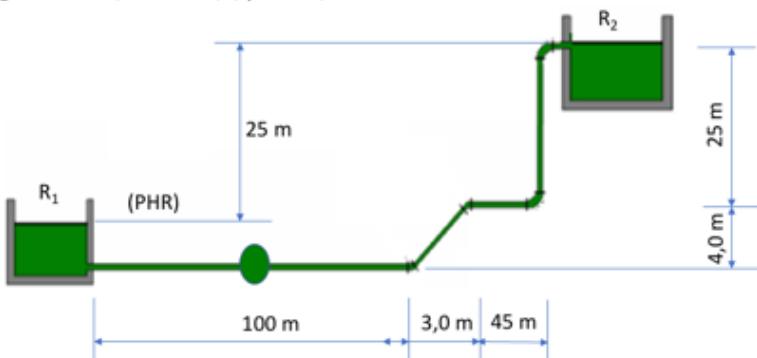


Aplicação

Na instalação da figura, a bomba recalca água do reservatório R_1 para o reservatório R_2 , ambos em nível constante com uma vazão de 4,5 L/s. Considerando as perdas distribuídas, determinar a potência da bomba em kW sabendo que o rendimento é de 75 %. Dados: $D=2"$; tubos de ferro galvanizados; $v=10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; $\gamma=10^4 \text{ N/m}^3$.



$$D = 2" = 5,08 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$k = 1,52 \times 10^{-4}$$

$$Q = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\eta_B = 75\%$$

$$V = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\gamma = 10^4 \text{ N/m}^3$$

$$N = \frac{Q}{A} \Rightarrow N = \frac{4,5 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot (5,08 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow N = 2,22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Re = \frac{N \cdot D_H}{V} \Rightarrow Re = \frac{2,22 \cdot 5,08 \cdot 10^{-2}}{10^{-6}} \Rightarrow Re = 1,13 \cdot 10^5$$

$$\frac{D_H}{k} = \frac{5,08 \cdot 10^{-2}}{1,52 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \frac{D_H}{k} = 334$$

$$f(3,0 \times 10^4; 334) = 0,028$$

$$L = 100 + 5 + 45 + 25 \Rightarrow L = 175 \text{ m}$$

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{V^2}{2g} \Rightarrow h_f = 0,028 \cdot \frac{175}{5,08 \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{2,22^2}{2,9,8}$$

$$h_f = 24,25 \quad \therefore$$

$$H_{P,1,2} = 24,25 \text{ m}$$

$$H_1 + H_B = H_2 + H_{D,1,2}$$

$$\frac{N_1^2}{2g} + \gamma_1 + \frac{P_1}{\gamma} + H_B = \frac{N_2^2}{2g} + \gamma_2 + \frac{P_2}{\gamma} + H_{D,1,2}$$

$$N_1 = 0 ; \quad \gamma_1 = 0 ; \quad P_1 = 0 ; \quad P_2 = 0$$

$$H_B = \frac{N_2^2}{2g} + \gamma_2 + H_{D,1,2}$$

$$H_B = \frac{\gamma_{1,22}^2}{2 \cdot 9,8} + 25 + 24,25$$

$$H_B = 49,5 \text{ m}$$

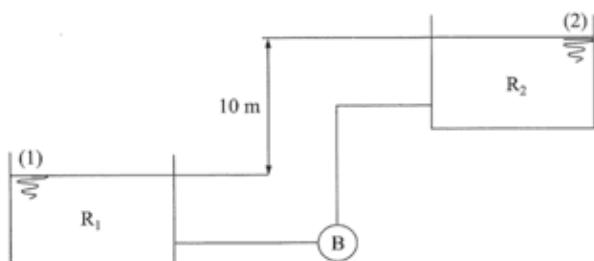
$$N_B = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_B}{M_B} \Rightarrow N_B = \frac{10^4 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 49,5}{0,75}$$

$$N_B = 2970 \text{ W}$$

$$N_B = 3,0 \text{ kW}$$

Exercício proposto

Na instalação da figura, a bomba B recalca água do reservatório R₁ para o reservatório R₂, ambos em nível constante. Considerando as perdas distribuídas, determinar a potência da bomba em kW se o rendimento é de 75 % para uma vazão de 20,5 L/s. Dados: D=10 cm; L=50 m, total; tubos de ferro fundido, k=2,5x10⁻⁴ m; ν=10⁻⁶ m²/s; γ=10⁴ N/m³.



Resposta: 4,0 kW

Vazão: 20,5 L/s

$$D = 10 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ m}$$

$$k = 2,5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\gamma = 10^4 \text{ N/m}^3$$

$$\eta_B = 0,75$$

$$N = \frac{Q}{A} \Rightarrow N = \frac{\nu \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \Rightarrow N = \frac{\nu \cdot 20,5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (10 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow N = 2,61 \text{ m/s}$$

$$R_C = \frac{N \cdot D_H}{\nu} \Rightarrow R_C = \frac{2,61 \cdot 10 \cdot 10^{-2}}{10^{-6}} \Rightarrow R_C = 26 \cdot 10^5$$

$$\frac{D_H}{k} = \frac{10 \cdot 10^{-2}}{2,5 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \frac{D_H}{k} = 400$$

$$f(26 \cdot 10^5; 400) = 0,026$$

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{\nu^2}{2g} \Rightarrow h_f = \frac{0,026 \cdot 50 \cdot 2,61^2}{10 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 9,8} \Rightarrow h_f = 4,52 \text{ m}$$

$$H_{p,1,2} = 4,52 \text{ m}$$

$$H_1 + H_B = H_2 + H_{p,1,2}$$

$$\frac{N^2}{2g} + z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + H_B = \frac{N^2}{2g} + z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + H_{p,1,2}$$

$$N_1 = N_2 = 0 \quad P_1 = P_2 = 0$$

$$\delta_1 + H_B = \delta_2 + H_{P_{1,2}}$$

$$H_B = \delta_2 - \delta_1 + H_{P_{1,2}}$$

$$H_B = 10 + 4,52 = 14,52$$

$$N_B = \frac{r \cdot Q \cdot H_B}{M_B} \Rightarrow N_B = \frac{10^4 \cdot 20,5 \cdot 10^{-3} \cdot 14,52}{0,75}$$

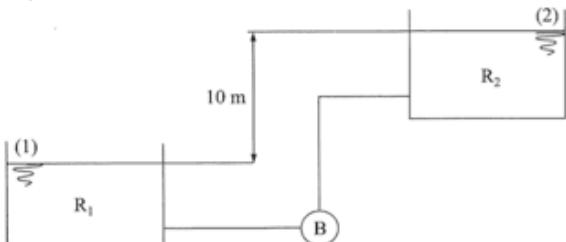
$$N_B = 3969 \text{ W}$$

Exercício proposto

Na instalação da figura, a bomba B recala água do reservatório R₁ para o reservatório R₂, ambos em nível constante. Considerando uma perda de carga de 4,0 m, determinar:

- A vazão na tubulação;
- A potência da bomba em kW se o rendimento é de 75 %.

Dados: D=10 cm; L=50 m, total; tubos de ferro fundido, k=2,5x10⁻⁴ m; ν=10⁻⁶ m²/s; γ=10⁴ N/m³.



Resposta: 20,5 L/s; 4,0 kW

a) Caso II dos

exemplos

$$h_f = f \frac{L}{D_H} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$N = \sqrt{\frac{h_f \cdot D_H \cdot 2g}{f \cdot L}}$$

$$Re = \frac{N \cdot D_H}{\nu} \Rightarrow N = \frac{Re \cdot V}{D_H}$$

$$\frac{Re \cdot V}{D_H} = \sqrt{\frac{h_f \cdot D_H \cdot 2g}{f \cdot L}}$$

$$Re \cdot \sqrt{f} = \frac{D_H}{\nu} \cdot \sqrt{\frac{h_f \cdot D_H \cdot 2g}{L}}$$

$$Re \sqrt{f} = \frac{0,1}{10^{-6}} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1 \cdot 2.9,8}{50}}$$

$$Re \sqrt{f} = 3,96 \times 10^4$$

$$f = 0,023$$

$$\frac{D_H}{k} = \frac{0,1}{2,5 \times 10^{-4}} = 400$$

$$N = \sqrt{\frac{h_f \cdot D_H \cdot 2g}{f \cdot L}} \Rightarrow$$

$$N = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1 \cdot 2.9,8}{0,023 \cdot 50}}$$

$$N = 2,61 \text{ m/s}$$

$$\Theta = N \cdot A \Rightarrow Q = 2,61 \cdot \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \Rightarrow Q = 2,05 \times 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 20,5 \text{ L/s}$$

b) $H_1 + H_B = H_2 + H_{P_{1,2}}$

$$\frac{N_1^2}{2g} + z_1 + \frac{p_1}{\rho} + H_B = \frac{N_2^2}{2g} + z_2 + \frac{p_2}{\rho} + H_{P_{1,2}}$$

$$N_1 = N_2 = 0$$

$$p_1 = p_2 = 0$$

$$z_1 + H_B = z_2 + H_{P_{1,2}}$$

$$H_B = z_2 - z_1 + H_{P_{1,2}}$$

$$H_B = 10 + 4 = 14 \text{ m}$$

$$N_B = \frac{\eta \cdot Q \cdot H_B}{h_B} \Rightarrow N_B = \frac{10^4 \cdot 20,5 \cdot 10^{-3} \cdot 14}{0,73}$$

$$N_B = 3930 \text{ W}$$

$$N_B \approx 4 \text{ kW}$$