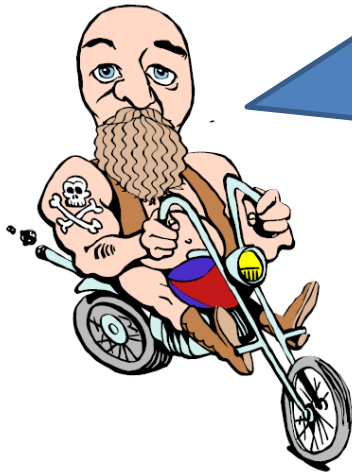


Quinta aula de complemento de ME5330

Setembro de 2010

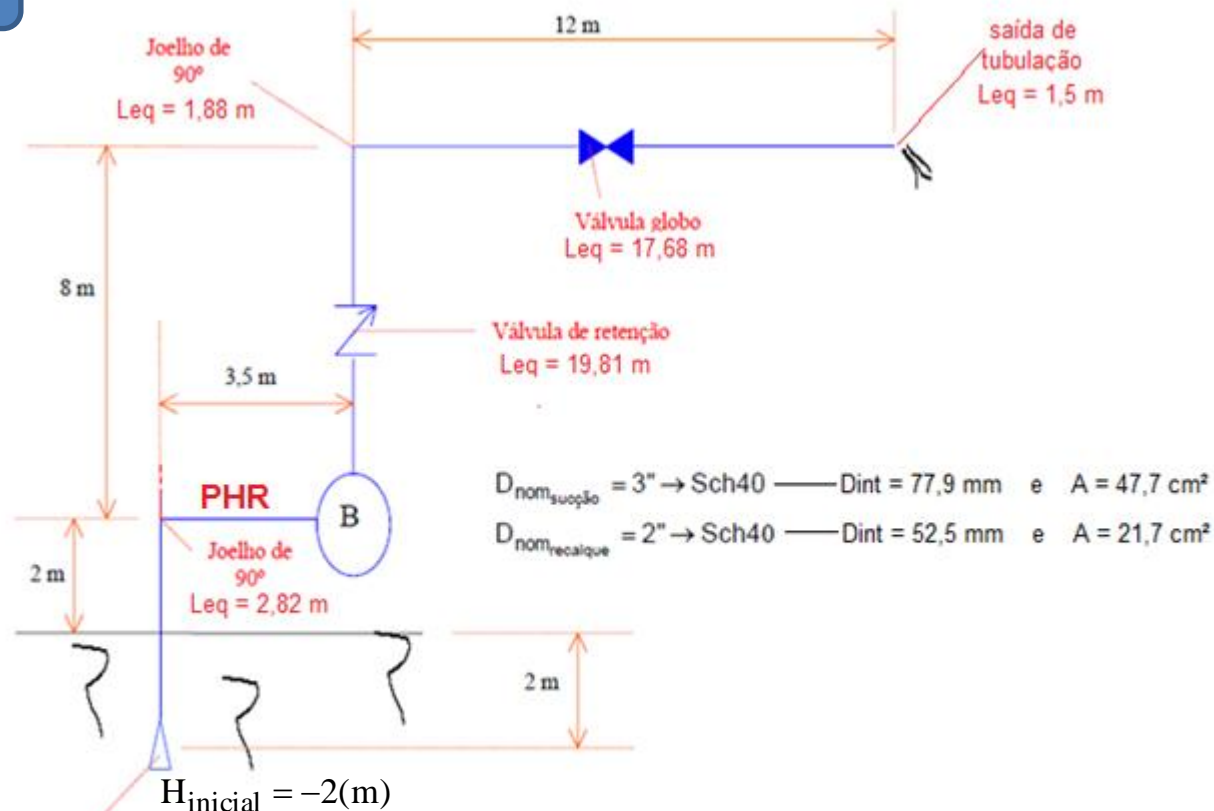
Iniciamos este encontro
apresentando o gabarito da
avaliação individual das
atividades 2 e 3.



a

VALOR – 1,0

Adotando o
PHR no
eixo da
bomba,
temos:



$$H_{final} = 8 + \frac{Q^2}{19,6 \times (21,7 \times 10^{-4})^2} = 8 + 10834,9Q^2(m)$$

$$H_{PaB} = H_{P3''} = f_{3''} \times \frac{(7,5 + 34,82)}{0,0779} \times \frac{Q^2}{19,6 \times (47,7 \times 10^{-4})^2} = f_{3''} \times 1218191,0 \times Q^2(m)$$

$$H_{P_{recalque}} = f_{2''} \times \frac{(20 + 40,87)}{0,0525} \times \frac{Q^2}{19,6 \times (21,7 \times 10^{-4})^2} = f_{2''} \times 12562279,8 \times Q^2(m)$$

$$H_S = 10 + 10834,9Q^2 + f_{3''} \times 1218191,0 \times Q^2 + f_{2''} \times 12562279,8 \times Q^2$$

b

VALOR – 1,0

Na solução desse item não podemos esquecer de homogeneizar as equações, isto porque a CCB e a CCI inicialmente encontram-se com unidades diferentes

$$H_S = 10 + (10834,9 + 0,0211 \times 1218191 + 0,0214 \times 12562279,8) \times Q^2$$

$$H_S = 10 + 305371,6 \times Q^2 \Rightarrow [H_S] = m \rightarrow [Q] = \frac{m^3}{s}$$

$$\therefore H_S = 10 + \frac{305371,6}{3600^2} \times Q^2 = 10 + 0,0236Q^2 \Rightarrow [H_S] = m \rightarrow [Q] = \frac{m^3}{h}$$

$$-0,0066Q^2 + 0,1195Q + 38 = 10 + 0,0236Q^2$$

$$0,0302Q^2 - 0,1195Q - 28 = 0 \therefore Q_\tau = \frac{0,1195 + \sqrt{0,1195^2 + 4 \times 0,0302 \times 28}}{2 \times 0,0302}$$

$$Q_\tau \cong 32,5 \frac{m^3}{h} \rightarrow (0,5) \Rightarrow H_{B_\tau} = 10 + 0,0236 \times 32,5^2 \cong 35m \rightarrow (0,25)$$

$$\eta_{B_\tau} = -0,0592 \times 32,5^2 + 4,1966 \times 32,5 - 1,5619 \cong 72,3\% \rightarrow (0,25)$$



No ponto de trabalho a carga manométrica da bomba é igual a carga do sistema

Em projeto o arredondamento deve ser feito sempre no sentido da segurança, ou seja, para mais.

c

VALOR – 0,5

$$N_B = \frac{\gamma \times Q_\tau \times H_{B_\tau}}{\eta_{B_\tau}} = \frac{998,2 \times 9,8 \times \left(\frac{32,5}{3600}\right) \times 35}{0,723}$$

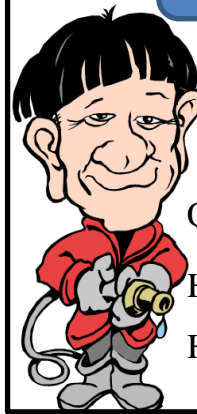
$$N_B \cong 4275,2 \text{ W} \rightarrow (0,5)$$

Esse foi fácil!

d

VALOR – 1,5

Fecha-se parcialmente a válvula globo para se obter metade da vazão



$$Q_{\text{nova}} = \frac{32,5}{2} \cong 16,25 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$H_{B_{\text{nova}}} = -0,0066 \times 16,25^2 + 0,1195 \times 16,25 + 38$$

$$H_{B_{\text{nova}}} \cong 38,2 \text{ m} = H_{S_{\text{novo}}} \rightarrow (0,25)$$

$$38,2 = 10 + 10834,9 \times \left(\frac{16,25}{3600}\right)^2 + 0,0216 \times 1218191 \times \left(\frac{16,25}{3600}\right)^2 + 0,0217 \times 12562279,8 \times \left(\frac{16,25}{3600}\right)^2$$

$$-0,0217 \times \frac{17,68}{0,0525} \times \frac{\left(\frac{16,25}{3600}\right)^2}{19,6 \times \left(21,7 \times 10^{-4}\right)^2} + H_{\text{pv.Gp.fechada}}$$

$$38,2 = 10 + 0,221 + 0,536 + 5,6 - 1,6 + H_{\text{pv.Gp.fechada}}$$

$$\therefore H_{\text{pv.Gp.fechada}} \cong 23,5 \text{ m} \rightarrow (0,75) \Rightarrow 23,5 = K_S \times \frac{\left(\frac{16,25}{3600}\right)^2}{19,6 \times \left(21,7 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$\therefore K_S \cong 106,2 \rightarrow (0,5)$$

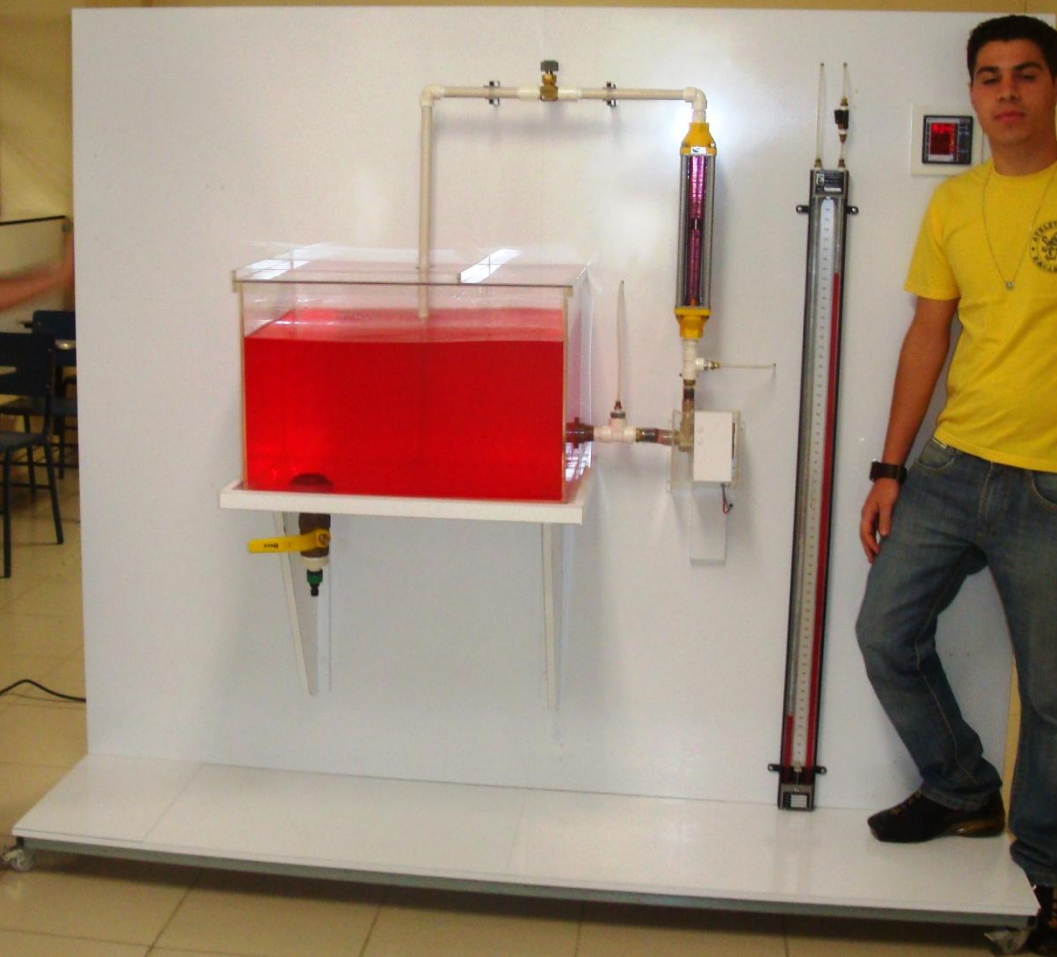
Experiência



Obter as curvas de $H_B = f(Q)$ e $\eta_B = f(Q)$ para a bomba da máquina de lavar roupa instalada na bancada móvel.

Esta bancada foi projetada pelo Renan e pelo Tobias





Dados:

$$D_{\text{entrada}} = \frac{3}{4} \rightarrow \text{PVC}$$

$$D_{\text{saída}} = \frac{1}{2} \rightarrow \text{PVC}$$

$$\rho_m = 2960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_m = \rho_{\text{bromofórmio}}$$




Fluido transportado é a água com corante alimentício



A seguir apresento uma síntese
para a realização da experiência,
a qual segue a recomendação do
INMETRO



	<p align="center">PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM</p> <p align="center">BOMBAS CENTRÍFUGAS</p> <p align="center">REGULAMENTO ESPECÍFICO PARA USO DA ENCE</p>	<p align="center">ETIQUETAGEM RESP/017-BOM</p>	<p align="center">PÁGINA 14/28</p>
		<p align="center">EDIÇÃO 05/06/2006</p>	<p align="center">ORIGEM: GT-BOM/PBE</p>
		<p align="center">REVISÃO: 0</p>	<p align="center">DATA ÚLTIMA REVISÃO: xx/xx/xxxx</p>

ANEXO VI ao Regulamento Específico para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) - LINHA DE BOMBAS CENTRÍFUGAS: PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

1. INTRODUÇÃO

Esta norma apresenta a sequência de cálculo para a obtenção das curvas características de um grupo moto-bomba e da bomba centrífuga na rotação constante e igual a nominal. A norma tem a finalidade de verificar as condições reais de funcionamento do conjunto moto-bomba e da bomba com o propósito de etiquetagem do equipamento.

Esta norma é baseada na norma Brasileira para este tipo de ensaio MB-1032/nov.1989, Bombas Hidráulicas de Fluxo (Classe C) – Ensaio de Desempenho e de Cavitação.

2. OBJETIVOS

Levantamento dos gráficos vazão (Q) versus altura total de elevação (H); vazão (Q) versus rendimento do conjunto moto-bomba (η_{global}).

3. ROTEIRO PARA OBTENÇÃO DAS GRANDEZAS

As grandezas medidas deverão estar no sistema internacional de unidades.

3.1. Vazão: Q

$Q[\text{m}^3/\text{s}]$ – vazão medida no rotâmetro.

3.2. Altura Total de Elevação: H

Na figura 1, estão representadas as posições de entrada e saída da bomba.

Nessa bancada utilizamos um manômetro diferencial em forma de U para determinação da diferença de pressões entre a entrada e saída da bomba, onde o fluido manométrico empregado é o bromofórmio (densidade igual a 2960 kg/m^3).

$$H = \left(\frac{p_2}{\rho \cdot g} - \frac{p_1}{\rho \cdot g} \right) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2 - z_1$$

H[m] - altura total de elevação;

$P_2/\rho \cdot g$ [m]- pressão na saída da bomba;

$P_1/\rho \cdot g$ [m]- pressão na entrada da bomba;

v_2 [m/s] - velocidade média de escoamento na saída da bomba;

v_1 [m/s] - velocidade média de escoamento na entrada da bomba;

$$v_1 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_1^2}; \quad v_2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_2^2}$$

D_1 [m] - diâmetro interno na posição 1;

D_2 [m] - diâmetro interno na posição 2.

Importante:

durante os ensaios, a velocidade média de escoamento na entrada da bomba (1), não deverá ultrapassar a 2[m/s] , com a finalidade de garantir o não aparecimento de cavitação.

3.3. Potência Útil da bomba: N

$$N = \rho \times g \times Q \times H \times 10^{-3}$$

N[kW] - potência útil;

ρ [kg/m³] - massa específica da água;

g[m/s²] - aceleração da gravidade;

Q[m³/s] - vazão;

H[m] - altura total de elevação.

O valor da massa específica poderá ser calculado pela seguinte equação:

$$\rho = 1000,14 + 0,0094 \times t - 0,0053 \times t^2$$

ρ [kg/m³] - massa específica da água;

t[°C] - temperatura da água aquirada durante o ensaio.

O valor da aceleração da gravidade deverá ser considerado

g = 9,8[m/s²].

3.4. Rendimento global

$$\eta_{\text{global}} = \frac{N}{N_m}$$

η_{global} [1] - rendimento do conjunto moto-bomba;
 N [kW] - potência útil
 N_m [kW] - potência elétrica consumida
(aquisitada no Wattímetro)

3.5 Correção dos Valores para a Rotação Constante (se houver necessidade)

$$Q_1 = Q \times \left(\frac{n_1}{n} \right)$$

$$H_1 = H \times \left(\frac{n_1}{n} \right)^2$$

$$N_{m_1} = N_m \times \left(\frac{n_1}{n} \right)^3$$

$$N_1 = N \times \left(\frac{n_1}{n} \right)^3$$

Observação: os valores com índice 1 são os corrigidos para a rotação constante n_1 .