



PRIMEIRA AULA DE LABORATÓRIO DA DISCIPLINA ME5330

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio

06/08/2013

O QUE APLICAREMOS NESTA AULA DE LABORATÓRIO

1

- Equação da energia para o escoamento em regime permanente

2

- Cálculo das perdas de carga

3

- Conceito de potência e rendimento

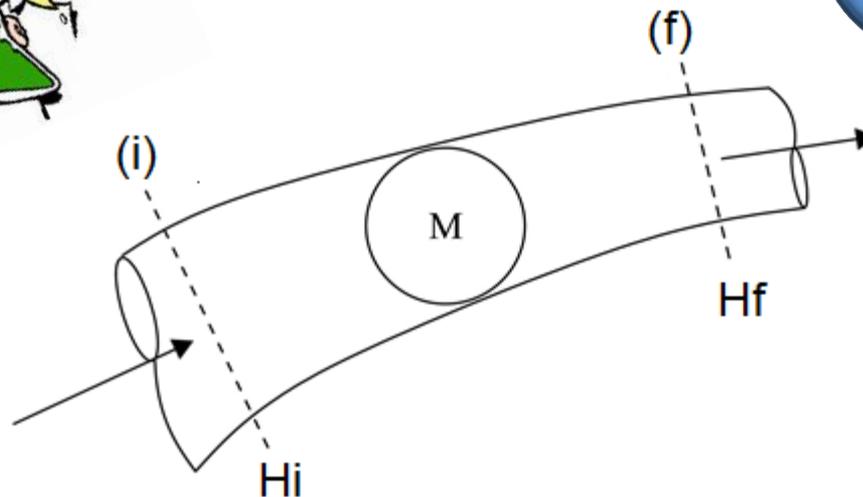
Para facilitar as aplicações propostas, inicio evocando alguns conceitos que foram abordados no curso de mecânica dos fluidos básica.

Ainda bem, pois eu já esqueci praticamente tudo!



1. Equação da energia para regime permanente em uma instalação com uma entrada e uma saída

Considerando o trecho ao lado.



Nesta possibilidade efetuamos um balanço de carga, onde temos 4 termos:

$$H_{\text{inicial}} + H_M = H_{\text{final}} + H_{p_{i-f}}$$

onde:

H_{inicial} = carga inicial e H_{final} = carga final

H_M = carga manométrica da máquina

$H_{p_{i-f}}$ = perda de carga da seção inicial a final

$$H_x = z_x + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{\alpha_x \times v_x}{2g} \rightarrow \alpha_x = 2 \Rightarrow Re \leq 2000$$

$$\rightarrow \alpha_x = 1 \Rightarrow Re \geq 4000$$

→ quando for bomba $\Rightarrow H_M = +H_B$

→ quando for turbina $\Rightarrow H_M = -H_T$

$$H_{\text{inicial}} + H_M = H_{\text{final}} + H_{\text{pi-f}}$$

onde:

$$H_p = \sum h_f + \sum h_S \Rightarrow h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} \rightarrow e \rightarrow h_S = K_S \times \frac{v^2}{2g}$$

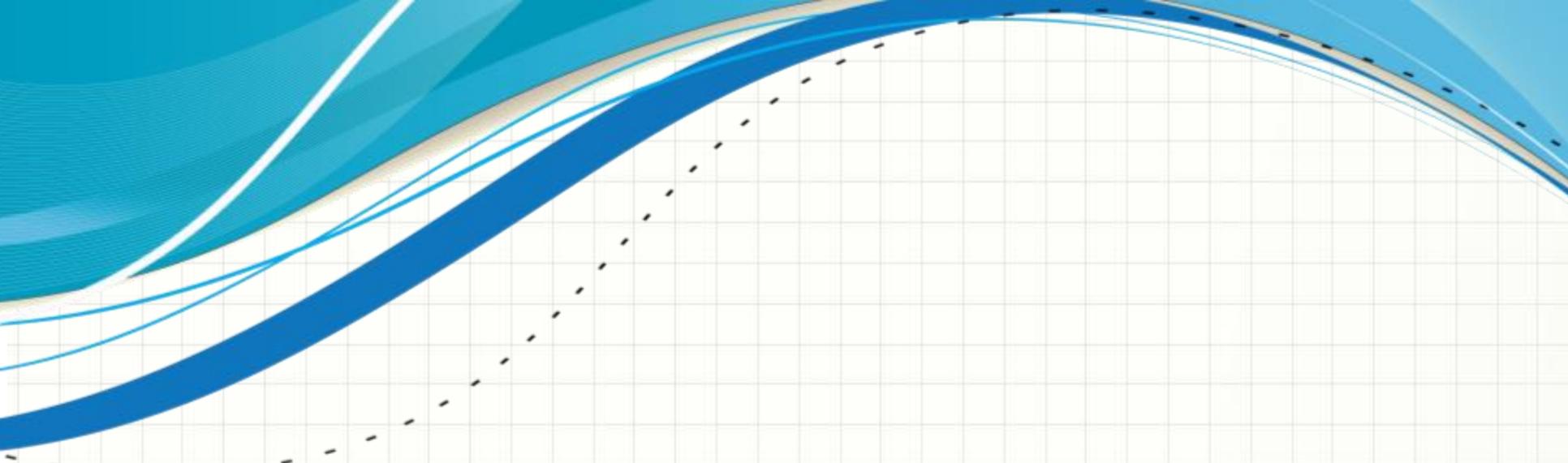
ou

$$H_p = \sum h_f \Rightarrow h_f = f \times \frac{(L + \sum L_{eq})}{D_H} \times \frac{v^2}{2g}$$

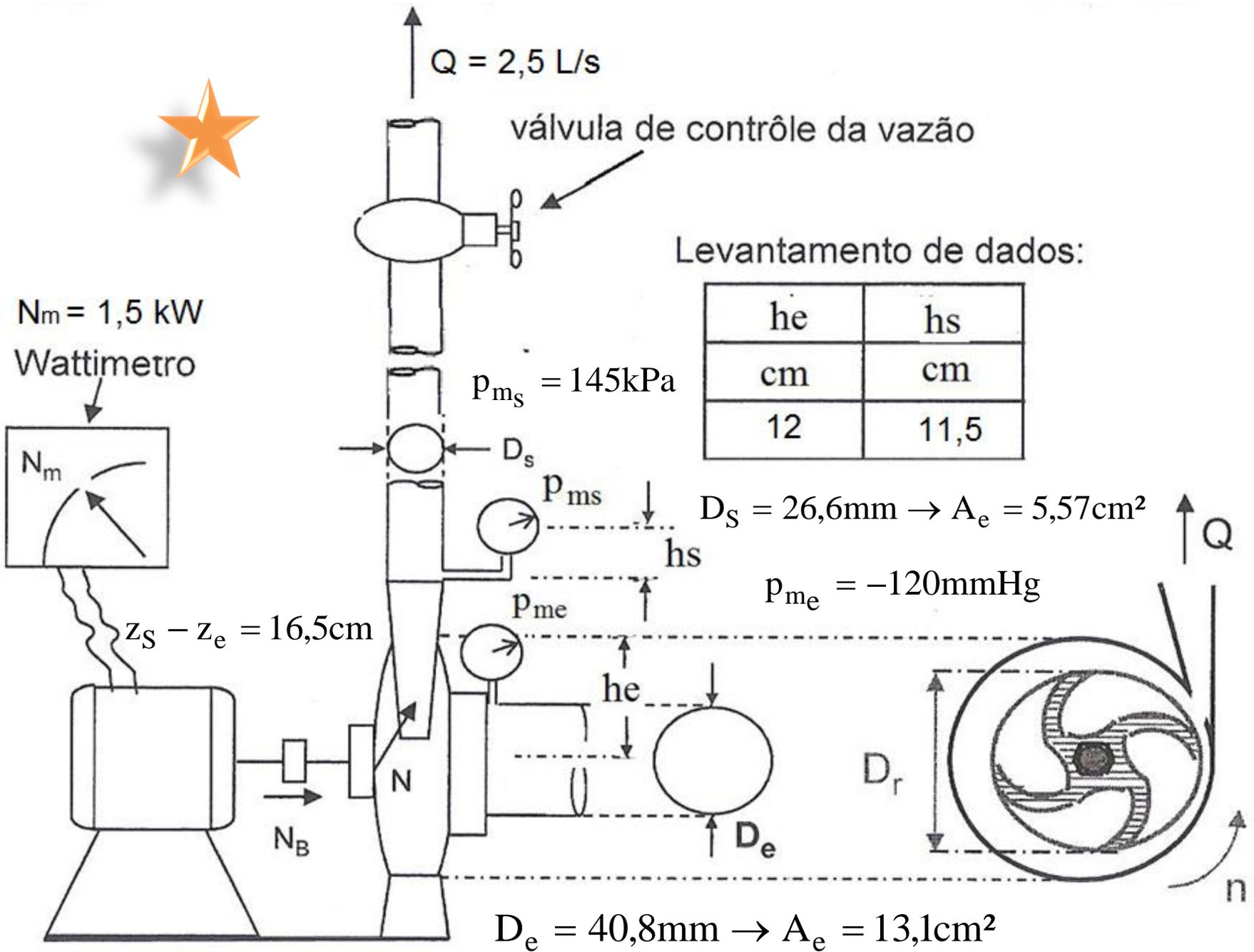
A black and white cartoon illustration of a classroom. A professor with a beard and a white lab coat stands at the front, looking towards the students. He has his hands on his hips. In the foreground, several students are seated at desks. One student on the left is looking towards the professor. Another student in the center is looking down at a book. On the right, a student is looking towards the professor with a concerned expression. The background shows a chalkboard with some faint lines. Two blue speech bubbles are overlaid on the image. The first speech bubble, coming from the professor, contains the text 'Vamos aplicar estas equações na aula de laboratório'. The second speech bubble, coming from the student on the right, contains the text 'Este era meu medo!'.

Vamos aplicar estas equações na aula de laboratório

Este era meu medo!



**VAMOS DESENVOLVER O EXEMPLO A
SEGUIR ONDE DESEJAMOS CALCULAR
O RENDIMENTO GLOBAL DO
CONJUNTO MOTOR BOMBA.**



Levantamento de dados:

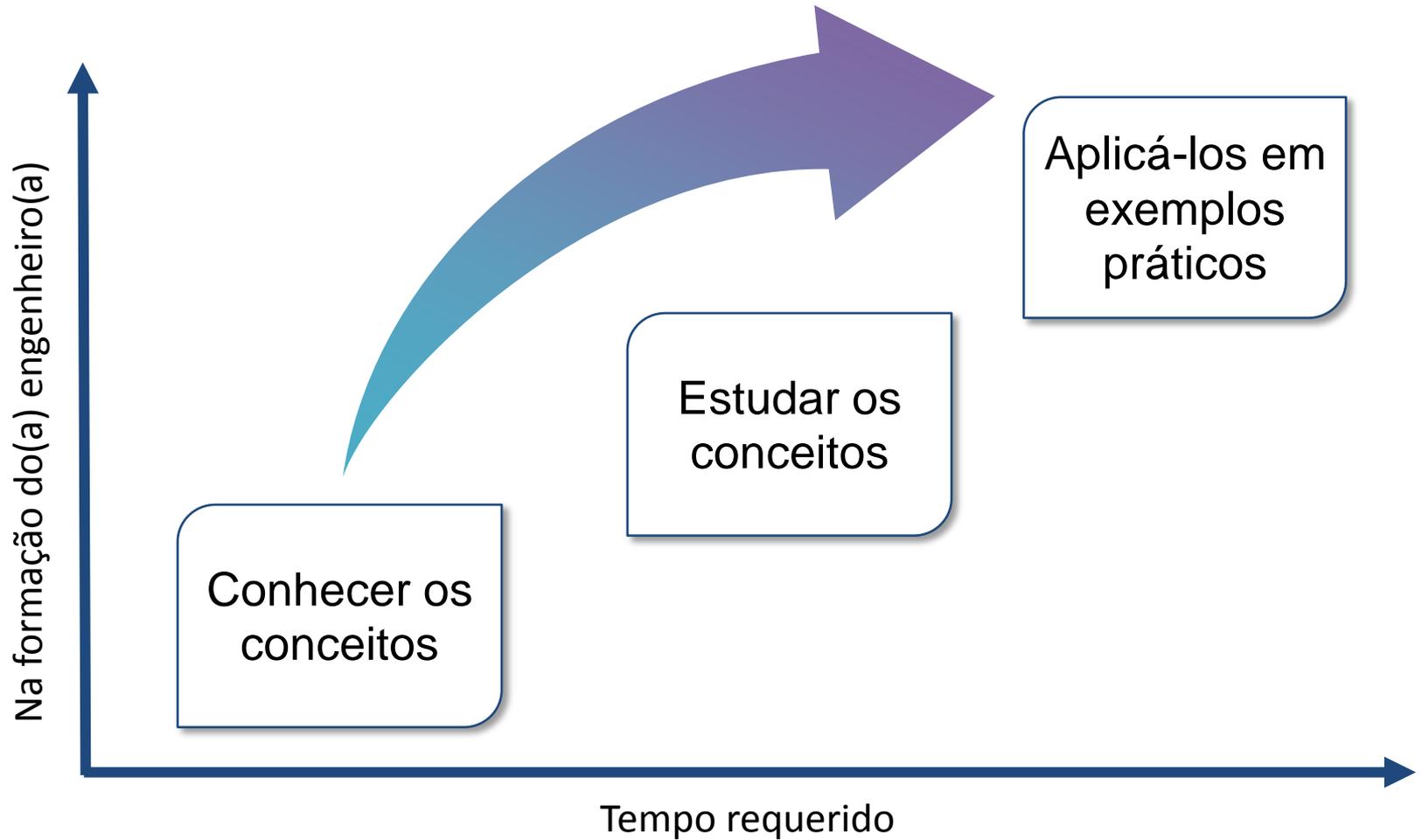
| h_e | h_s |
|-------|-------|
| cm | cm |
| 12 | 11,5 |

$D_s = 26,6 \text{ mm} \rightarrow A_e = 5,57 \text{ cm}^2$

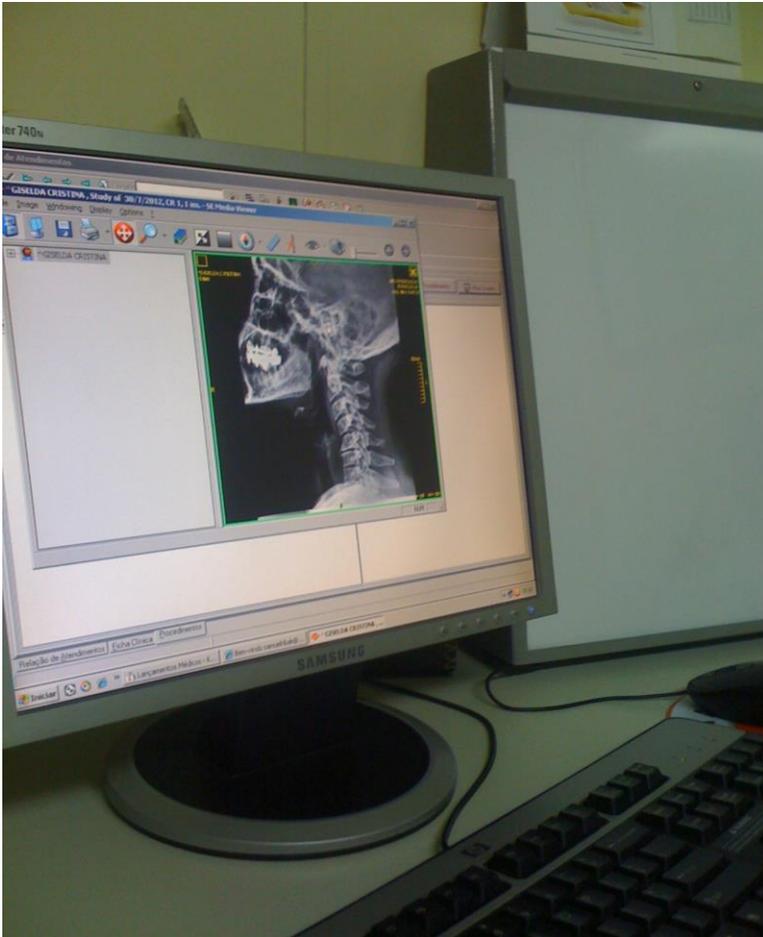
$p_{me} = -120 \text{ mmHg}$

$D_e = 40,8 \text{ mm} \rightarrow A_e = 13,1 \text{ cm}^2$

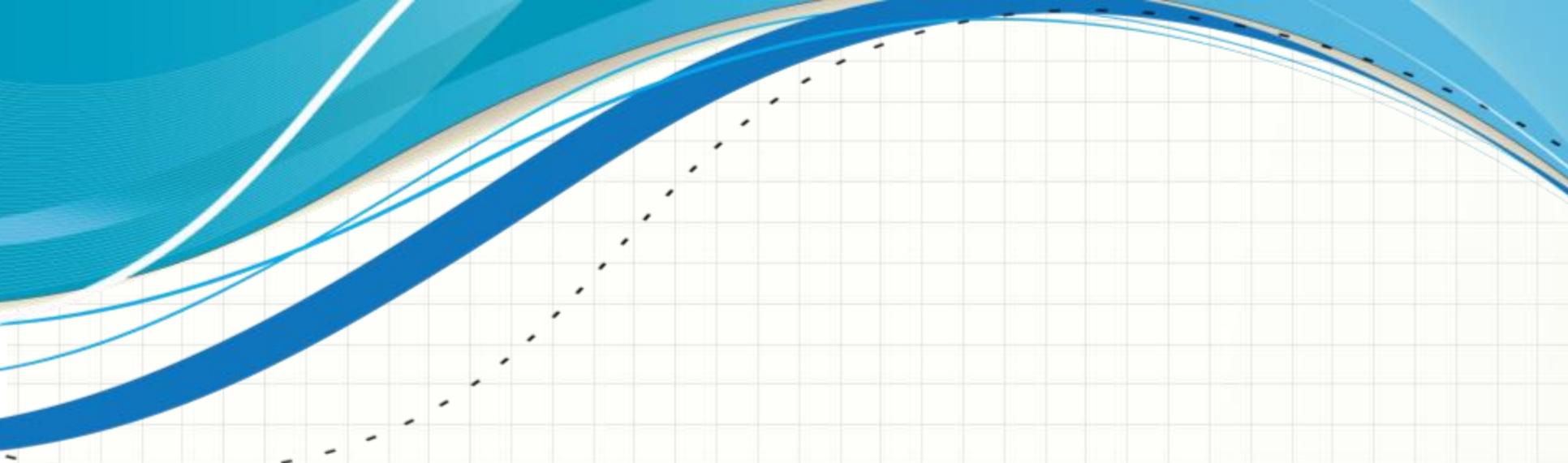
Um aprendizado eficiente



Para que o aprendizado não tenha fronteiras



- Há a necessidade de um pc ou similar
- Consulte www.escoladavida.eng.br
- E também acesse o nosso grupo no facebook



PERGUNTAS?

Para a solução do problema
proposto evocamos o conceito de
potência e rendimento do
conjunto motor bomba

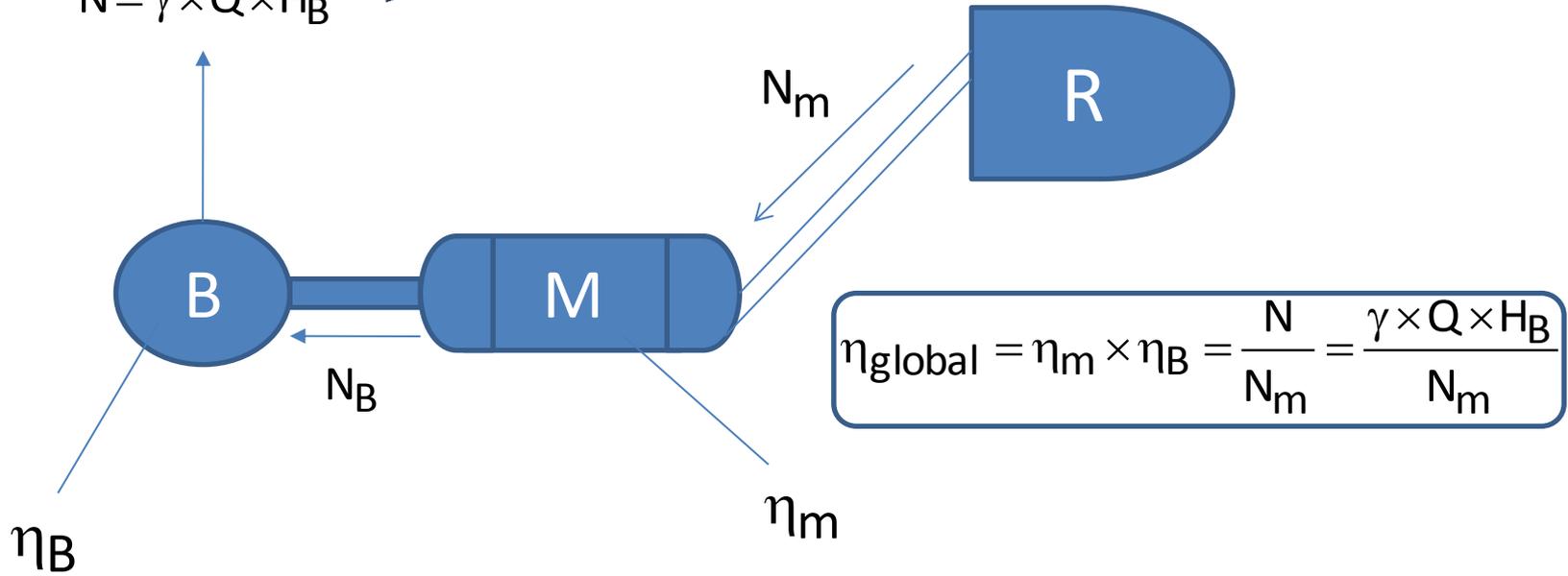


Lembrando que o motor é o dispositivo que transforma a potência elétrica (N_m) em potência mecânica (N_B) e a bomba transforma a potência mecânica (N_B) em potência hidráulica ($N = \gamma QH_B$)



Esquemáticamente
temos:

$$N = \gamma \times Q \times H_B$$



$$\eta_B = \frac{N}{N_B} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{N_B}$$

$$\eta_m = \frac{N_B}{N_m}$$

$$\eta_{global} = \eta_m \times \eta_B = \frac{N}{N_m} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{N_m}$$

Analisando a expressão para o cálculo do rendimento:

$$\eta_{\text{global}} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{N_m}$$

temos:

$$N_m = 1,5\text{kW} = 1500\text{W}$$

$$\rho_{\text{água}} = 998,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\therefore \gamma_{\text{água}} = 998,2 \times 9,8 = 9782,36 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 2,5 \frac{\text{L}}{\text{s}} = 2,5 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



Necessitamos então calcular a H_B e para isto aplicamos a equação da energia da seção de entrada à seção de saída da bomba:

$$H_e + H_B = H_s$$

$$z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{\alpha_e \times v_e^2}{2g} + H_B = z_s + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{\alpha_s \times v_s^2}{2g}$$

E a perda de carga?





No caso é considerada no rendimento da bomba, portanto não considerada na equação da energia, onde adotando o PHR no eixo da bomba temos:

$$z_e = 0$$

$$z_s = 16,5\text{cm}$$

$$\therefore z_s = 0,165\text{m}$$



As pressões na entrada e saída devem ser corrigidas

$$p_e = p_{me} + \gamma \times h_e$$

$$p_s = p_{ms} + \gamma \times h_s$$

Portanto:

$$p_e = -0,12 \times 13546 \times 9,8 + 9782,36 \times 0,12$$

$$p_e \cong -14756,2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$p_s = 145000 + 9782,36 \times 0,115$$

$$p_s \cong 146125 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$p_e \cong -14756,2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$p_s \cong 146125 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Com as pressões da entrada e saída da bomba é fácil observar que a bomba é um dispositivo que fornece pressão para o fluido

Para completar, devemos calcular as cargas cinéticas na entrada e saída consideradas



$$v_e = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{13,1 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore v_e \cong 1,91 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_s = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{5,57 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore v_s \cong 4,49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Portanto:

$$H_B = 0,165 + \frac{146125 + 14756,2}{9782,36} + \frac{4,49^2 - 1,91^2}{19,6}$$

$$H_B \cong 17,45\text{m}$$

$$\therefore \eta_{\text{global}} = \frac{9782,36 \times 2,5 \times 10^{-3} \times 17,45}{1500} \times 100$$

$$\eta_{\text{global}} \cong 28,45\%$$



Neste ponto proponho um problema a ser resolvido na bancada do laboratório.

Lá vem?!*#





Considerando a bancada que lhe foi designada no laboratório determine para três vazões diferentes a perda de carga antes da bomba (sucção) e a perda de carga após a bomba (recalque) e reflita sobre a variação das mesmas com a vazão.

Uma das vazões deve ser necessariamente a vazão máxima.

Exemplo de bancada onde o problema proposto deve ser resolvido.

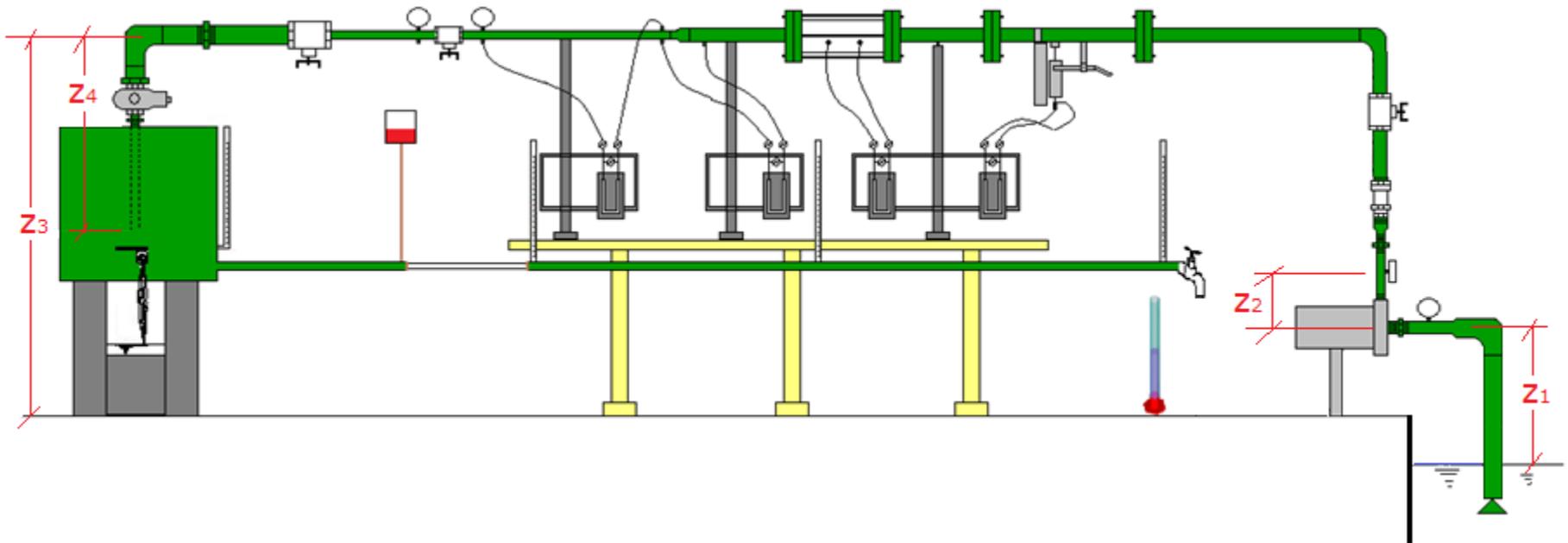


Tabela de dados

| Ensaio | Δh (mm) | t(s) | p_{me} (___) | h_e (mm) | P_{ms} (___) | h_s (mm) |
|--------|--------------------|------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| 1 | 100 | | | | | |
| 2 | 100 | | | | | |
| 3 | 100 | | | | | |

$D_{Ne} =$

$D_{Ns} =$

Temperatura d'água =