

Quarta aula de teoria de ME5330

Março de 2011

Exercício 1

O ensaio de uma bomba centrífuga, girando na sua rotação nominal de 3500 rpm e operando com água à 20°C ($\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$ e $\nu = 1,004 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$), revelou os seguintes dados para o ponto de melhor rendimento:

pressão manométrica na seção de entrada da bomba igual a - 40 kPa;

pressão manométrica na seção de saída da bomba igual a 360 kPa;

vazão igual a 8,0 L/s;

torque no eixo de acoplamento entre bomba e motor elétrico igual a 14 N*m;

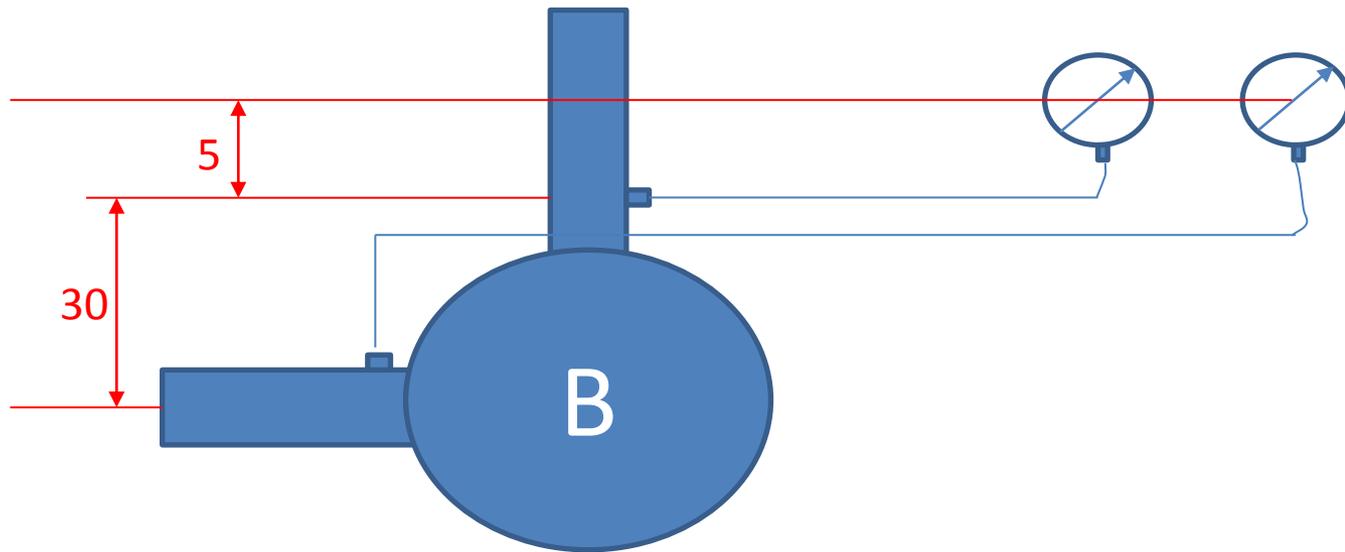
com o PHR no nível de captação a cota de entrada da bomba é igual a 1,0 m;

a velocidade média na seção de entrada da bomba é igual a 1,5 m/s.

Sabendo que o vacuômetro e o manômetro instalados respectivamente na seção de entrada e saída da bomba encontram-se nivelados e em seções de mesmo diâmetro, pede-se:

1. a carga manométrica da bomba;
2. a potência útil da bomba;
3. a potência nominal da bomba;
4. o rendimento da bomba;
5. a perda de carga na tubulação de sucção, considerando que o reservatório de captação encontra-se aberto.

Dado adicional



Cotas em cm

a

$$H_B = \frac{p_{m_s} - p_{m_e}}{\gamma} = \frac{(360 + 40) \times 10^3}{998,2 \times 9,8} \cong 40,9\text{m}$$

b

$$N = \gamma \times Q \times H_B = 998,2 \times 9,8 \times 8 \times 10^{-3} \times 40,9 \cong 3200,8\text{W}$$

c

$$N_B = \text{torque} \times \omega = 14 \times 2\pi \times \frac{3500}{60} \cong 5131,3\text{W}$$

d

$$\eta_B = \frac{N}{N_B} \Rightarrow \eta_B = \frac{3200,8}{5131,3} \times 100 \cong 62,4\%$$

e

$$H_0 = H_e + H_{p_{aB}} \Rightarrow H_0 = 0 \therefore H_{p_{aB}} = -H_e$$

$$H_{p_{aB}} = -\left(z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{\alpha_e \times v_e^2}{2g} \right) = -\left(1 + \frac{-40000 + 998,2 \times 9,8 \times 0,35}{998,2 \times 9,8} + \frac{1,5^2}{2 \times 9,8} \right)$$

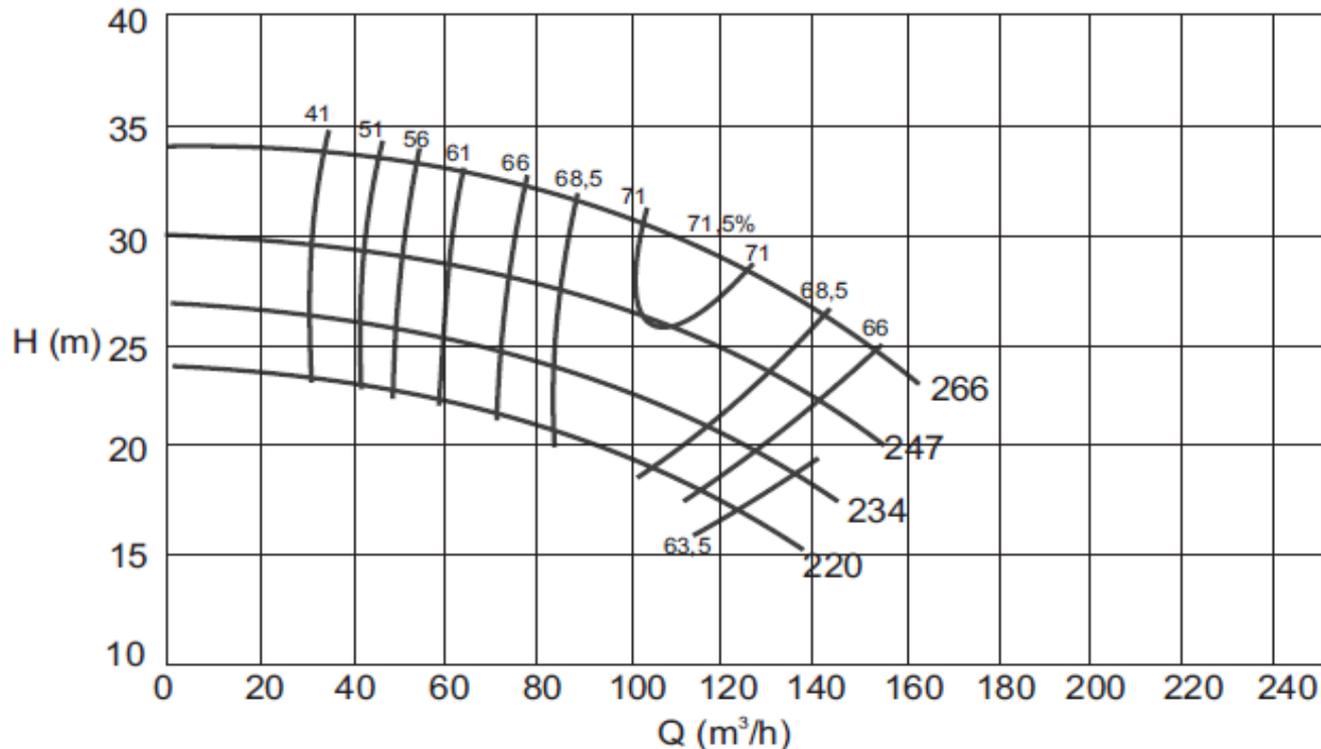
$$H_{p_{aB}} \cong 2,62\text{m}$$

Exercício 2

No projeto de uma instalação de bombeamento foi escolhida uma bomba centrífuga que apresenta a curva abaixo. Sabendo-se que a vazão de projeto com o fator de segurança mínimo é $110 \text{ m}^3/\text{h}$ e que nessa situação a carga manométrica de projeto é igual a 25 m , especifique o diâmetro do rotor.

Importante: siga a orientação da KSB, ou seja, parta da origem do plano cartesiano e considere a curva mais próxima do ponto da vazão e carga manométrica para especificação do diâmetro do rotor.

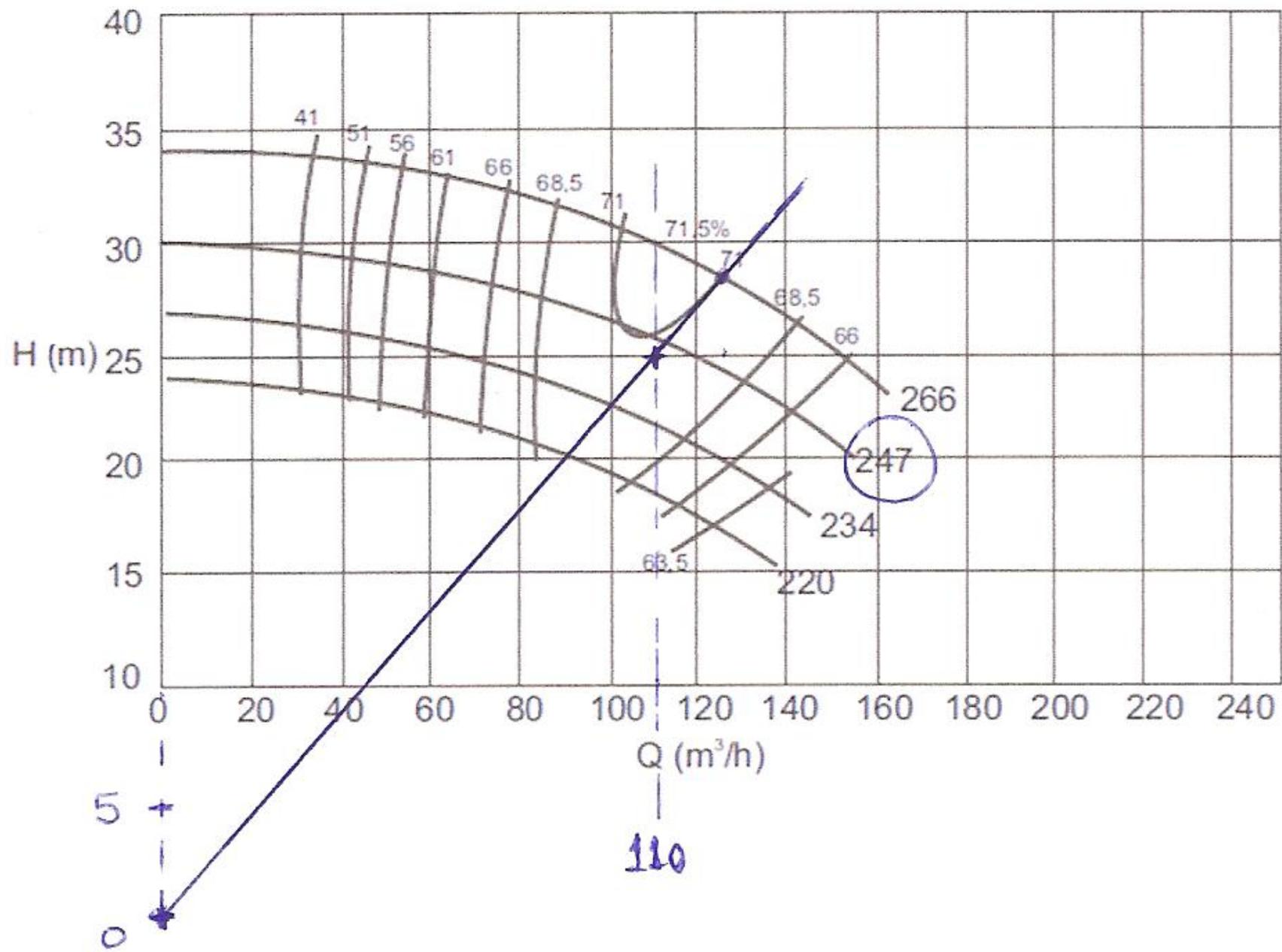
KSB Meganorm 80 - 250 - IV pólos (1750 rpm)



Solução

Deve-se buscar a origem do plano cartesiano e marcar a vazão e a carga manométrica de projeto, tendo os dois pontos deve-se uni-los por uma reta.

KSB Meganorm 80 - 250 - IV pólos (1750 rpm)



Leituras

leituras em 247

$$Q_{247} \cong 112,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$H_{B_{247}} \cong 25,7\text{m}$$

leituras em 266

$$Q_{266} \cong 126,25 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$H_{B_{247}} \cong 28,6\text{m}$$

$$\eta_B \cong 71\%$$

A KSB recomenda trabalhar com a curva mais próxima do ponto, portanto a do 247 mm, o que origina:

$$D_r = \frac{110}{112,5} \times 247 \cong 242\text{mm}$$

Determinação do rendimento

Com a redução do diâmetro do rotor tem-se um efeito de escala o que geralmente proporciona uma variação do rendimento.

O rendimento pode ser calculado pela fórmula de Moody que é encontrada no livro: Centrifugal and axial pumps de Stepanoff.

$$\frac{1 - \eta_{B_p}}{1 - \eta_{B_m}} = \left(\frac{D_{R_m}}{D_{R_p}} \right)^{1/4} \times \left(\frac{H_{B_m}}{H_{B_p}} \right)^{1/10}$$

p = protótipo

m = modelo

Para o exemplo teríamos:

$$\frac{1 - \eta_{B_{247}}}{1 - \eta_{B_{266}}} = \left(\frac{D_{R_{266}}}{D_{R_{247}}} \right)^{1/4} \times \left(\frac{H_{B_{266}}}{H_{B_{247}}} \right)^{1/10}$$

$$\therefore \frac{1 - \eta_{B_{247}}}{1 - 0,71} = \left(\frac{266}{247} \right)^{1/4} \times \left(\frac{28,6}{25,7} \right)^{1/10} \Rightarrow \eta_{B_{247}} \cong 70,1\%$$

$$\frac{1 - \eta_{B_{242}}}{1 - 0,701} = \left(\frac{247}{242} \right)^{1/4} \times \left(\frac{25,7}{25} \right)^{1/10} \Rightarrow \eta_{B_{242}} \cong 69,9\%$$

Portanto o erro é pequeno quando consideramos os rendimentos praticamente iguais.