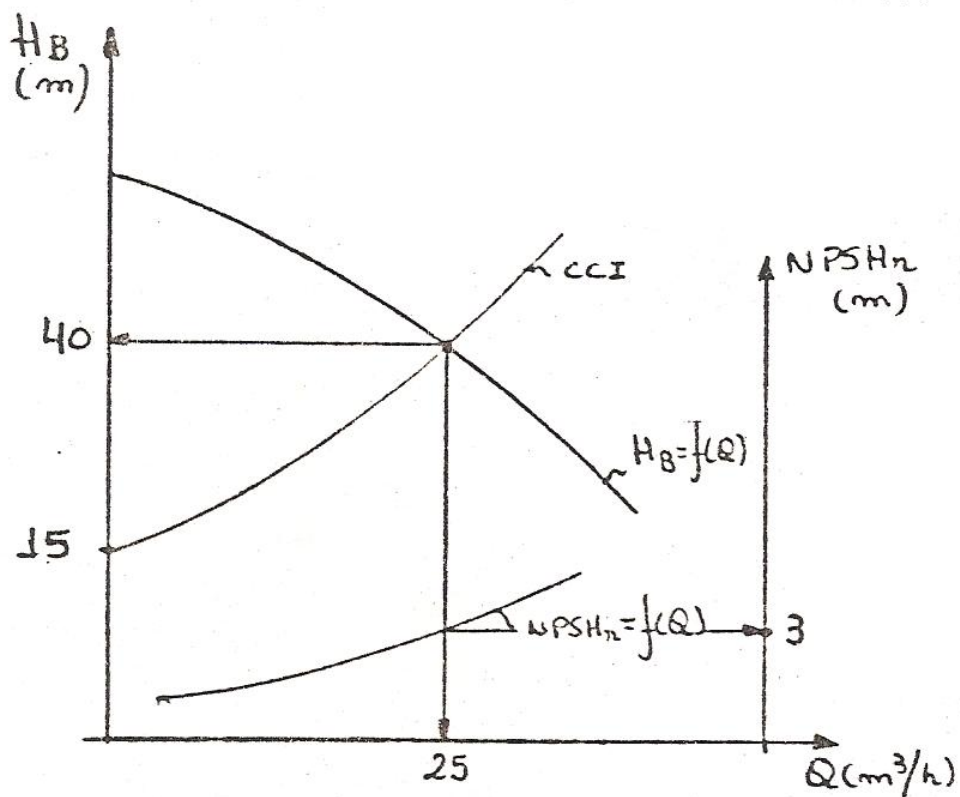
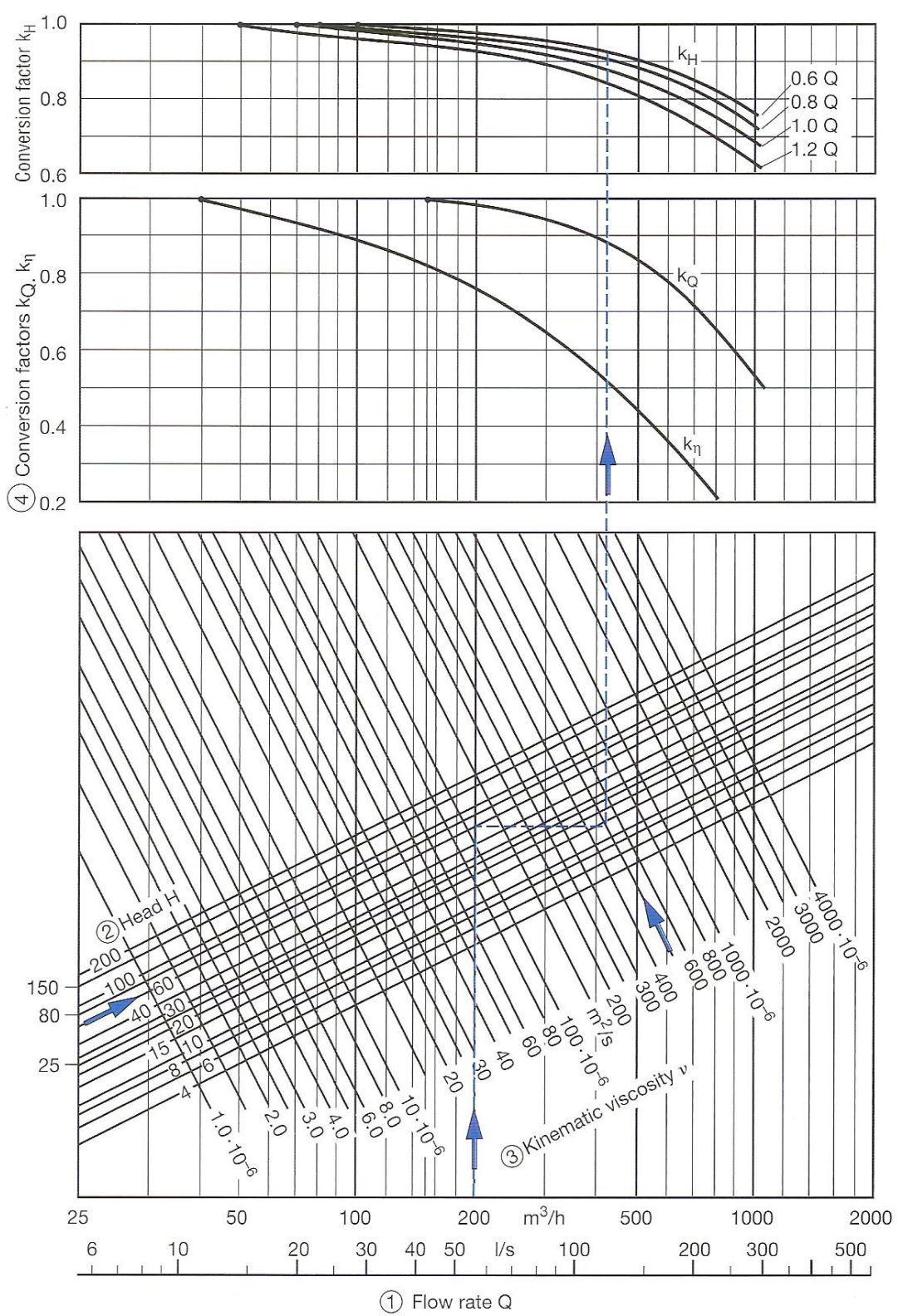


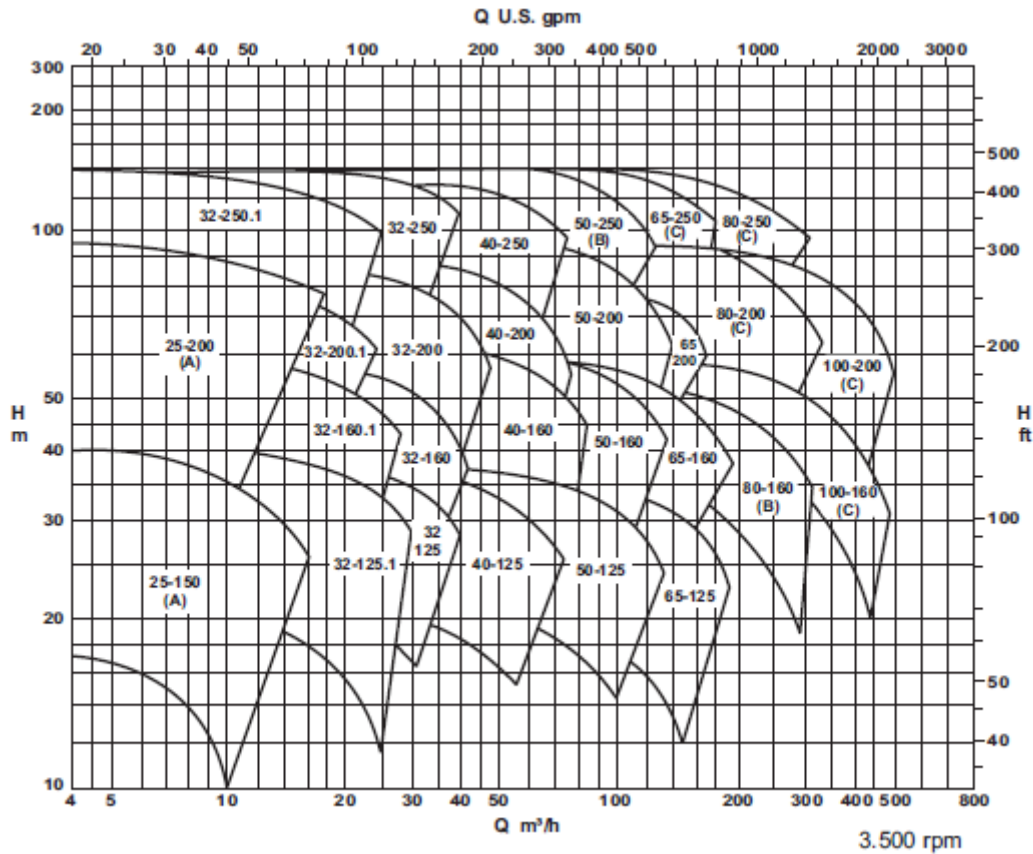
1ª Questão: Ao se projetar uma instalação hidráulica escolheu-se uma bomba cujas curvas características são representadas a seguir, bem como o seu ponto de trabalho. Nesta situação pede-se a máxima pressão de vapor da água para que não ocorra cavitação se a perda de carga na sucção é 10% da perda de carga total e se o reservatório de sucção encontra-se abaixo da bomba 2,0 m. (valor – 1,5)



Dados: leitura barométrica igual a 700 mm Hg, para estimar a máxima pressão de vapor considere a massa específica média de 998 kg/m^3 , a instalação tem um único diâmetro e não existe carga cinética nas seções inicial e final da mesma.

2ª Questão: Ao se projetar uma instalação de bombeamento para um fluido de viscosidade igual a 500 centistokes chegou-se a vazão de projeto igual a $200 \text{ m}^3/\text{h}$ e a uma carga manométrica de projeto igual a 60 m, pede-se escolher preliminarmente a bomba para 3500 rpm. (valor – 1,0)





Através das experiências de Stepanoff chegou-se a:

$$\frac{Q_a^{1/2}}{H_{B_a}^{3/4}} = \frac{Q_v^{1/2}}{H_{B_v}^{3/4}} = \frac{n_q}{n} = \text{cte}$$

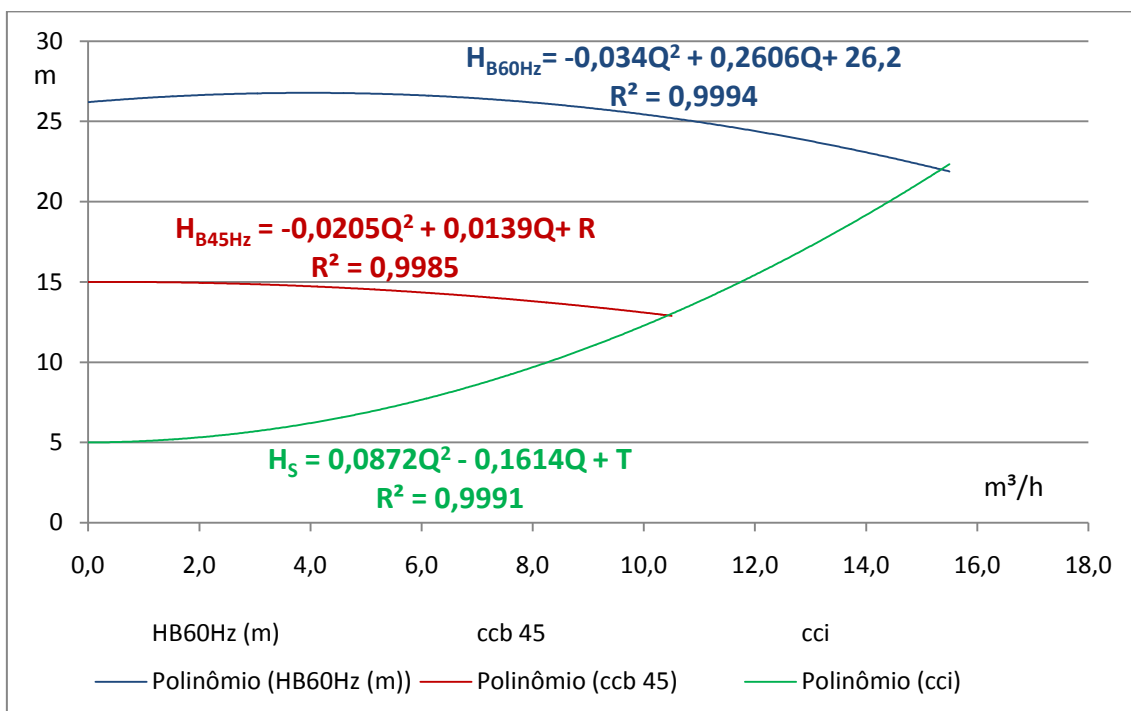
3ª Questão: Considerando a classificação básica das bombas:

1. LENTAS $-30 < n_s < 90$ rpm = bombas centrífugas puras, com pás cilíndricas, radiais, para pequenas e médias vazões.
2. NORMAIS $-90 < n_s < 130$ rpm = bombas semelhantes as anteriores.
3. RÁPIDAS $-130 < n_s < 220$ rpm –possuem pás de dupla curvatura , vazões médias
4. EXTRA-RÁPIDA ou HÉLICO-CENTRÍFUGA $-220 < n_s < 440$ rpm = pás de dupla curvatura –vazões médias e grandes.
5. HELICOIDAIS $-440 < n_s < 500$ rpm –para vazões grandes.
6. AXIAIS – $n_s > 500$ rpm –assemelham-se a hélices de propulsão e destinam-se a grandes vazões e pequenos H_B

E os dados da segunda questão, escolha a mais indicada das bombas de 3500 rpm (valor – 0,5)

4ª Questão: O diagrama a seguir apresenta a carga manométrica em função da vazão para as frequências de 60 e 45 Hz e a CCI da instalação de bombeamento considerada, onde é possível a utilização de um inversor de frequência para controle da vazão, além do controle tradicional por uma válvula globo. Considerando que existe a necessidade do bombeamento com a vazão máxima definida pela CCB de 45 Hz, obtenha a redução da potência útil do motor elétrico que aciona a bomba em questão utilizando-se o inversor de frequência em relação à potência útil do motor elétrico originada pelo fechamento parcial da válvula globo para obter a mesma vazão na frequência de 60 Hz. (valor – 2,0)

Dados: $\eta_B = -0,9399Q^2 + 22,952Q - 71,44$ com η_B em % e a Q em m^3/h sendo que esta função válida para 45 Hz, para 60 Hz com a vazão máxima de 45 Hz o rendimento é acrescido de 2,5%; densidade do fluido bombeado na temperatura de bombeio igual a $998,2 \text{ kg/m}^3$; a carga manométrica no shut off para 45 Hz igual a 15 m e a carga estática da instalação igual a 5 m



Solução

1ª Questão:

Pelos dados da questão, temos no ponto de trabalho da bomba:

$$Q_{\tau} = 25 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow H_{B_{\tau}} = 40\text{m} \Rightarrow \text{NPSH}_R = 3,0\text{m}$$

$$\text{CCI} \Rightarrow H_S = H_{\text{estática}} + H_{p_{\text{totais}}} = 15 + H_{p_{\text{totais}}}$$

$$\text{ponto de trabalho : } H_S = H_B \therefore 40 = 15 + H_{p_{\text{totais}}}$$

$$\therefore H_{p_{\text{totais}}} = 25\text{m} \Rightarrow (0,25)$$

$$H_{p_{\text{sucção}}} = 0,1 \times 25 = 2,5\text{m} \Rightarrow (0,25)$$

A máxima pressão de vapor para que não ocorra a cavitação será obtida quando:

$$\text{NPSH}_{\text{requerido}} = \text{NPSH}_{\text{disponível}}$$

$$3 = -2 + \frac{0,7 \times 13600 \times 9,8 - p_{\text{vapor}}}{998 \times 9,8} - 2,5$$

$$3 = -2 + 9,54 - \frac{p_{\text{vapor}}}{9780,4} - 2,5 \therefore p_{\text{vapor}} \cong 19952,0 \cdot \text{Pa}(\text{abs}) \Rightarrow (1,0)$$

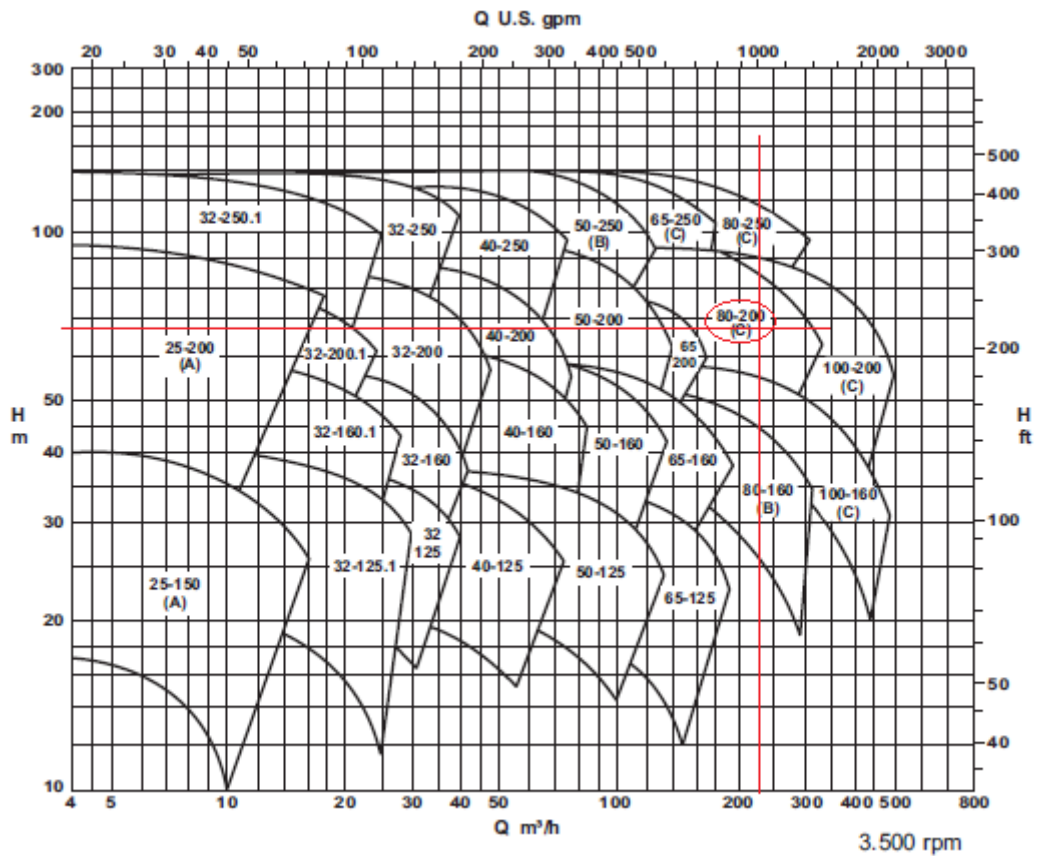
2ª Questão:

Através do diagrama, obtemos: $C_H = 0,89 \rightarrow (0,125)$ e $C_Q = 0,89 \rightarrow (0,125)$, portanto:

$$Q_{\text{água}} = \frac{200}{0,89} \cong 225 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow (0,125)$$

$$H_{B_{\text{água}}} = \frac{60}{0,89} \cong 67,5\text{m} \Rightarrow (0,125)$$

temos a bomba 80-200 de 3500 rpm $\rightarrow (0,50)$



3ª Questão:

Considerando os dados para água, temos:

$$n_q = \frac{3500 \times \sqrt{\frac{225}{3600}}}{\sqrt[4]{67,5^3}} \cong 37,2 \text{rpm} \rightarrow (0,25)$$

$$\therefore n_s = 3,65 \times 37,2 \cong 135,8 \text{rpm}$$

Portanto, trata-se de uma centrífuga rápida com pás de dupla curvatura e vazões médias. $\rightarrow (0,25)$

4ª Questão:

No ponto de trabalho para a frequência de 45 Hz, temos:

$$H_S = H_B$$

$$0,0872 \times Q^2 - 0,1614 \times Q + T = -0,0205 \times Q^2 + 0,0139 \times Q + R$$

Pelos dados fornecidos, temos: $R = 15 \text{ m} \rightarrow (0,125)$ e $T = 5 \text{ m} \rightarrow (0,125)$, portanto:

$$0,1077 \times Q^2 - 0,1753 \times Q - 10 = 0$$

$$\therefore Q_\tau = \frac{0,1753 + \sqrt{0,1753^2 + 4 \times 0,1077 \times 10}}{2 \times 0,1077} \cong 10,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow (0,50)$$

$$\eta_{B_\tau} = -0,9399 \times 10,5^2 + 22,952 \times 10,5 - 71,44 \cong 65,9\% \Rightarrow (0,125)$$

$$H_{B_\tau} = -0,0205 \times 10,5^2 + 0,0139 \times 10,5 + 15 \cong 12,9\text{m} \Rightarrow (0,125)$$

$$N_{B_{45\text{Hz}}} = \frac{998,2 \times 9,8 \times \left(\frac{10,5}{3600} \right) \times 12,9}{0,659} \cong 558,6\text{W} \Rightarrow (0,125)$$

Para a bomba operando em 60 Hz e com a válvula globo semi-aberta para se ter a mesma vazão de $10,5 \text{ m}^3/\text{h}$, temos:

$$\eta_{B_{60\text{Hz}}} = 65,9 + 2,5 = 68,4\% \Rightarrow (0,125)$$

$$H_{B_{60\text{Hz}}} = -0,034 \times 10,5^2 + 0,2606 \times 10,5 + 26,2 \cong 25,2\text{m} \Rightarrow (0,125)$$

$$N_{B_{60\text{Hz}}} = \frac{999,4 \times 9,8 \times \left(\frac{10,5}{3600} \right) \times 25,2}{0,684} \cong 1051,2\text{W} \Rightarrow (0,125)$$

Portanto, utilizando-se o inversor de frequência nós temos uma redução de $492,6 \text{ W}$ (46,9%) em relação ao controle pela válvula globo. $\rightarrow (0,50)$