

Gabarito da P2 de ME5330

1ª Questão – Inicia-se verificando a necessidade, ou não, de correção da CCB, para tal deve-se determinar a viscosidade cinemática do isopropanol (IP) a 43°C.

$$v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{1,4 \times 10^{-3}}{756} = 1,85 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 1,85 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} \therefore \text{n\~{o} \acute{e} considerado viscoso}$$

Como o isopropanol (IP) a 43°C não é considerado um fluido viscoso não há a necessidade de correção da CCB. **(0,2)**

Em seguida passa-se a determinar o ponto de trabalho, para isto deve-se igualar a CCB com a CCI, onde o único cuidado é se ter unidades coerentes nas equações.

Processo 1, opera-se com uma única bomba, pelas curvas dadas tem-se:

$$\text{CCB} \rightarrow H_B = -0,0013 \times Q^2 - 0,0078 \times Q + 70 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\text{CCI} \rightarrow H_S = 20 + 6000 \times Q^2 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\therefore H_S = 20 + \frac{6000}{(3600)^2} \times Q^2 = 20 + 0,00046 \times Q^2 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$-0,0013 \times Q^2 - 0,0078 \times Q + 70 = 20 + 0,00046 \times Q^2$$

$$\therefore 0,00176 \times Q^2 + 0,0078 \times Q - 50 = 0 \rightarrow Q = \frac{-0,0078 + \sqrt{0,0078^2 + 4 \times 0,00176 \times 50}}{2 \times 0,00176}$$

$$Q \cong 166,35 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow (0,2)$$

$$H_B = -0,0013 \times (166,35)^2 - 0,0078 \times 166,35 + 70 \cong 32,73\text{m} \rightarrow (0,2)$$

$$\eta_B = -0,0087 \times (166,35)^2 + 1,9712 \times 166,35 - 30,689 \cong 56,47\% \rightarrow (0,2)$$

Processo 2, opera-se com duas bombas associadas em série, pelas curvas dadas tem-se:

$$CCB \rightarrow H_B = -0,0026 \times Q^2 - 0,0156 \times Q + 140 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{m^3}{h}$$

$$CCI \rightarrow H_S = 52 + 7410 \times Q^2 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{m^3}{s}$$

$$\therefore H_S = 52 + \frac{7410}{(3600)^2} \times Q^2 = 52 + 0,00057 \times Q^2 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{m^3}{h}$$

$$-0,0026 \times Q^2 - 0,0156 \times Q + 140 = 52 + 0,00057 \times Q^2$$

$$\therefore 0,00317 \times Q^2 + 0,0156 \times Q - 88 = 0 \rightarrow Q = \frac{-0,0156 + \sqrt{0,0156^2 + 4 \times 0,00317 \times 88}}{2 \times 0,00317}$$

$$Q \cong 164,17 \frac{m^3}{h} \rightarrow (0,2)$$

$$H_B = -0,0026 \times (164,17)^2 - 0,0156 \times 164,17 + 140 \cong 67,36m \rightarrow (0,2)$$

$$\eta_B = -0,0087 \times (164,17)^2 + 1,9712 \times 164,17 - 30,689 \cong 58,44\% \rightarrow (0,2)$$

Processo 3, opera-se com duas bombas associadas em paralelo, pelas curvas dadas tem-se:

$$CCB \rightarrow H_B = -0,0003 \times Q^2 - 0,0039 \times Q + 70 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{m^3}{h}$$

$$CCI \rightarrow H_S = 20 + 5680 \times Q^2 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{m^3}{s}$$

$$\therefore H_S = 20 + \frac{5680}{(3600)^2} \times Q^2 = 20 + 0,00044 \times Q^2 \text{ com } [H_B] \text{ em "m" e } [Q] \text{ em } \frac{m^3}{h}$$

$$-0,0003 \times Q^2 - 0,0039 \times Q + 70 = 20 + 0,00044 \times Q^2$$

$$\therefore 0,00074 \times Q^2 + 0,0039 \times Q - 50 = 0 \rightarrow Q = \frac{-0,0039 + \sqrt{0,0039^2 + 4 \times 0,00074 \times 50}}{2 \times 0,00074}$$

$$Q \cong 257,32 \frac{m^3}{h} \rightarrow (0,2)$$

$$H_B = -0,0003 \times (257,32)^2 - 0,0039 \times 257,32 + 70 \cong 49,13m \rightarrow (0,2)$$

$$\eta_B = -0,0087 \times \left(\frac{257,32}{2}\right)^2 + 1,9712 \times \frac{257,32}{2} - 30,689 \cong 78,91\% \rightarrow (0,2)$$

2ª Questão: Inicia-se verificando a necessidade, ou não, de correção da CCB, para tal deve-se determinar a viscosidade cinemática do óleo de soja a uma temperatura de 36,5°C.

$$v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,03154}{950} = 33,2 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 33,2 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} \therefore \text{é considerado viscoso}$$

Como o óleo de soja a uma temperatura de 36,5°C é considerado um fluido viscoso há a necessidade de correção da CCB. **(0,2)**

	0,6*Q	0,8*Q	1,0*Q	1,2*Q
Q _a (m ³ /h)			80 (0,1)	
H _{Ba} (m)			73,2 (0,1)	
η _{Ba} (%)			74 (0,1)	
C _H			0,96 (0,1)	
C _Q			0,85 (0,1)	
C _η			0,85 (0,1)	
C _H * H _{Ba}			70,3 (0,1)	
C _Q * Q _a			68 (0,1)	
C _η * η _{Ba}			62,9 (0,1)	

Como o produto C_Q*(1,0*Q) deu igual a vazão registrada pelo rotâmetro para o escoamento do óleo de soja, conclui-se que este é o ponto de trabalho, portanto:

$$Q_{\tau} = 68 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}; H_{B_{\tau}} = 70,3\text{m}; \eta_{B_{\tau}} = 62,9\%$$

$$\therefore N_B = \frac{\gamma \times Q_{\tau} \times H_{B_{\tau}}}{\eta_{B_{\tau}}} = \frac{950 \times 9,8 \times \left(\frac{68}{3600}\right) \times 70,3}{0,629 \times 1000} \cong 19,65\text{kW} \rightarrow (0,4)$$

3ª Questão:

a)

$$N_{m60\text{Hz}} = \frac{\gamma \times Q_{60\text{Hz}} \times H_{B60\text{Hz}}}{\eta_{\text{global}60\text{Hz}}} \rightarrow \text{fechando - se a válvula controladora de vazão}$$

$$H_{B60\text{Hz}} = -0,0799 \times \left(\frac{176 \times 60}{1000}\right)^2 + 0,1548 \times \left(\frac{176 \times 60}{1000}\right) + 39,5 \cong 32,2\text{m} \rightarrow (0,1)$$

$$\eta_{\text{global}60\text{Hz}} = -0,3549 \times \left(\frac{176 \times 60}{1000}\right)^2 + 8,5366 \times \left(\frac{176 \times 60}{1000}\right) + 14,682 \cong 65,3\% \rightarrow (0,1)$$

$$\therefore N_{m60\text{Hz}} = \frac{9980 \times \left(\frac{176 \times 60}{1000} \Big/ \frac{3600}{3600}\right) \times 32,2}{0,653 \times 1000} \cong 1,44\text{kW} \rightarrow (0,3)$$

b) Pela condição de semelhança, tem-se que:

$$\frac{230}{60} = \frac{176}{f^*} \therefore f^* \cong 45,9\text{Hz} \rightarrow (0,2)$$

c)

$$H_{B60\text{Hz}} = -0,0799 \times (13,8)^2 + 0,1548 \times 13,8 + 39,5 \cong 26,4\text{m} \rightarrow (0,1)$$

$$\frac{26,4}{60^2} = \frac{H_{B45,9}}{45,9^2} \therefore H_{B45,9} \cong 15,5\text{m} \rightarrow (0,1)$$

$$\eta_{\text{global}60\text{Hz}} = -0,3549 \times (13,8)^2 + 8,5366 \times 13,8 + 14,682 \cong 64,9\% \rightarrow (0,1)$$

$$\eta_{\text{global}45,9\text{Hz}} = 1 - (1 - 0,649) \times \left(\frac{60}{45,9}\right)^{0,2} \cong 63\% \rightarrow (0,1)$$

$$\therefore N_{m49,5\text{Hz}} = \frac{9980 \times \left(\frac{176 \times 60}{1000} \Big/ \frac{3600}{3600}\right) \times 15,5}{0,63 \times 1000} \cong 0,72\text{kW} \rightarrow (0,1)$$

\therefore redução de 50% $\rightarrow (0,3)$