

Ur banaketa sistema batek ($\rho=1000 \text{ kg/m}^3$, $\nu=10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) atmosferara irekita dagoen A biltegi batetik (gainazal askeko altuera $z = 20\text{m}$) goitik eta atmosferara ere irekita dagoen B biltegi batera (gainazal askeko altuera $z = 80 \text{ m}$) fluido eramaten du. Biltegiak lotzen dituen altzairuzko hodiak $D = 60 \text{ cm}$ -ko diametroa, $\varepsilon = 0,05 \text{ mm}$ -ko zimurdura absolutua eta $L = 1 \text{ km}$ -ko luzera ditu. Azpiko biltegiaren sarreran ponpa bat dago (aspirazio tartean galerak mespretxagarriak dira), (1 irudia). Ponparen etekin osoa %85-a da eta ponparen irteeraren eta sarreraren artean kokatutako manometro diferentzial batek 6,40 bar presio diferentzia bat neurtzen du. Kalkula itzazu:

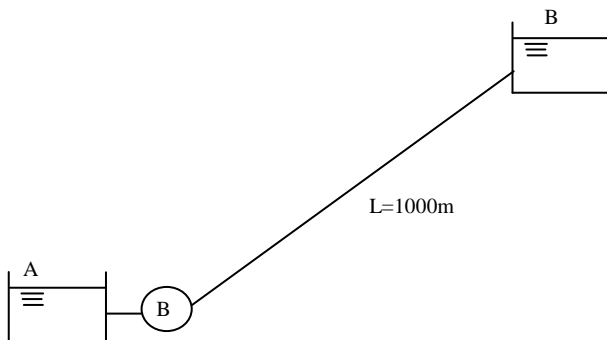
- Ponpatzen ari den emaria.
- Ponpak kontsumitutako potentzia (kW-an)

Sistema aldatzen da ura aurreko B biltegiara eta C biltegi berri batera (gainazal askeko altuera $z = 60 \text{ m}$) aldi berean eramateko eta emariak berdinak izan daitezen. Aurreko sistemari diametro bera duen hodi tarte berri bat eransten zaio, eta tarte berri horretan erregulazio balbula bat dago. $D = 60 \text{ cm}$ -ko diametroa eta $L = 500 \text{ m}$ -ko luzera dituzten 3 hodi zati berdinak (2 irudia) geratzen dira (aurreko ataletako frikziozko faktorea baliogarria dela suposatu). Ponpatze sisteman, 6,40 bar-eko presio diferentzia bera baldin badago, kalkula itzazu:

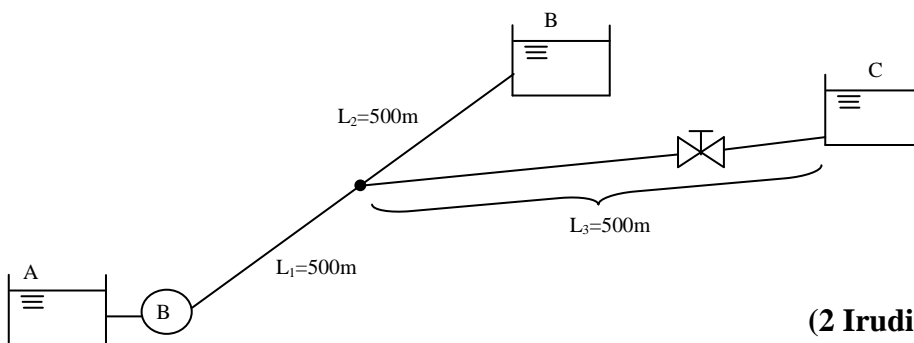
- Emari-banaketa berria.
- Balbulako karga-galerak eta balbula horren K galeren koefizientea (adimentsionala).
- Energia-altueren eta kota piezometrikoen diagrama marraztu.

Oharra: grabitatearen balioa: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Termino zinetikoak mespretxatu, baita tokizko karga-galerak ere, balbulan izan ezik. Ponparen sarrerako eta irteerako hodiekin diametro bera daukate.



(1 Irudia)



(2 Irudia)

a)

DATOS:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2, \quad \gamma = 9810 \text{ N/m}^3$$

$$\text{Tubería: } L = 1000 \text{ m, } D = 0,6 \text{ m, } \varepsilon = 0,05 \text{ mm}$$

$$\text{Bomba: } \Delta p = 6,4 \text{ bar} = 6,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}, \quad \text{altura manométrica } H_m = \frac{\Delta p}{\gamma} = 65,239 \text{ m}$$

(Figura 1)

Ecuación energía (A) – (B):

$$H_A + H_m = H_B + h_f$$

$$z_A + H_m = z_B + \frac{8}{\pi^2 g} f L \frac{Q^2}{D^5}$$

$$\boxed{4,9309 \cdot 10^{-3} = f Q^2} \quad (*)$$

$$\text{Iterar: } \frac{\varepsilon}{D} = 8,333 \cdot 10^{-5}$$

$$f = 0,02 ; \quad (*) Q = 0,4965 \text{ m}^3/\text{s} ; \quad \text{Re} = \frac{UD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu} = 1,0537 \cdot 10^6 \quad (\text{Haaland}) \quad f = 0,0130$$

$$f = 0,0130 ; \quad (*) Q = 0,6158 \text{ m}^3/\text{s} ; \quad \text{Re} = \frac{UD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu} = 1,3068 \cdot 10^6 \quad (\text{Haaland}) \quad f = 0,0128$$

$$f = 0,0128 ; \quad (*) Q = 0,6207 \text{ m}^3/\text{s} ; \quad \text{Re} = \frac{UD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu} = 1,3172 \cdot 10^6 \quad (\text{Haaland}) \quad f = 0,0128$$

(FIN)

$$\boxed{Q = 0,6207 \text{ m}^3/\text{s}}$$

b)

$$\boxed{P = \frac{\gamma Q H_m}{\eta} = 467346 \text{ W} = 467,3 \text{ kW}}$$

c) (Figura 2)

$$f_1 = f_2 = f_3 = 0,0128 ; \quad H_m = 65,239 \text{ m} ; \quad Q_2 = Q_3 = Q_1 / 2 \quad (\text{Continuidad})$$

Ecuación energía (A) – (B):

$$H_A + H_m = H_B + h_{f1} + h_{f2}$$

$$z_A + H_m = z_B + \frac{8}{\pi^2 g} f L \frac{Q_1^2}{D^5} + \frac{8}{\pi^2 g} f L \frac{Q_2^2}{D^5}$$

$$H_m = (z_B - z_A) + \frac{8}{\pi^2 g} f L \frac{Q_1^2}{D^5} \left(1 + \frac{1}{2^2}\right) ; \quad \boxed{Q_1 = 0,785 \text{ m}^3/\text{s} ; \quad Q_2 = Q_3 = 0,392 \text{ m}^3/\text{s}}$$

d) Energía nodo central (E) – (B) + Energía nodo central (E) – (C)

$$H_E = H_B + h_{f2} = H_C + h_{f3} + h_{\text{valv}}$$

$$\text{Pero: } h_{f2} = \frac{8}{\pi^2 g} f L \frac{Q_2^2}{D^5} = h_{f3} = \frac{8}{\pi^2 g} f L \frac{Q_3^2}{D^5}$$

$$H_B = H_C + h_{\text{valv}} \quad ; \quad z_B = z_C + h_{\text{valv}} \quad ; \quad h_{\text{valv}} = z_B - z_C = 20 \text{ m}$$

$$h_{\text{valv}} = 20 \text{ m} = \frac{8}{\pi^2 g} K \frac{Q^2}{D^4} \quad ; \quad K = 204,15$$

e)

