - 7,9 &= 0 \quad (0,75) \\
 Q_{ap\tau} &= \frac{5,35 + \sqrt{5,35^2 + 4 \times 112,85 \times 7,9}}{2 \times 112,85} \cong 0,290 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Como as bombas são iguais cada uma irá contribuir com uma vazão de $\frac{0,290}{2} = 0,145 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ e é com esta vazão que iremos ler o rendimento, ou seja:

$$\eta_B = 59,642 + 60,52 \times 0,145 - 39,3 \times 0,145^2 \cong 67,6\% \quad (0,25)$$

Já a carga manométrica será:

$$\begin{aligned}
 H_{B_\tau} &= 24,9 + 5,85 \times 0,293 - 29 \times 0,293^2 \cong 24,2\text{m} \\
 \therefore N_B &= \frac{998 \times 9,8 \times 0,1465 \times 24,2}{0,677} \cong 51217,8\text{W} \quad (0,50)
 \end{aligned}$$

c. Como a carga estática (25 m) é maior que a que a carga manométrica para a vazão nula (ponto de shut-off = 22,9m) já concluímos que uma bomba só não conseguirá bombear o fluido, portanto para tentar viabilizar este escoamento propomos a associação em série das bombas e isto origina:

$$H_{B_{as}} = 2 \times (22,9 + 10,7 \times Q - 111 \times Q^2) = 45,8 + 21,4 \times Q - 222 \times Q^2 \quad (0,25)$$

Já a CCI para esta situação será: $H_S = 25 + 85,1 \times Q^2$ (0,25), portanto no ponto de trabalho temos:

$$H_{B_{as}} = H_S \therefore 45,8 + 21,4 \times Q - 222 \times Q^2 = 25 + 85,1 \times Q^2$$

$$307,1 \times Q^2 - 21,4 \times Q - 20,8 = 0 \Rightarrow Q_{as_\tau} = \frac{21,4 + \sqrt{21,4^2 + 4 \times 307,1 \times 20,8}}{2 \times 307,1}$$

$$\therefore Q_{as_\tau} \cong 0,298 \frac{m^3}{s}$$

(0,25)

Para a associação em série nós sabemos que a vazão é constante, portanto:

$$H_{B_{as}} = 45,8 + 21,4 \times 0,298 - 222 \times 0,298^2 \cong 32,5m, \text{ portanto cada bomba}$$

$$\text{contribuirá com } H_B = \frac{32,5}{2} = 16,25m \Rightarrow N_B = \frac{998 \times 9,8 \times 0,298 \times 16,25}{\eta_B}, \text{ onde}$$

podemos determinar o rendimento:

$$\eta_B = 59,642 + 60,52 \times 0,298 - 39,3 \times 0,298^2 \cong 74,2\%$$

$$\therefore N_B = \frac{998 \times 9,8 \times 0,298 \times 16,25}{0,742} \cong 63829,6W \quad (0,75)$$

3ª Questão: seria na região I especificada, isto porque na mesma só existe a atuação da bomba (2). (0,25)

