

Capítulo 4 – Equação da energia para escoamento permanente

ME4310 e MN5310

28/10/2009

Vamos retomar a equação
que encerrou o encontro
anterior e aplicá-la

$$H_{\text{inicial}} + H_m = H_{\text{final}} + H_{p_{i \rightarrow f}}$$

$$z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g} + H_m = z_f + \frac{p_f}{\gamma} + \frac{v_f^2}{2g} + H_{p_{i \rightarrow f}}$$

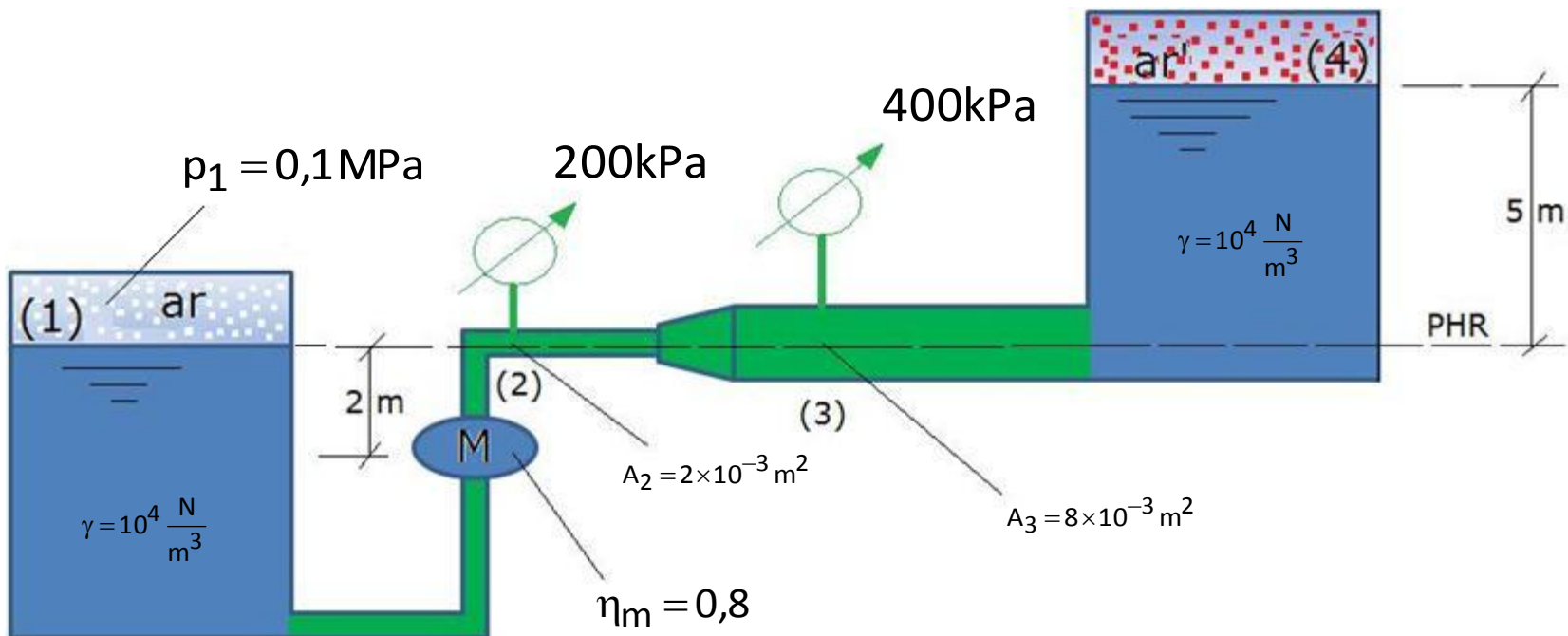
$$\text{BOMBA} \rightarrow H_m = +H_B$$

$$\text{TURBINA} \rightarrow H_m = -H_T$$

Continuando a resolver o exercício

Na instalação hidráulica da figura a vazão d'água na máquina é 16 L/s. Tem-se $H_{p_{1-2}} = H_{p_{3-4}} = 1$ m, o manômetro na seção (2) indica 200 kPa e o da seção (3) 400 kPa. Determinar:

- o sentido do escoamento;
- a perda de carga no trecho de (2) – (3);
- o tipo de máquina e a potência trocada entre o fluido e a máquina;
- a pressão do ar em (4) em kPa.



Importante

| FATOR | PREFIXO | SÍMBOLO | | FATOR | PREFIXO | SÍMBOLO |
|-----------|---------|---------|--|------------|---------|---------|
| 10^{18} | exa | E | | 10^{-1} | deci | d |
| 10^{15} | peta | P | | 10^{-2} | centi | c |
| 10^{12} | tera | T | | 10^{-3} | mili | m |
| 10^9 | giga | G | | 10^{-6} | micro | μ |
| 10^6 | mega | M | | 10^{-9} | nano | n |
| 10^3 | quilo | K | | 10^{-12} | pico | p |
| 10^2 | hecto | H | | 10^{-15} | femto | f |
| 10^1 | deca | da | | 10^{-18} | atto | a |

Equação da energia de (2) a (1)

$$H_2 + H_m = H_1 + H_{p_{2 \rightarrow 1}}$$

$$z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + H_m = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_{p_{2 \rightarrow 1}}$$

$$0 + \frac{200000}{10000} + \frac{8^2}{20} + H_m = 0 + \frac{0,1 \times 10^6}{10000} + 0 + 1$$

$$23,2 + H_m = 11 \therefore H_m = -12,2 \text{ m} \Rightarrow \text{TURBINA}$$

$$H_4 - H_T = H_1 + H_{p_{4 \rightarrow 3}} + H_{p_{3 \rightarrow 2}} + H_{p_{2 \rightarrow 1}}$$

$$5 + \frac{p_{ar4}}{10000} + 0 - 12,2 = 0 + \frac{0,1 \times 10^6}{10000} + 0 + 1 + 17 + 1$$

$$\therefore p_{ar4} = 362000 \text{ Pa} = 362 \text{ kPa}$$

Para se concluir o exercício vamos abordar os conceitos de potências e rendimentos

Potência do fluido = N

BOMBA

$$H_B = \frac{\text{energia fornecida ao fluido}}{\text{peso}} = \frac{E_{FF}}{G}$$

$$\therefore E_{FF} = G \times H_B = \gamma \times V \times H_B \Rightarrow (\div t)$$

$$\frac{E_{FF}}{t} = \frac{\gamma \times V \times H_B}{t} \Rightarrow N = \gamma \times Q \times H_B$$

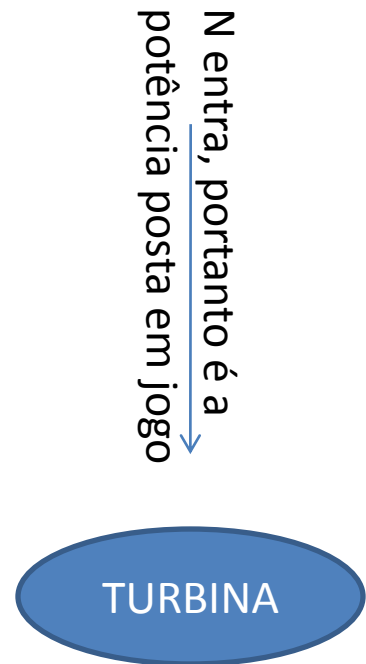
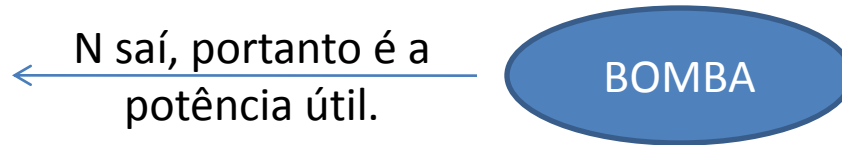
TURBINA

$$H_T = \frac{\text{energia retirado do fluido}}{\text{peso}} = \frac{E_{RF}}{G}$$

$$\therefore E_{RF} = G \times H_T = \gamma \times V \times H_T \Rightarrow (\div t)$$

$$\frac{E_{RF}}{t} = \frac{\gamma \times V \times H_T}{t} \Rightarrow N = \gamma \times Q \times H_T$$

Existem outras diferenças!



COM ESTES
CONCEITOS JÁ SE
PODE TERMINAR
O EXERCÍCIO

Concluindo o exercício proposto:

$$N = \gamma \times Q \times H_T = 10^4 \times 16 \times 10^{-3} \times 12,2 = 1952 \text{ w}$$

ou

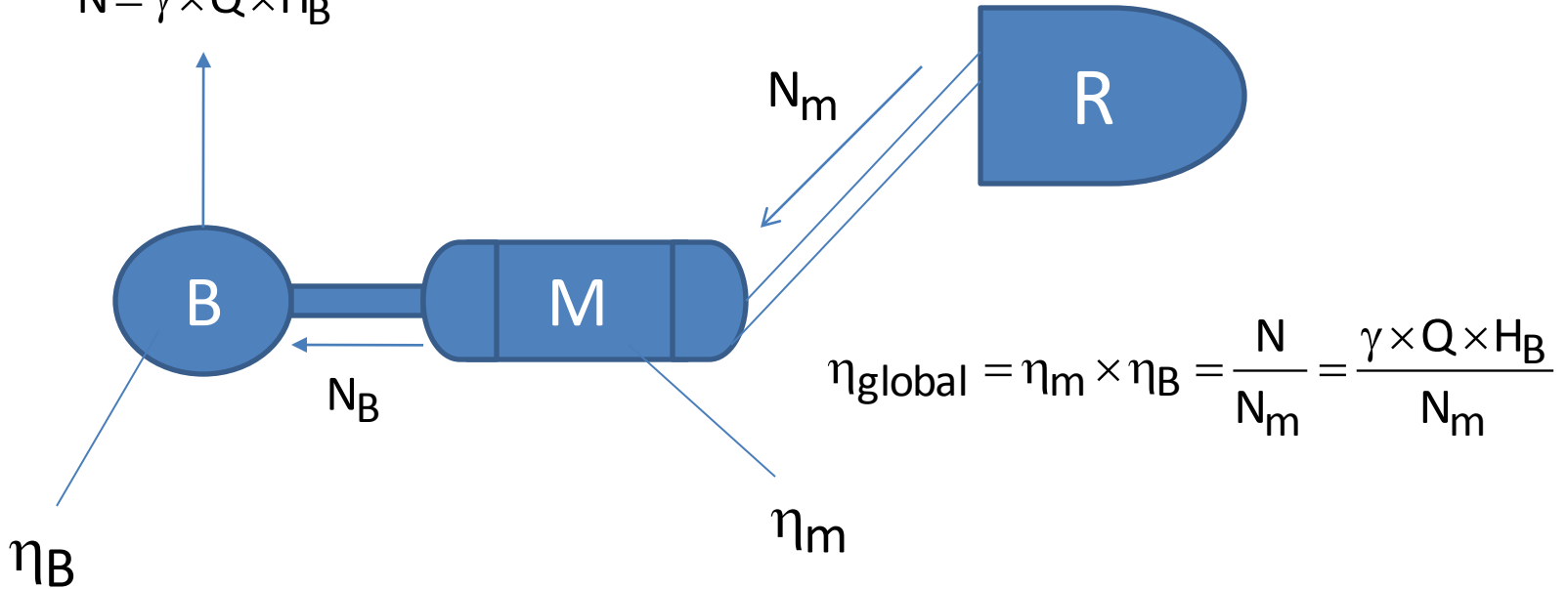
$$N = 1,952 \text{ kw}$$



AMPLIANDO OS CONCEITOS DE
POTÊNCIAS E RENDIMENTOS

Conjunto motobomba

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



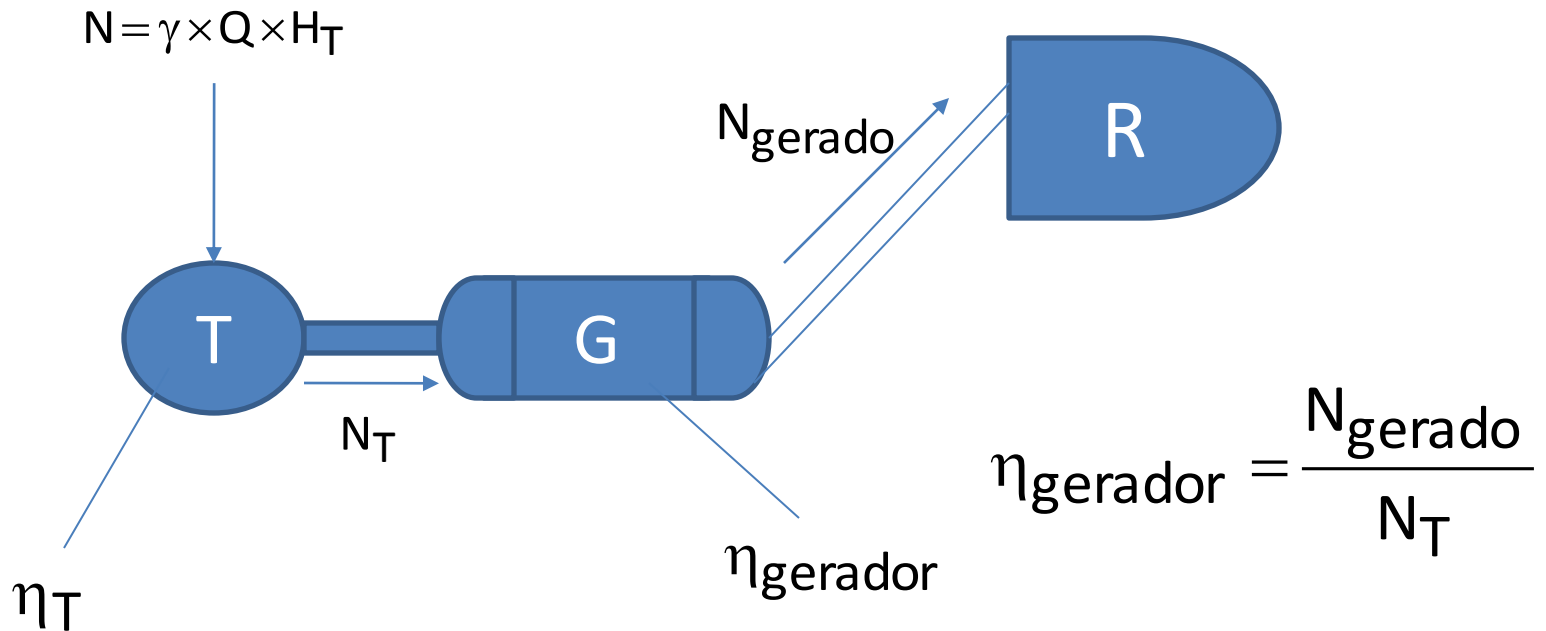
$$\eta_{\text{global}} = \eta_m \times \eta_B = \frac{N}{N_m} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{N_m}$$

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

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

Conjunto turbina - gerador

$$N = \gamma \times Q \times H_T$$



$$\eta_T = \frac{N_T}{N} = \frac{N_T}{\gamma \times Q \times H_T}$$

$$\eta_{global} = \eta_T \times \eta_{gerador} = \frac{N_{gerado}}{N} = \frac{N_{gerado}}{\gamma \times Q \times H_T}$$

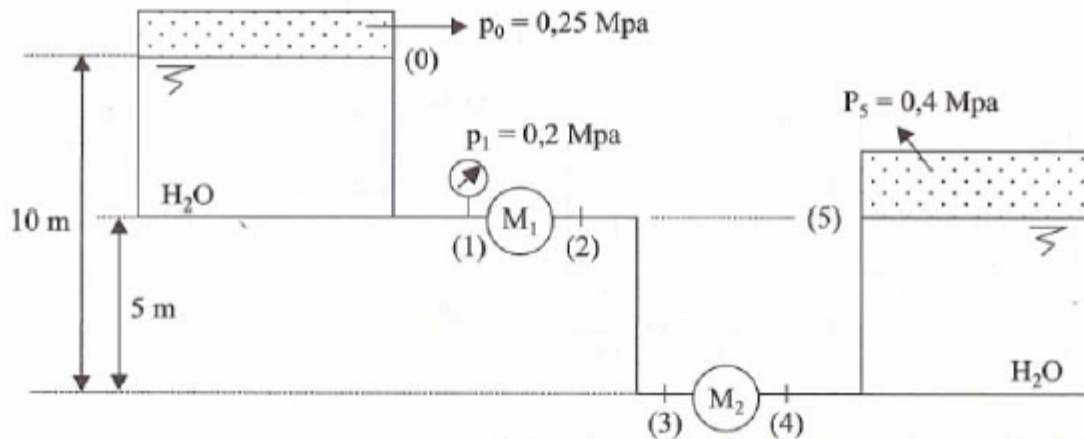
Exercício do livro do professor Franco Brunetti

4.17 Na instalação da figura, a máquina M_2 fornece ao fluido uma energia por unidade de peso de 30 m e a perda de carga total do sistema é 15 m.

Determinar:

- a potência da máquina M_1 sendo $\eta_{M1} = 0,8$;
- a pressão na seção (2) em mca;
- a perda de carga no trecho (2)-(5) da instalação.

Dados: $Q = 20 \text{ l/s}$; $\gamma = 10^4 \text{ N/m}^3$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $A = 10 \text{ cm}^2$ (área da seção dos tubos).



Resp.: a) $N_T = 4 \text{ kW}$; b) 45 mca; c) 5 m