

Objetivos da oitava aula da unidade 5:

Simular a experiência de bomba hidráulica

Propor a experiência de bomba hidráulica.

5.13 Levantamento das Curvas Características de uma Bomba

5.13.1 Introdução

A bancada de laboratório esquematizada na página 197 da Unidade 3 é constituída por uma bomba centrífuga (4), que é responsável pelo escoamento de água do reservatório de captação (1) para o reservatório de distribuição (17).

Vamos considerar que a tal bomba centrífuga seja uma **bomba centrífuga radial da Hero S/A – tipo Heromba – monobloco 12 – H26** – que opera em cada bancada (figura 5.45) com as seguintes características:

Drotor = 126 mm; $D_{\text{sucção}} = 2''$; $D_{\text{recalque}} = 1 \frac{1}{2}''$ (ambos Sch 40) e $n = 3450$ rpm;

$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)$	0	2	4	6	8	10	11
$H_B (\text{m})$	25	25	25	25	22,5	20	16
$\eta_B (\%)$	-	-	40	50	60	50	45

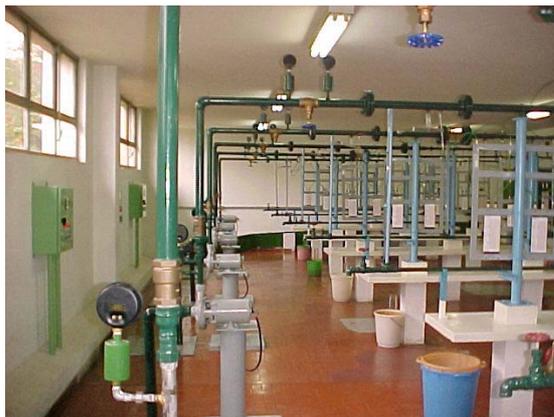


Figura 5.45

Por outro lado, devemos estar cientes que as curvas representadas pela figura 5.46 foram obtidas para uma situação onde, tanto a perda de carga na sucção como a perda de carga no recalque, são desprezíveis, o que equivale a dizer que não conseguiremos reproduzir tal situação no laboratório, já que na bancada temos perda de carga, tanto na sucção como no recalque.

- o conceito, tanto do coeficiente manométrico (ψ) como do coeficiente de vazão (ϕ):

- o conceito de curva universal.

Além disto, desejamos obter:

- a curva $H_B = f(Q)$;

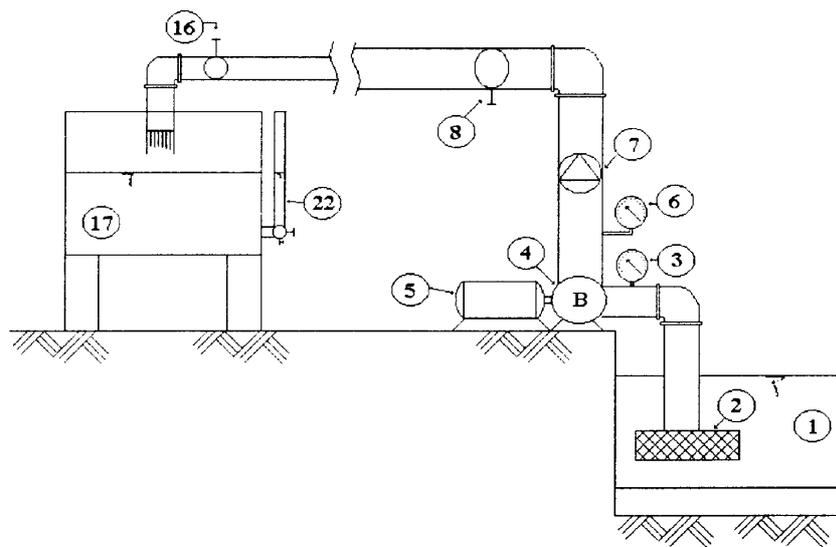
- a curva $\eta_g = f(Q)$;

- a curva $\psi = f(\phi)$.

5.13.3 Reprodução de Ensaio para Levantamento das Curvas Características de uma Bomba.

5.13.3.1 Esquema Básico do Ensaio

A figura 5.47 representa o esquema básico utilizado no ensaio.



Tubulação de sucção ---- $D_s = 2''$ (SCH 40) $\therefore D_{int} = 52,5$ mm

Tubulação de recalque ---- $D_s = 1\ 1/2''$ (SCH 40) $\therefore D_{int} = 40,8$ mm

Figura 5.47

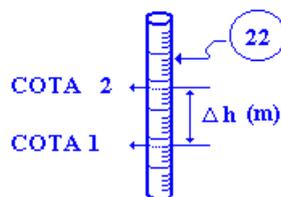
5.13.3.2 Estudo Teórico do Ensaio

5.13.3.2.1 Determinação da Vazão

Evocando a segunda experiência e o conceito da vazão, sabemos que :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Para a determinação do volume depositado no reservatório de distribuição por uma dada vazão , devemos cronometrar o tempo para uma variação Δh no medidor de nível, instalado no referido reservatório, como é mostrado na figura 5.48.



Sabemos, por outro lado, que a área da seção transversal do reservatório de distribuição é $S = 0,5625 \text{ m}^2$, portanto:

$$V = 0,5625 \times \Delta h$$

Figura 5.48

Para cada posição da válvula globo (por exemplo a 8), pode-se calcular a vazão pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{0,5625 \cdot \Delta h}{t}$$

5.13.3.2.2 Determinação da Altura Manométrica da Bomba

Considerando a entrada e a saída da bomba com os dados fornecidos pela figura 5.49, podemos obter a altura manométrica aplicando-se a equação da energia para um escoamento incompressível e um regime permanente , entre a entrada e a saída da bomba, ou seja:

$$H_e + H_B = H_s \text{ onde,}$$

$$H_i (H_e \text{ ou } H_s) = z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g}$$

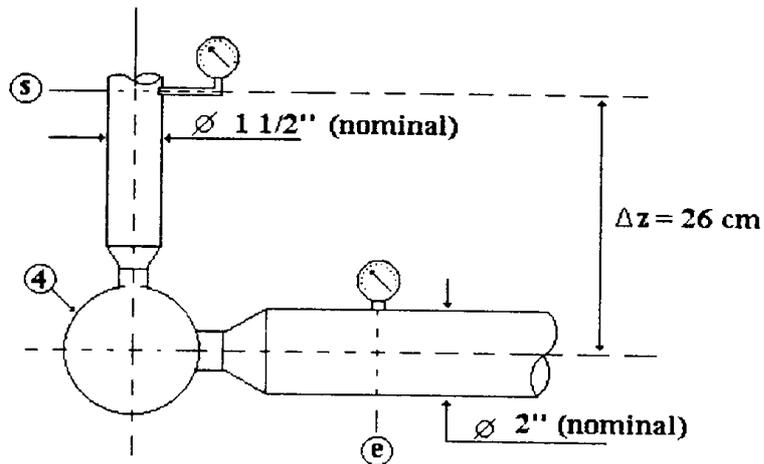


Figura 5.49

Pede-se:

P1 → Reescreva a equação da energia apresentada anteriormente em função de:

ΔZ → variação da cota entre a saída e a entrada da bomba;

p_e → pressão de entrada;

p_s → pressão de saída;

V_e → velocidade média do escoamento na entrada;

V_s → velocidade média do escoamento na saída;

γ → peso específico do fluido que esco;

g → aceleração da gravidade.

P2 → Para uma dada posição da válvula globo, explique como determinamos cada uma das grandezas mencionadas na P1.

P3 → Para a situação do ensaio, p_e pode ser positiva ($> p_{atm}$)? Justifique.

5.13.3.2.3 Determinação do Rendimento Global da Bomba (η_g)

O rendimento da bomba é obtido evocando-se o conceito de potência e rendimento, aplicados na figura 5.50.

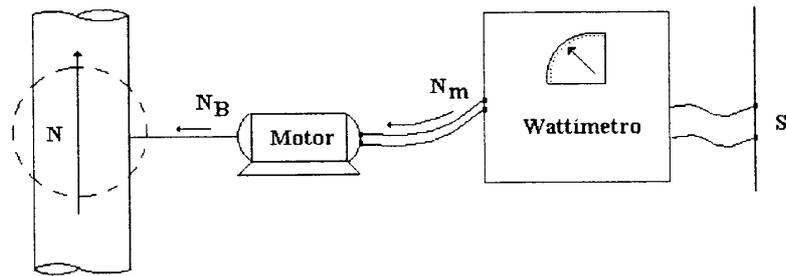


Figura 5.50

Sabemos que: $\eta_B = \frac{N}{N_B} \rightarrow$ rendimento da bomba.

$\eta_m = \frac{N_B}{N_m} \rightarrow$ rendimento do motor.

$\eta_g = \frac{N}{N_m} \rightarrow$ rendimento global.

P4 - Admitindo-se que o $\eta_m \cong 90\%$ determine a expressão para o cálculo de η_B em função:

$\gamma \rightarrow$ peso específico do fluido que escoa;

$Q \rightarrow$ vazão do escoamento;

$H_B \rightarrow$ altura manométrica da bomba;

$N_m \rightarrow$ potência fornecida pela rede elétrica.

Obs.: 1CV \cong 0,736 KW.

5.13.3.2.4 Determinação da Curva Universal da Bomba

A curva universal da bomba, geralmente é dada por $\psi = f(\phi)$, onde:

$\psi \rightarrow$ é o coeficiente manométrico da bomba;

$\phi \rightarrow$ é o coeficiente de vazão da bomba;

Considerando como dados da bomba:

$$n = 3450 \text{ rpm} \quad \text{e} \quad \text{Drotor} = 126 \text{ mm},$$

pergunta-se:

P5 \rightarrow Quais as expressões para a determinação, tanto de ψ como de ϕ ?

P6 → Podemos afirmar que a representação de $\psi = f(\phi)$ e $H_B = f(Q)$ são “semelhantes”? Justifique.

Tarefa: Considerando o tópico “levantamento das curvas características de uma bomba”, pede-se:

(A) → As respostas de todas as perguntas;

(B) → Elabore e preencha uma tabela de resultados, onde se deve ter: Δh (variação do nível do tanque em m); t (tempo em s);

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right); p_s \left(\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right); p_e \left(\frac{\text{Kgf}}{\text{m}^2} \right); \frac{p_s - p_e}{\gamma} (\text{m}); v_s \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right); v_e \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right);$$

$$\frac{v_s^2 - v_e^2}{2g} (\text{m}); \Delta z = 0,26\text{m}; H_B (\text{m}); N (\text{C.V}); N_m (\text{C.V});$$

$$\eta_{\text{global}}(\%); \Psi = \frac{gH_B}{n^2 \times D_r^2} \text{ e } \Phi = \frac{Q}{n \times D_r^3}.$$

(C) → Os gráficos de $H_B = F(Q)$ e $\eta_g = f(Q)$, que devem ser traçados sobre a a CCB obtida através da tabela da página 327

(D) → O gráfico de $\psi = f(\phi)$



**Quando não mais
existir esperança
nem confiança
num mundo melhor**

**Olhe para seu interior
e verá
que sua vida
acabou ...**



Continue vivo.

Raimundo Ferreira Ignácio

ENSAIOS PARA A EXPERIÊNCIA
BOMBAS

	h (mm)		t (tempo)	$p_e \left(\frac{\text{lb}}{\text{pol}^2} \right)$	$p_s \left(\frac{\text{lb}}{\text{pol}^2} \right)$	$N_m (\text{Kw})$
	Cota 1	Cota 2				
1	0	0	-	- 1,55	34,00	1,227
2	10	14,94	20	- 1,55	34,00	1,227
3	20	29,88	20	- 1,55	33,99	1,227
4	35	49,83	20	- 1,55	33,99	1,227
5	10	19,88	10	- 1,55	33,28	1,227
6	30	42,34	10	- 1,55	32,57	1,227
7	10	24,81	10	- 1,55	31,85	1,227
8	30	47,28	10	- 1,55	31,13	1,227
9	10	29,75	10	- 1,55	30,41	1,227
10	35	57,20	10	- 1,55	29,69	1,227
11	10	24,70	10	- 1,55	28,97	1,227
12	30	57,20	10	- 1,55	28,25	1,227
13	10	39,60	10	- 1,55	26,82	1,227
14	10	42,20	10	- 1,55	25,38	1,227
15	10	44,60	10	- 1,55	23,95	1,227

Tabela de dados obtidos na experiência



Trecho da bancada utilizada na experiência



Manoel – lendo o Wattímetro



Manoel trabalhando em um trecho da bancada do laboratório

**A vida não se define.
Vive-se.
E para bem vivê-la,
precisamos de compreensão,
tranquilidade e amor.**

**Pegue um sorriso
e doe-o
a quem jamais o teve...**

**Pegue um raio de sol
e faça-o voar lá
onde reina a noite...**

**Pegue uma lágrima
e ponha no rosto
de quem jamais chorou...**

**Pegue a coragem
e ponha-a no ânimo
de quem não sabe lutar...**

**Descubra a vida
e narre-a a quem
não sabe entendê-la...**

**Pegue a esperança
e viva na sua luz...**

**Pegue a bondade
e doe-a a quem
não sabe doar...**

**Descubra o amor
e faça-o
conhecer o mundo...**

(Gandhi)



Eu e o Marcus Vinícius