

Gabarito turmas B2, B5, B8, B11, B14, B17 E B20.

1ª Questão:

a. Estimar a rugosidade da tubulação de $D_N = 1''$. (valor – 1,0)

Inicialmente calculamos a vazão do escoamento:

$$Q = \frac{\Delta h \times A_{\text{tanque}}}{t} \Rightarrow (0,25)$$

Determinamos em seguida a velocidade média do escoamento e o número de Reynolds:

$$v = \frac{Q}{A}$$
$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} = \frac{v \times D}{\nu}$$

Calculamos a perda de carga distribuída no trecho considerado:

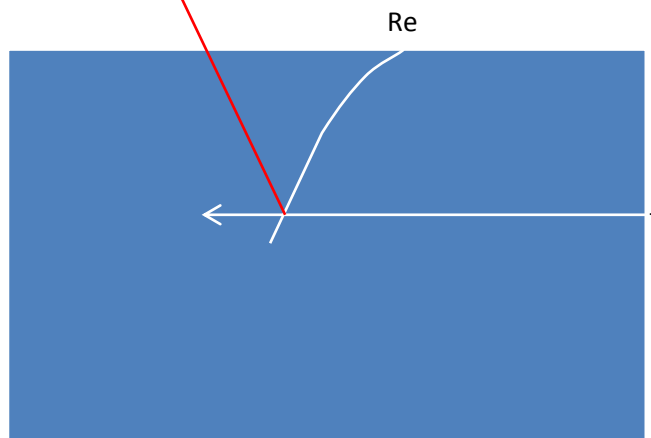
$$h_f = \frac{\Delta p}{\gamma} = h \times \left(\frac{\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}}{\gamma_{H_2O}} \right) \Rightarrow (0,25)$$

Conhecida a perda de carga distribuída calculamos o coeficiente de perda de carga

distribuída: $f = \frac{h_f \times D \times 2g}{L \times v^2}$

Com o número de Reynolds e o coeficiente de perda de carga distribuída no diagrama

de Rouse determinamos o $\frac{D}{K} = a$ e aí podemos estimar o $K = \frac{D}{a}$.

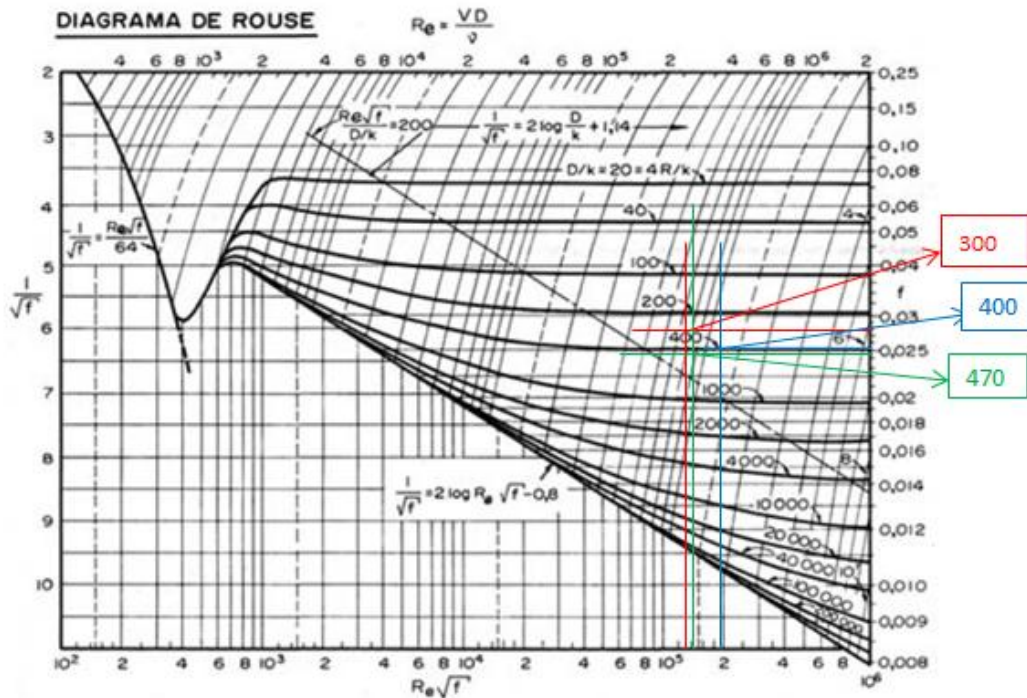


Turma			L(m)	h_{dist} (mmHg)	p_{m7}	Unidade p_7	h_7 (cm)	p_{m8}	Unidade p_8	h_8 (cm)	Δh (mm)	t(s)	Ataque (m ²)
2	8	14	2	160	9	psi	24	6	psi	23	100	22,56	0,550
5	11	17	2	171	15	psi	23	12	psi	25	100	20,56	0,548
		20	1,99	308	55	kPa	8,5	38	kPa	8,5	100	15,87	0,563

T_{fluido} (°C)	ρ_{H_2O} (kg/m ³)
24	997,3
ρ_{Hg} (kg/m ³)	v (m ² /s)
13536	9,13E-07
p_{vapor_abs} (Pa)	
2983,65	

D_N	D_{int} (mm)	A (cm ²)
1''	26,6	5,57
1,5''	40,8	13,1
2''	52,5	21,7
Kaço (m)	4,60E-05	

Turma			Q (m ³ /s)	v(m/s)	Re	h_f (m)	f	D/K	K (m)
2	8	14	0,00244	4,4	1,3E+05	2,0	0,0274	300	8,87E-05
5	11	17	0,00267	4,8	1,4E+05	2,1	0,0245	470	5,66E-05
		20	0,00355	6,4	1,9E+05	3,9	0,0250	400	6,65E-05



b. O comprimento equivalente da válvula gaveta de 1". (valor – 0,5)

Aplicamos a equação da energia entre as seções (7) e (8) e determinamos a perda de carga singular na válvula gaveta:

$$H_7 = H_8 + h_{s_{VGA}} \Rightarrow z_7 + \frac{p_7}{\gamma} + \frac{\alpha_7 \times v_7^2}{2g} = z_8 + \frac{p_8}{\gamma} + \frac{\alpha_8 \times v_8^2}{2g} + h_{s_{VGA}}$$

$$z_7 = z_8; v_7 = v_8 \therefore h_{s_{VGA}} = \frac{p_7}{\gamma} - \frac{p_8}{\gamma} = \frac{(p_{m7} + h_7 \times \gamma) - (p_{m8} + h_8 \times \gamma)}{\gamma} \Rightarrow (0,125)$$

Conhecida a perda de carga singular na válvula gaveta determinamos o seu coeficiente de perda de carga singular:

$$h_{s_{VGA}} = K_s \times \frac{v^2}{2g} \therefore K_s = \frac{h_{s_{VGA}} \times 2g}{v^2} \Rightarrow (0,125)$$

Com o coeficiente de perda de carga singular e o coeficiente de perda de carga distribuída calculado no item anterior calculamos o comprimento equivalente da válvula gaveta de 1":

$$L_{eq} = \frac{K_s \times D}{f} \Rightarrow (0,25)$$

Turma			p_7-p_8 (Pa)	h_{sVGA} (m)	K_s	L_{eq} (m)
2	8	14	20782,0	2,1	2,2	2,1
5	11	17	20488,8	2,1	1,8	2,0
		20	17000,0	1,7	0,8	0,9

2ª Questão:

Pede-se especificar o consumo mensal de energia. (valor – 2,0)

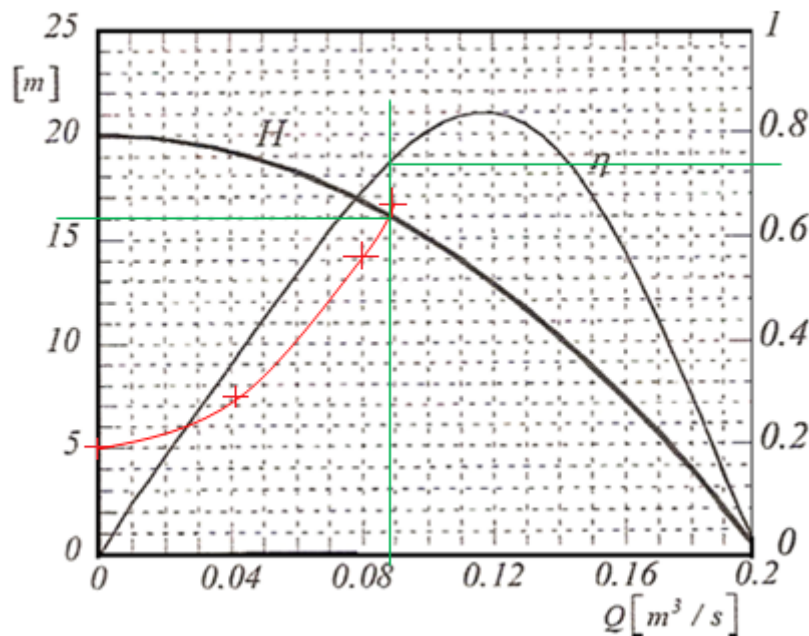
Começamos por determinar a equação da CCI, que para esta questão temos:

$$H_S = H_{estática} + H_{p_{total}}$$

$$H_S = 5 + 1422,5 \times Q^2 \Rightarrow (0,25)$$

Tendo a equação da CCI, traçamos a mesma para que no cruzamento com a CCB possamos ler o ponto de trabalho:

$Q(m^3/s)$	0	0,04	0,08	0,09
H_s (m)	5	7,3	14,1	16,5



Ponto de trabalho:

$$Q_{\tau} = 0,089 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \Rightarrow (0,25)$$

$$H_{B_{\tau}} = 16\text{m} \Rightarrow (0,25)$$

$$\eta_{B_{\tau}} = 0,73 \Rightarrow (0,25)$$

$$N_{B_{\tau}} = \frac{\gamma \times Q_{\tau} \times H_{B_{\tau}}}{\eta_{B_{\tau}}} = \frac{997,3 \times 9,8 \times 0,089 \times 16}{0,73} \cong 19065,1\text{W} \cong 25,94\text{CV} \Rightarrow (0,25)$$

Adotando-se um rendimento de 90% para o motor elétrico podemos determinar a potência do

motor de referência:

$$N_m = \frac{25,94}{0,90} \cong 28,82\text{CV} \therefore N_m = 30\text{CV} \Rightarrow \eta_{m_{\text{real}}} = \frac{25,94}{30} \times 100 \cong 86,5\% \Rightarrow (0,25)$$

Escolhido o motor elétrico podemos calcular o consumo de energia:

$$\text{Consumo}_{\text{energia}} = N_m (\text{kW}) \times a \left(\frac{\text{h}}{\text{dia}} \right) \times b \left(\frac{\text{dia}}{\text{mês}} \right)$$

$$\text{Consumo}_{\text{energia}} = 30 \times 75 \times 9,8 \times \frac{1}{1000} \times 8 \times 30 = 5292 \frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \Rightarrow (0,50)$$

3ª Questão:

a. Especificar a bomba de 1750 rpm; (valor – 1,0)

Iniciamos determinando a vazão de projeto:

$$Q_{\text{projeto}} = \text{fator_de_segurança} \times Q_{\text{desejada}} = 1,1 \times 240 = 264 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Aí calculamos a carga manométrica de projeto:

$$H_{\text{inicial}} + H_{B_{\text{projeto}}} = H_{\text{final}} + H_{P_{aB}} + H_{P_{dB}}$$

$$102,5 + H_{B_{\text{projeto}}} = 169 + \frac{\left(\frac{264}{3600}\right)^2}{19,6 \times \left(322,6 \times 10^{-4}\right)^2} + H_{P_{aB}} + H_{P_{dB}}$$

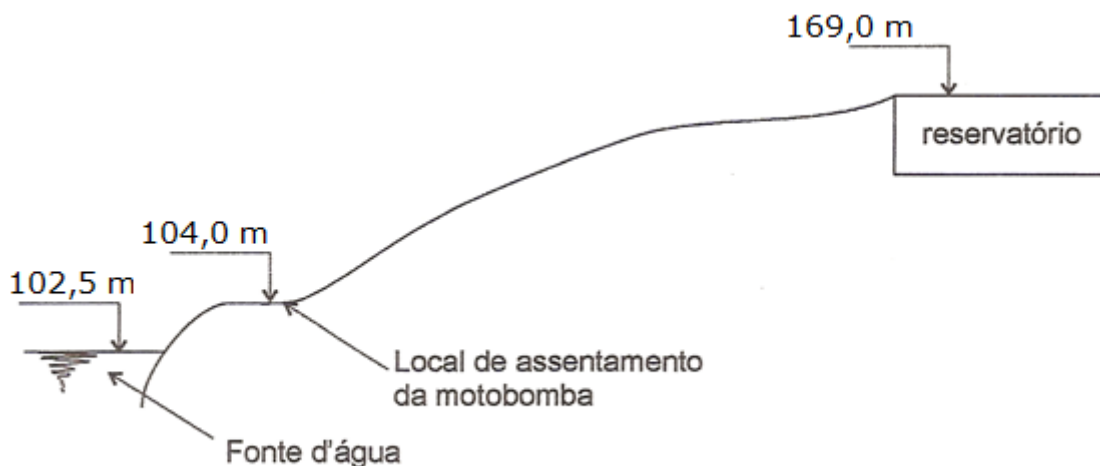
$$H_{P_{aB}} = f \times \left(\frac{L + \sum Leq}{D}\right) \times \frac{Q^2}{2g \times A^2} = 0,0159 \times \frac{72}{254,5 \times 10^{-3}} \times \frac{\left(\frac{264}{3600}\right)^2}{19,6 \times \left(509,1 \times 10^{-4}\right)^2}$$

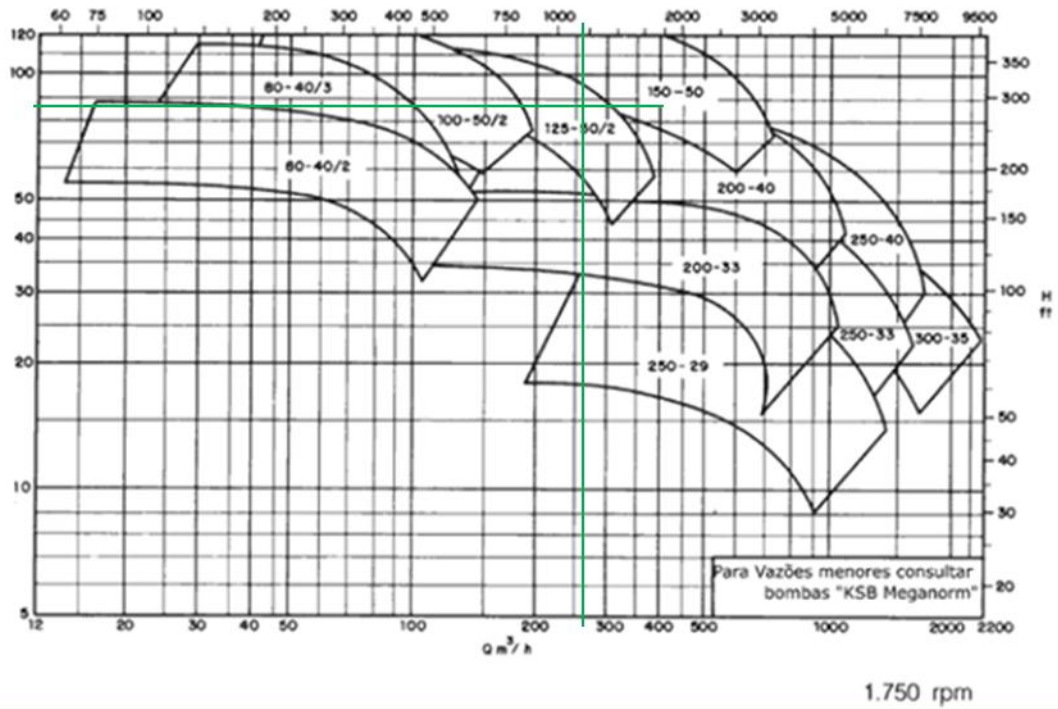
$$H_{P_{aB}} = 0,477\text{m} \Rightarrow (0,125)$$

$$H_{P_{dB}} = f \times \left(\frac{L + \sum Leq}{D}\right) \times \frac{Q^2}{2g \times A^2} = 0,0157 \times \frac{993,2}{202,7 \times 10^{-3}} \times \frac{\left(\frac{264}{3600}\right)^2}{19,6 \times \left(322,6 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$H_{P_{dB}} = 20,3\text{m} \Rightarrow (0,125)$$

$$H_{B_{\text{projeto}}} = 66,5 + 0,264 + 0,477 + 20,3 \cong 87,6\text{m} \Rightarrow (0,25)$$





Portanto, escolhemos a bomba 125-50/2 →(0,50)

b. Calcular o $NPSH_{\text{disponível}}$ para a vazão de projeto. (valor – 0,5)

$$NPSH_{\text{disp}} = Z_{\text{inicial}} + \frac{(p_{\text{inicial}_{\text{abs}}} - p_{\text{vapor}})}{\gamma} - H_{p_{\text{aB}}}$$

$$700\text{mmHg} = 93325,66\text{Pa}$$

$$NPSH_{\text{disp}} = -(104 - 102,5) + \frac{(93325,66 - 2983,65)}{997,3 \times 9,8} - 0,477$$

$$NPSH_{\text{disp}} \cong 7,2\text{m} \Rightarrow (0,50)$$

Importante observar que no cálculo do $NPSH_{\text{disponível}}$, por questão de segurança, a aproximação é feita para menos.