

GABARITO P1 – D

1ª Questão:

a) $P_{\text{arcomp}} = ?$

$$P/Q = 0 \Rightarrow HB = H_{\text{est}} = 24(\text{m}) = \Delta Z + \frac{\Delta p}{\gamma} \Rightarrow \text{PHR no eixo da bomba}$$

$$24 = (21,5 - 5) + \frac{P_{\text{arcomp}} - (-0,6 \times 10^4)}{1000}$$

$$24 - 16,5 = \frac{P_{\text{arcomp}}}{1000} + 6 \quad \therefore P_{\text{arcomp}} = 1,5 \times 1000 (\text{Kgf} / \text{m}^2)$$

$$P_{\text{arcomp}} = 1500 + 0,76 \times 13600$$

abs

$$P_{\text{arcomp}} = 11836 (\text{Kgf} / \text{m}^2)$$

abs

b) Para a CCI, temos:

$$H_{\text{inicial}} + H_s = H_{\text{final}} + H_{p_{\text{totais}}}$$

$$H_s = \Delta Z + \frac{\Delta p}{\gamma} + H_{p_{\text{totais}}} = 24 + H_{p_{\text{totais}}}$$

$$\text{sendo : } \left(\Delta Z + \frac{\Delta p}{\gamma} \right) = H_{\text{est}}$$

p/ o ponto de trabalho, temos:

$$Q_{\tau} = 15 (\text{m}^3 / \text{h}) \quad HB_{\tau} = H_s = 42(\text{m})$$

$$\therefore 42 = 24 + H_{p_{\text{totais}}} \rightarrow H_{p_{\text{totais}}} = 18(\text{m})$$

$$c) H_{p_{\text{totais}}} = f \times \frac{(L + \sum L_{\text{eq}})}{D_H} \times \frac{Q^2}{2 \times g \times A^2}$$

$$18 = f \times \frac{(124,5 + 26,8)}{0,0525} \times \frac{16 \times (15/3600)^2}{2 \times 9,8 \times (\pi \times 0,0525^2)^2}$$

$$18 = f \times \frac{151,3}{0,0525} \times 16 \times \frac{(15/3600)^2}{0,1697}$$

$$f \cong 3,3 \times 10^{-2}$$

$$d) N_B = 0,3178 \times 15^2 \Rightarrow N_B = 71,505(\text{CV}) = 10^3 \times \left(\frac{15/3600}{75 \times \eta_B} \right) \times 42$$

$$\eta_B \cong 3,26\%$$

Nota: A bomba foi mal escolhida, portanto deve ser alterada, supondo que a vazão desejada seja 13,4 (m³/h), faça a nova escolha e alterações desejáveis.

$$e) \text{NPSH} = 0,0086 \times 15^2 - 0,0851 \times 15 + 2,1$$

$$\text{NPSH} \cong 2,76(\text{m}) \cong 2,8(\text{m}) = 5 + \frac{0,76 \times 13600 - 6000 - p_{\text{vapor}}}{1000} - H_{p_{\text{ab}}}$$

$$2,8 = 5 + \frac{4336 - p_{\text{vapor}}}{1000} - 3,3 \times 10^{-2} \times \frac{(1+2)}{0,0525} \times \frac{(15/3600)^2 \times 16}{2 \times 9,8 \times (\pi \times 0,0525^2)^2}$$

$$2,8 = 5 + 4,336 - \frac{p_{\text{vapor}}}{1000} - 0,356$$

$$p_{\text{vapor}} \cong 6179,6(\text{Kgf} / \text{m}^2)$$

Observação: Para ficar coerente, tem-se H₂O a cerca de 4°C, portanto:

$$p_{\text{vapor}} \cong 813,3919(\text{Pa}) \cong 82,41(\text{Kgf} / \text{m}^2) \text{ e } \rho \cong 999,88(\text{Kg} / \text{m}^3)$$

2ª Questão

$$\text{Sch 40 } 2'' : D_{\text{int}} = 52,5(\text{mm}) \text{ e } A = 21,7(\text{cm}^2)$$

$$\text{Fluido: } \gamma = 992,4(\text{Kgf} / \text{m}^3) \text{ e } \nu = 6,4 \times 10^{-7} (\text{m}^2 / \text{s})$$

Instalação $\Rightarrow L = 62(\text{m})$ e $\sum Leq = 25,7(\text{m})$

PHR \rightarrow eixo da bomba

$$H_{\text{inicial}} = 3 - \frac{0,4 \times 10^4}{992,4} \Rightarrow H_{\text{inicial}} = -1,03(\text{m})$$

$$H_{\text{final}} = 41 + 0 + \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2} \Rightarrow H_{\text{final}} = 41 + 10834,9 \times Q^2$$

$$H_{p \text{ totais}} = f \times \frac{(62 + 25,7)}{0,0525} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p \text{ totais}} = 18099423,9 \times Q^2$$

$$-1,03 + H_s = 41 + 10834,9 \times Q^2 + 18099423,9 \times Q^2$$

$$H_s = 42,03 + 10834,9 \times Q^2 + 18099423,9 \times Q^2$$

Q(m³/h)	Q(m³/s)	Re	DH/k	f	Hs(m)	f numérico	HB(m)	rend(%)
0	0	0	1094	0	42	0	68	
2	0.000556	21063	1094	0.028	42.2	0.0275	68	
7	0.001944	73720	1094	0.023	43.6	0.0226	67	30
12	0.003333	126378	1094	0.022	46.6	0.0214	66	50
17	0.004722	179035	1094	0.022	51.2	0.0208	64	65
22	0.006111	231692	1094	0.022	57.3	0.0205	62	75
27	0.0075	284349	1094	0.021	64	0.0203	58	80
32	0.008889	337007	1094	0.021	72.9	0.0201	53	75
37	0.010278	389664	1094	0.2	81.4	0.02	46	65
42	0.011667	442321	1094	0.2	92.8	0.0199	38	50
47	0.013056	494979	1094	0.2	105.6	0.0199	33	30

$$-0,0184 \times Q^2 + 0,0975 \times Q + 68 = 0,0268 \times Q^2 + 0,0888 \times Q + 42$$

$$(0,0268 + 0,0184) \times Q^2 + (0,0888 - 0,0975) \times Q + 42 - 68 = 0$$

$$0,0452 \times Q^2 - 0,0087 \times Q - 26 = 0$$

$$Q' = -24(\text{m}^3 / \text{h}) \text{ e } Q'' = 24,1(\text{m}^3 / \text{h})$$

Ponto de trabalho:

$$Q = 24,1(\text{m}^3/\text{h}); \eta_B = 78\% \text{ e } HB = 59,7(\text{m}) \text{ ou } 60(\text{m})$$

$$N_B = \frac{992,4 \times (24,1/3600) \times 59,7}{75 \times 0,78}, \text{ portanto: } N_B = 6,8(\text{CV})$$

$$N_{m_{\text{ref}}} = \frac{6,8}{0,9} = 7,5(\text{CV})$$

$$\text{escolhendo: } N_m = 7,5(\text{CV}) \Rightarrow \eta_{m_{\text{real}}} = \frac{6,8}{7,5} \cong 91\%$$

Proposta de projeto em consequência do exercício proposto:

Como a bomba foi mal escolhida, deve ser alterada, para isto suponha que a vazão desejada seja $13,4 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, diante disto, além da nova escolha de bomba faça as demais alterações desejáveis o deve considerar

$$P_{\text{ar comprimido}} = 1500 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{tubulação de aço 40 e água a } 4^\circ \text{C, ou seja:}$$

$$P_{\text{vapor}} \cong 813,3919(\text{Pa}) \cong 82,41(\text{Kgf}/\text{m}^2) \text{ e } \rho \cong 999,88(\text{Kg}/\text{m}^3)$$