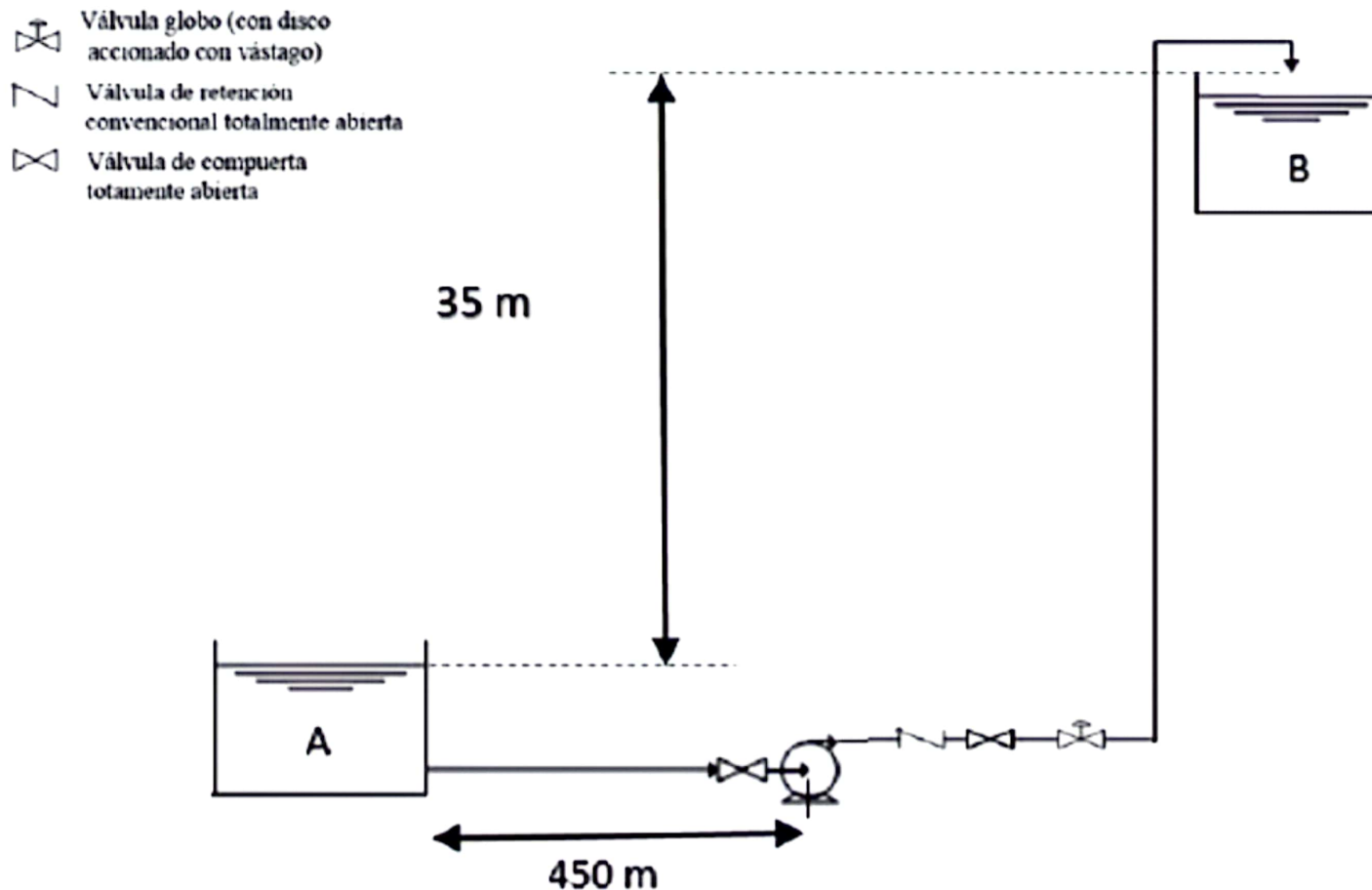


8. Se desea transportar jugo de naranjas a 25 °C (densidad 1200 kg/m³) desde un depósito A hasta otro B mediante un sistema como el que muestra en el diagrama de flujo. La tubería que une el depósito A con la bomba tiene un diámetro nominal de 12 in y una longitud de 450 m. A la salida de la bomba, la tubería que llega al depósito B tiene 600 m de longitud en total y 8 in de diámetro nominal. Ambas tuberías son de cedula 40. Si el caudal que circula en la cañería que va al depósito B es de 115 L/s. Determinar:

- La velocidad a la que circula el fluido por las conducciones.
- La potencia necesaria de bombeo (rendimiento de la bomba 70%).



8

Datos:

$$V_A = ? \quad V_B = ?$$

$$W = ?$$

$$T = 25^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$$

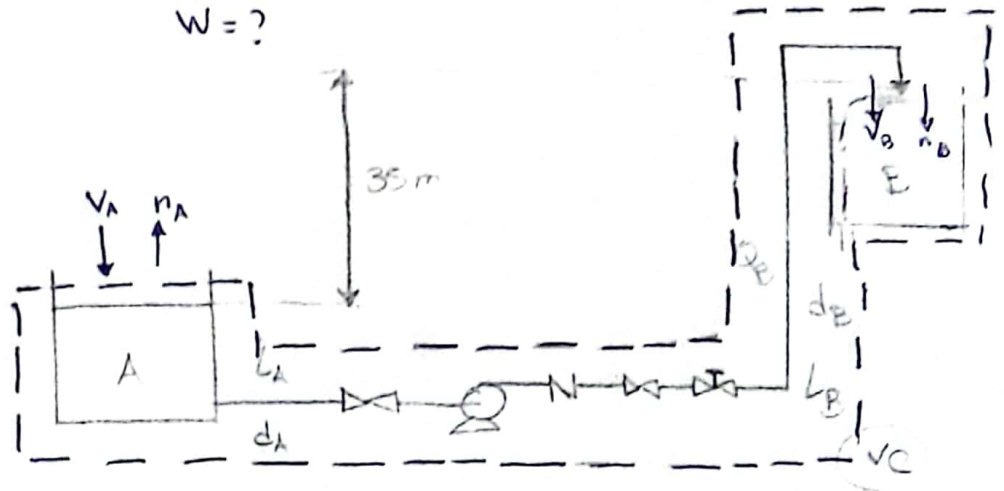
$$d_{\text{nominal A}} = 12 \text{ in}$$

$$d_{\text{nominal B}} = 8 \text{ in}$$

$$L_A = 450 \text{ m}$$

$$L_B = 600 \text{ m}$$

$$Q_B = 115 \text{ L/s} = 0,115 \text{ m}^3/\text{s}$$



- Cedula 40 \rightarrow Busco los diámetros internos en tabla

$$d_{\text{in}}(A) = 11,938 \cancel{\text{ in}} \cdot \frac{0,0254 \text{ m}}{1 \cancel{\text{ in}}} = \underline{0,3032252 \text{ m}}$$

$$d_{\text{in}}(B) = 7,981 \cancel{\text{ in}} \cdot \frac{0,0254}{1 \cancel{\text{ in}}} = \underline{0,2027174 \text{ m}}$$

- Tenemos de dato el caudal que circula por el conducto B y el diámetro del mismo calculamos V_B .

$$Q_B = V_B \cdot A_B \Rightarrow V_B = \frac{Q_B}{A_B} = \frac{0,115 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} (0,2027174)^2} = \underline{3,56 \text{ m/s}}$$

$$\underline{V_B = 3,56 \text{ m/s}}$$

- Ahora por principio de continuidad.

$$Q_A = Q_B$$

$$A_A \cdot V_A = Q_B$$

$$V_A = \frac{Q_B}{A_A} = \frac{0,115 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} (0,3032252 \text{ m})^2} = 1,59 \text{ m/s}$$

$$\underline{V_A = 1,59 \text{ m/s}}$$

- Como es un fluido no Newtoniano, se use el Reynold generalizado.

$$Reg = 2^{3-n} \left(\frac{n}{3n+1} \right)^n \sqrt{2^{-n}} \frac{\mu \cdot \rho}{K}$$

Datos Para el Jugo de Naranja

$$n = 0,538 \quad T = 25^\circ C$$

$$K = 5,06$$

$$Reg(A) = 2^{3-0,538} \left(\frac{0,538}{3 \cdot 0,538 + 1} \right)^{0,538} \cdot (1,59)^{2-0,538} \cdot \frac{(0,3032252)^{0,538} \cdot 1200}{5,06}$$

Reg(A) = 578,694 → Regimen Laminar

$$ff_A = \frac{16}{Reg} = \frac{16}{578,694} = \underline{\underline{0,02765}}$$

$$Reg(B) = 2^{3-0,538} \left(\frac{0,538}{3 \cdot 0,538 + 1} \right)^{0,538} \cdot (3,56)^{2-0,538} \cdot \frac{(0,2027174)^{0,538} \cdot 1200}{5,06}$$

Reg(B) = 1514,05 → Regimen Laminar

$$ff_B = \frac{16}{Reg} = \frac{16}{1514,05} = \underline{\underline{0,0106}}$$

- Se plantea la Ec. de Balance de Energía

$$\underbrace{\frac{\delta Q}{\delta t}}_{\text{No hay intercambio de calor}} - \frac{\delta W_s}{\delta t} = \underbrace{\iint (e + \frac{P}{\rho}) \rho \cdot (\vec{v} \cdot \vec{n}) dA}_{e = e_i + e_c + e_p} + \underbrace{\frac{\delta}{\delta t} \iiint e \cdot \rho \cdot dV}_{=0} + \frac{\delta W_{\mu}}{\delta t}$$

No hay acumulación
se considera estado estacionario

Considero

$e_i = 0$ → No hay variación de energía interna a $T = cte$

$e_c = 0$ → v_1 y v_2 despreciables en comparación con la velocidad del fluido que circula por la tubería.

Nos queda

$$P_A = P_B = 1 \text{ atm}$$

$$-W = \left(\frac{P_A}{\rho}\right) \rho \cdot (V_A n_A \cdot \cos 180^\circ) A_A + (g \cdot h + \frac{P_B}{\rho}) \rho (V_B \cdot n_B \cdot \cos 0^\circ) A_B + \frac{\partial W_{\mu}}{\partial t}$$

$$-W = P_A \cdot \underbrace{(-V_A) A_A}_{-Q} + g \cdot h \rho \cdot \underbrace{V_B \cdot A_B}_Q + P_B \cdot \underbrace{V_B \cdot A_B}_Q + \frac{\partial W_{\mu}}{\partial t}$$

$$-W = \cancel{P_A} \cdot (-Q) + g \cdot h \cdot \rho Q + \cancel{P_B} Q + \frac{\partial W_{\mu}}{\partial t}$$

$$-W = \rho Q \cdot g \cdot h + 2 f f_A \cdot V_A^2 \leq \frac{L_A}{D_A} \rho Q + 2 f f_B V_B^2 \leq \frac{L_B}{D_B} \rho Q$$

$$-W = \rho Q \left[g \cdot h + \underbrace{2 f f_A \cdot V_A^2 \leq \frac{L_A}{D_A}}_a + \underbrace{2 f f_B V_B^2 \leq \frac{L_B}{D_B}}_b \right]$$

Cálculo de a

$$2 \cdot 0,02765 \cdot (1,59)^2 \cdot \left(\frac{450}{0,3032252} + 13 \right) = 209,2745116 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

↓
Válvula de compuerta
Totalmente abierta

Cálculo de b

$$2 \cdot 0,0106 \cdot (3,56)^2 \cdot \left(\frac{600}{0,2027174} + 13 + 450 + 135 \right) = 955,9069186 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

↓
Válvula de
globo con
vástago

↓
Válvula
de retención
totalmente
abierta

$$-W = 1200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,115 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \left[9,8 \cdot 35 + 209,2745116 + 955,9069186 \right]$$

$$-W = 138 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \left[343 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + 209,2745116 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + 955,9069186 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right]$$

$$W = -208,129 \text{ [KW]}$$

$$W = -208129,037 \text{ [W]}$$

→ El signo se debe a que es necesario el uso de una bomba para transportar el fluido.

↳ La potencia de la

Bomba teorica es de 208129,037 [W].

