Aula 10 de FT

Primeiro semestre de 2014

1. A água escoa por um tubo cuja seção 1 tem uma área igual a 1140,1 cm^2 (DN = 16” aço 40 com Dint = 381 mm) para uma seção 2 cuja área é igual a 509,1 cm^2 (DN = 10” aço 40 com Dint = 254,5mm). Sabendo que em 1 a pressão é de 4,5 kgf/cm^2 e a elevação 90m, e que em 2 a pressão é de 3,38 kgf/cm^2 com uma elevação de 65m, calcule a vazão em litros por segundo, sabendo que a perda de carga entre as seções 1 e 2 é igual a 26,2m.

Dado: $\gamma = 9800 N/m^3$

$$H_1 = H_2 + H_{p_{1-2}}$$

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

$$90 + \frac{4{,}5 \times 10^4 \times 9{,}8}{9800} + \frac{v_1^2}{19{,}6} = 65 + \frac{3{,}38 \times 10^4 \times 9{,}8}{9800} + \frac{v_2^2}{19{,}6} + 26{,}2$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 196 \rightarrow (I)$$

$$v_1 \times A_1 = v_2 \times A_2 \therefore v_1 \times 1140{,}1 = v_2 \times 254{,}5 \Rightarrow v_2 \cong 4{,}48 \times v_1$$

$$\therefore v_2^2 \cong 20{,}07 \times v_1^2 \rightarrow (II)$$

De (II) em (I), temos :

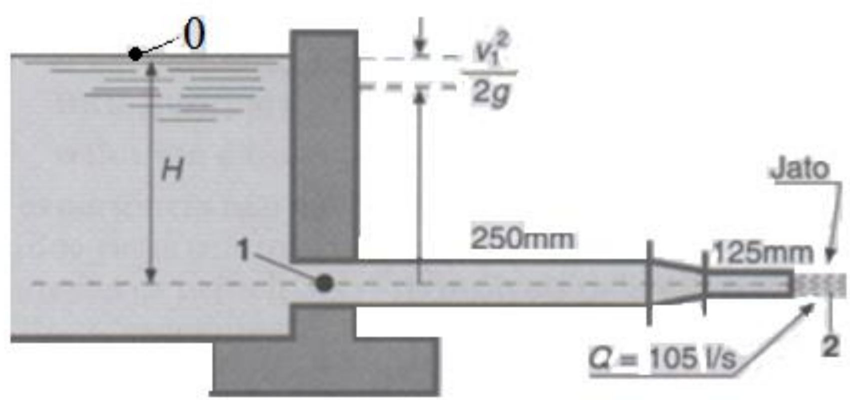
$$20{,}07 \times v_1^2 - v_1^2 = 196 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{196}{19{,}07}} \cong 3{,}21 \frac{m}{s}$$

$$Q = 3{,}21 \times 1140{,}1 \times 10^{-4} \cong 0{,}366 \frac{m^3}{s} \approx 366 \frac{L}{s}$$

2. De uma pequena barragem, parte uma canalização de 250 mm de diâmetro interno, com poucos metros de extensão, havendo depois uma redução para 125 mm; do tubo de 125 mm, a água passa para a atmosfera sob forma de jato. A vazão foi medida e encontrando-se 125 L/s. Sabendo que a perda de carga total é aproximadamente igual a 2,7 m, pede-se calcular:

   a. a altura H de água na barragem;
   b. a pressão na seção 1 nas escalas efetiva e absoluta, sabendo que v_1 não é nula e que a perda de carga de 0 a 1 é igual a 0,93m;
   c. a potência bruta do jato.

Dados: peso específico da água igual a 9800 kg/m³ e pressão atmosférica local igual a 95200 N/m².



$$a) \rightarrow H_0 = H_2 + H_{p_{total}}$$

$$z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + H_{p_{total}}$$

PHR adotado no eixo passando por 1 :

$$H + 0 + 0 = 0 + 0 + \frac{v_2^2}{2 \times 9{,}8} + 2{,}7$$

$$Q = v_2 \times A_2 \Rightarrow 125 \times 10^{-3} = v_2 \times \frac{\pi \times 0{,}125^2}{4}$$

$$v_2 = \frac{4 \times 125 \times 10^{-3}}{\pi \times 0{,}125^2} \cong 10{,}2\,\frac{m}{s}$$

$$H = \frac{10{,}2^2}{19{,}6} + 2{,}7 \cong 8m$$

$$b) \Rightarrow H_0 = H_1 + H_{p_{0-1}}$$

mesmo PHR, resulta :

$$8 = 0 + \frac{p_1}{9800} + \frac{v_1^2}{19.6} + 0{,}93$$

$$Q = v_1 \times A_1 \therefore 125 \times 10^{-3} = v_1 \times \frac{\pi \times 0{,}25^2}{4}$$

$$v_1 = \frac{4 \times 125 \times 10^{-3}}{\pi \times 0{,}25^2} \approx 2{,}55 \frac{m}{s}$$

$$\frac{p_1}{9800} = 8 - \frac{2{,}55^2}{19{,}6} - 0{,}93 \therefore p_1 = 9800 \times \left(8 - \frac{2{,}55^2}{19{,}6} - 0{,}93\right)$$

$$p_1 \cong 66043{,}7 \frac{N}{m^2} = 66043{,}7 Pa$$

c) A potência bruta do jato que será representada por N_2

$$H_2 = \frac{\text{energia total em 2}}{\text{peso}} = \frac{E_{T2}}{G} \therefore E_{T2} = G \times H_2$$

Dividindo ambos os membros pelo tempo, resulta :

$$\frac{E_{T2}}{t} = \frac{G \times H_2}{t}$$

$$\frac{E_{T2}}{t} \rightarrow N_2$$

$$\frac{G \times H_2}{t} = \frac{G}{t} \times H_2 \rightarrow \frac{G}{t} = \frac{\text{peso}}{\text{tempo}} = \text{definição de vazão em peso}(Q_G)$$

$$\therefore N_2 = Q_G \times H_2 = Q_G \times \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} \right)$$

$$Q_G = \frac{G}{t} = g \times \frac{m}{t} \rightarrow \frac{m}{t} = \frac{\text{massa}}{\text{tempo}} = \text{definição de vazão em massa}(Q_m)$$

$$\therefore Q_G = g \times Q_m = g \times \frac{m}{t}$$

Por outro lado, evocando o conceito de massa específica, temos:

$$\rho = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} = \frac{m}{V} \therefore m = \rho \times V$$

$$Q_G = g \times Q_m = g \times \frac{m}{t} = g \times \rho \times \frac{V}{t} = \gamma \times Q$$

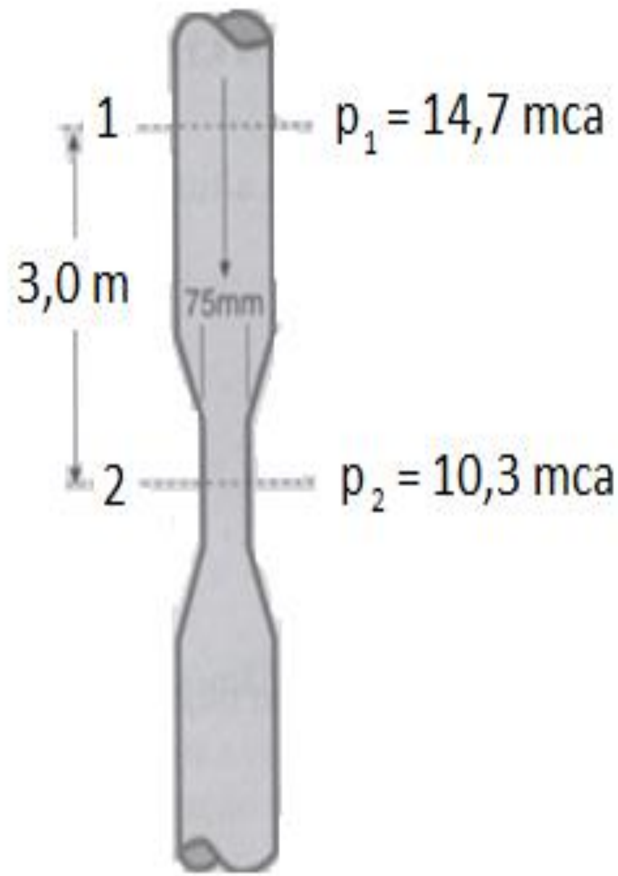
$$\therefore N_2 = \gamma \times Q \times H_2 = \gamma \times Q \times \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} \right)$$

$$N_2 = 9800 \times 125 \times 10^{-3} \times \left(0 + 0 + \frac{10{,}2^2}{19{,}6} \right)$$

$$[N_2] = \left[\frac{N}{m^3} \right] \times \left[\frac{m^3}{s} \right] \times [m] = \frac{N \times m}{s} = \frac{J}{s} = W$$

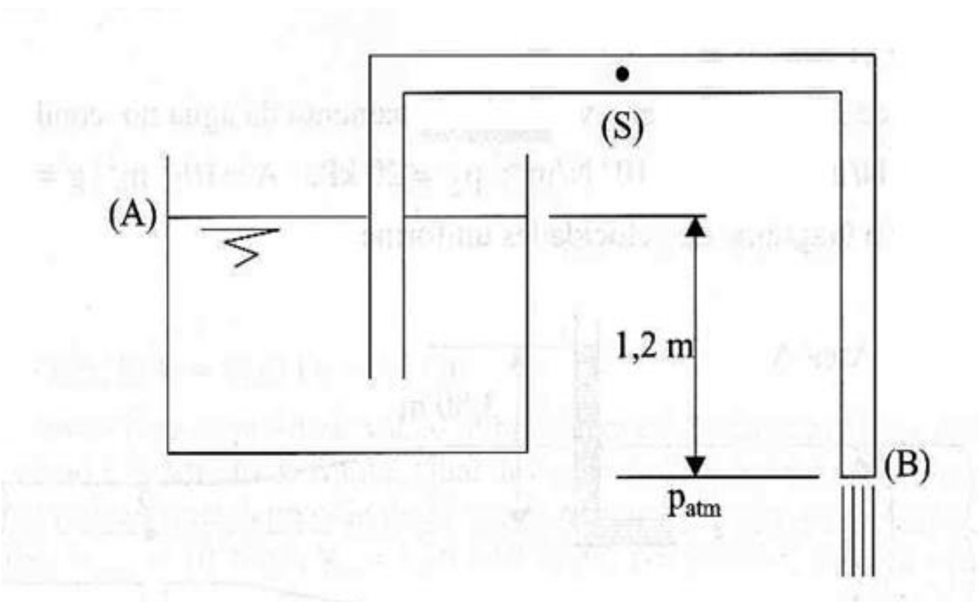
$$\therefore N_2 \cong 6502{,}5W$$

3. Uma tubulação vertical de 150 mm de diâmetro apresenta, em um pequeno trecho, uma seção contraída de 75 mm, onde a pressão é de 10,3 mca. A três metros acima desse ponto, a pressão eleva-se para 14,7 mca. Calcular as velocidades e a vazão sabendo que o coeficiente de vazão (C_d) é igual a 0,95.



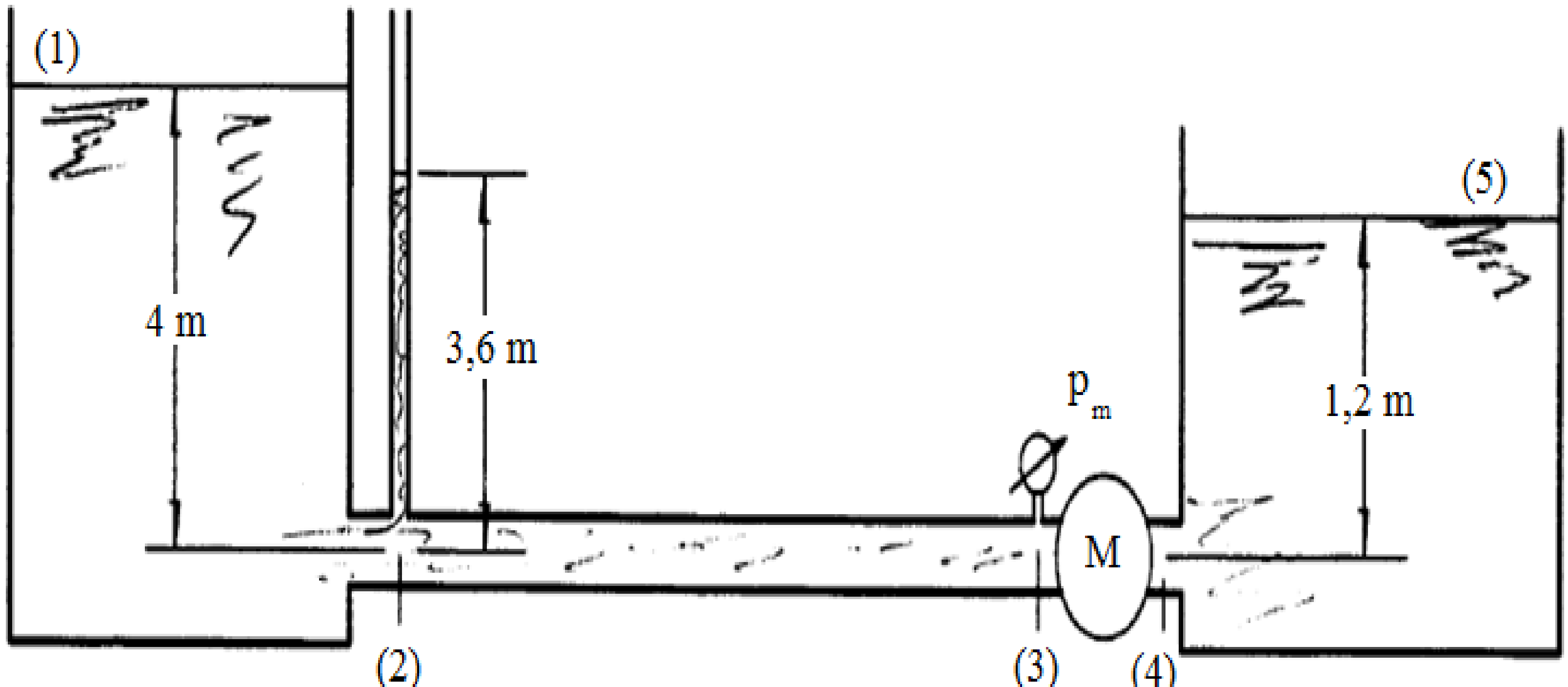
4. Considerando que no ponto S do sifão da figura a pressão não deve cair abaixo de 32 kPa (abs) e que para esta pressão limite a perda de carga de (A) a (S) é 0,300 m e de (S) a (B) é 0,377 m, calcule:
   a. a velocidade média do escoamento;
   b. a máxima altura do ponto S em relação ao ponto (A)

Dados: p_{atm} = 100 kPa; $\gamma_{água}$ = 9800 N/m³




Os exercícios 4 e 3 ficam para atividade extra que deve ser entregue até 26/04/2012 através do e-mail : raimundo.ignacio@escoladavida.eng.br

5. O conduto da figura tem diâmetro interno igual a 100 mm e a pressão no manômetro é pm = 0,24 kgf/cm². As perdas de carga entre as seções 1 e 2 e entre as seções 4 e 5 são desprezíveis. O fluido é a água com peso específico igual a 9800N/m³. Determinar:
   a. a vazão;
   b. a perda de carga na tubulação;
   c. o tipo de máquina;
   d. a potência hidráulica (N) e a potência da máquina (Nm) sabendo que seu rendimento é 72%.




Vamos lembrar que para aplicarmos a equação da energia, nós temos que conhecer o sentido do escoamento e para isto consideramos que em um trecho sem máquina o fluido escoa da maior carga para a menor carga.

a) $\rightarrow$ PHR no eixo do tubo resulta :

$$H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} = 0 + 3{,}6 + \frac{v_2^2}{19{,}6}$$

$$H_3 = z_3 + \frac{p_3}{\gamma} + \frac{v_3^2}{2g} = 0 + \frac{0{,}24 \times 10^4 \times 9{,}8}{9800} + \frac{v_3^2}{19{,}6} = 2{,}4 + \frac{v_3^2}{19{,}6}$$

Como a área do tubo é constante, temos que $v_2 = v_3 \therefore H_2 > H_3$,

o que implica que o fluido escoa de (2) para (3), ou seja, de (1) para (5)

$$H_1 = H_2 + H_{p_{1-2}} \Rightarrow z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + H_{p_{1-2}}$$

$$4 + 0 + 0 =) + 3{,}6 + \frac{v_2^2}{19{,}6} + 0 \therefore v_2 = \sqrt{(4 - 3{,}6) \times 19{,}6} \cong 2{,}8\,\frac{m}{s}$$

$$Q = 2{,}8 \times \frac{\pi \times 0{,}1^2}{4} \cong 0{,}02199\,\frac{m^3}{s}$$

b) $\Rightarrow H_{p_{\text{tubulação}}} = H_{p_{1-2}} + H_{p_{2-3}} + H_{p_{3-4}} + H_{p_{4-5}}$

Nota : 3 - 4 são respectivamente entrada e saída da máquina e neste caso a perda é considerada no rendimento da máquina

$\therefore H_{p_{\text{tubulação}}} = H_{p_{2-3}} = H_2 - H_3 = 3{,}6 - 2{,}4 = 1{,}2\text{m}$

c) $\Rightarrow H_1 + H_M = H_5 + H_{p_{\text{tubulação}}} \Rightarrow 4 + H_M = 1{,}2 + 1{,}2$

$\therefore H_M = 2{,}4 - 4 = -1{,}6\text{m} < 0 \therefore$ é turbina hidráulica

d) $\Rightarrow N = \gamma \times Q \times H_M = 9800 \times 0{,}02199 \times 1{,}6 \cong 344{,}8\text{W}$