

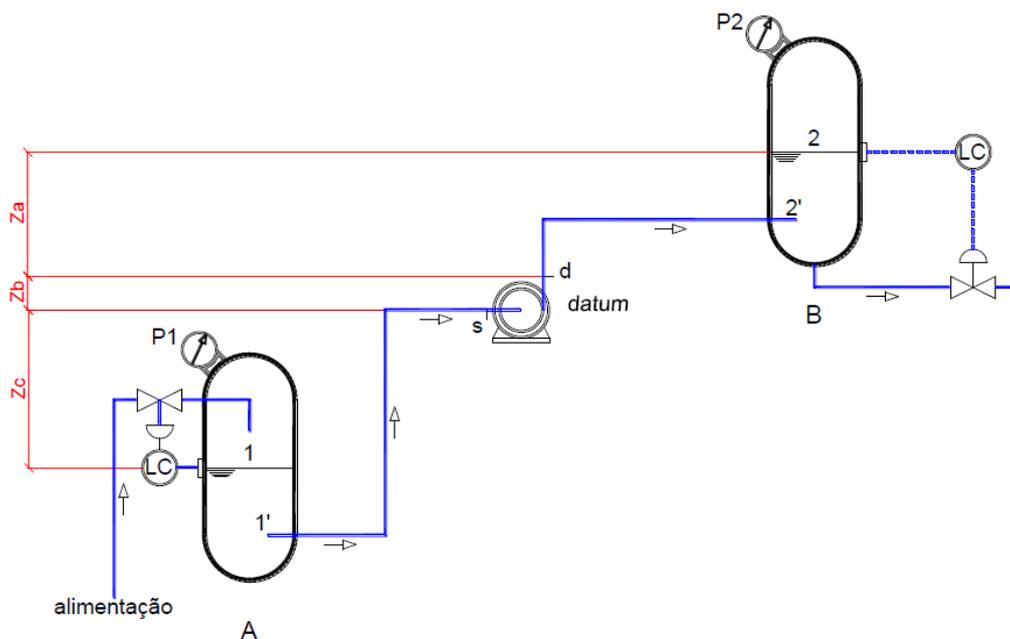
Bombas – exercícios de sala de aula:

1. Uma bomba fornece uma vazão de $400 \text{ m}^3/\text{h}$ com uma tubulação de 12 in na sucção e 10 in na descarga (aço nº de série 40S). O manômetro situado a 0,80 m acima do eixo da bomba (d) acusa a pressão de $3,1 \text{ kgf/cm}^2$ e o vacuômetro, situado a 0,30 m abaixo do eixo (s), indica $0,4 \text{ kgf/cm}^2$. Sabendo que o fluido bombeado é água a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, calcular a altura manométrica fornecida pela bomba nessa vazão.

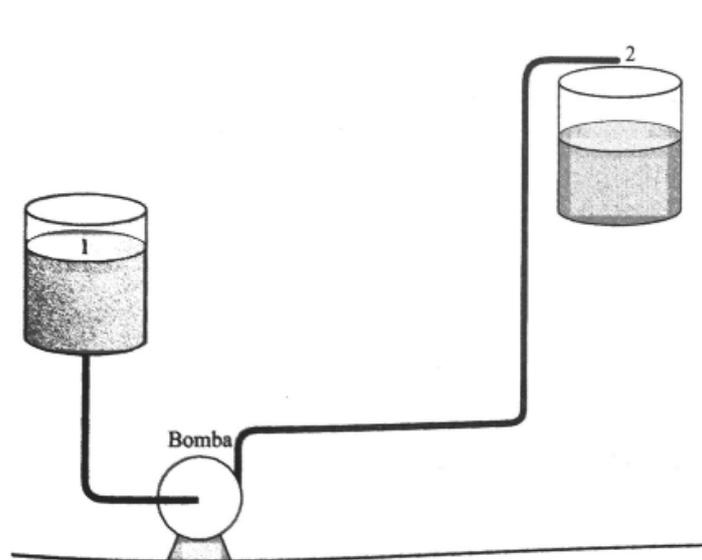
Dado: $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 998,23 \text{ kgf/m}^3$

Obs 1.: A perda de carga entre a linha de centro da bomba (datum) e o ponto (d) da Figura é, em geral, desprezível em relação aos termos de pressão, altura e velocidade.

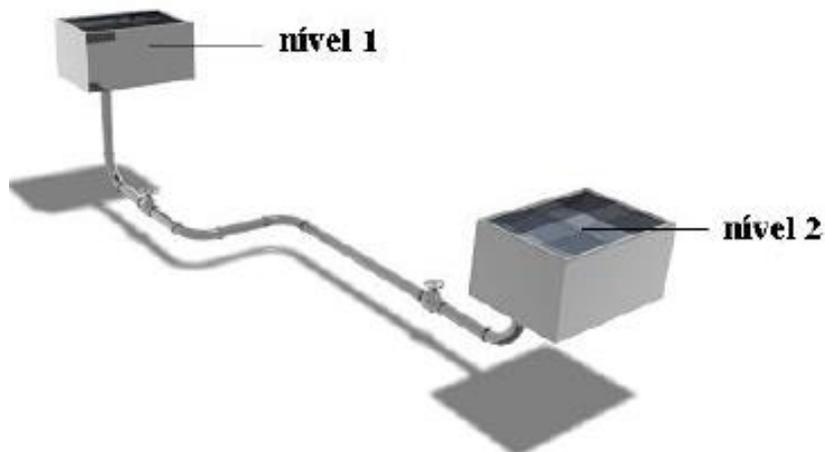
Obs 2.: A grande maioria das indústrias nacionais emprega para o transporte de água, o tudo de aço preto DIN 2440. Os tubos com um maior controle de qualidade, como o padronizado pela Norma Americana são, no Brasil, empregados principalmente para conduzir vapor e fluidos a pressões elevadas.



2. Azeite de oliva a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\rho=919 \text{ kg/m}^3$, $\mu=81\text{mPa}\cdot\text{s}$) é bombeado a uma vazão de $27 \text{ m}^3/\text{h}$, em estado estacionário, desde o ponto 1, situado a uma altura de 3,8 m acima do nível em que a bomba está instalada, até o ponto 2, situado a uma altura de 6,5 m acima do nível da bomba. Ambos os reservatórios são abertos para a atmosfera e têm diâmetro muito maior que o diâmetro da tubulação. Na linha de sucção (antes da bomba), o diâmetro interno do tubo é de 102,3 mm, enquanto na linha da descarga (depois da bomba) do diâmetro interno do tubo é de 77,9 mm. As perdas de energia ao longo da tubulação são da ordem de 53 J/kg . Determine a altura de projeto mínima que deve ser usada no dimensionamento da bomba.

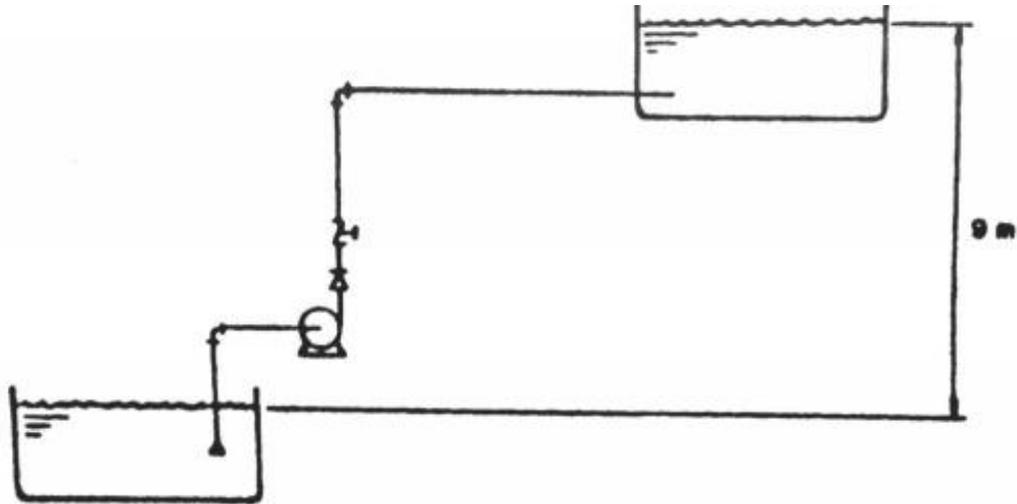


3. Uma tubulação de aço soldado em uso com 1300 m de comprimento e 600 mm de diâmetro conduz água a uma velocidade média de 1,4 m/s. Sabendo que a água está a 20 °C, calcular a perda de carga distribuída ao longo da tubulação pela fórmula universal e pela de Hazen-Williams. Considerar ϵ variando de 0,9 a 2,4 mm.
4. Dois grandes reservatórios estão unidos por uma tubulação de aço com 14 in de diâmetro nominal (Schedule n0 30 ST) e 2.100 m de comprimento. Sabendo-se que a tubulação descarrega no reservatório inferior 150 L/s de água e possui quatro cotovelos de 90° raio longo e dois registros de gaveta abertos, calcular a cota entre o nível 1 e o nível 2. A perda de carga deve ser calculada pelos diversos métodos apresentados.



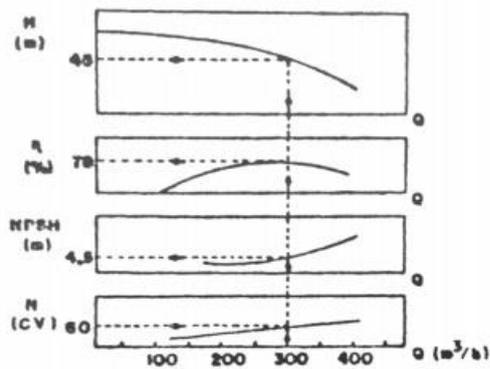
5. Obter os valores de vazão e os correspondentes valores da altura manométrica, de modo a permitir traçar a curva característica da tubulação esquematizada. Calcular a

perda de carga pela fórmula universal e comprimento equivalente. São dados: comprimento total da tubulação 62 m, comprimento equivalente $Leq = 32$ m e altura manométrica $z = 9$ m. Para simplificar, supor que a tubulação é de aço 2"40S. O fluido em bombeamento é água a 20 °C (visco. Cinemát. $=1,007 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).

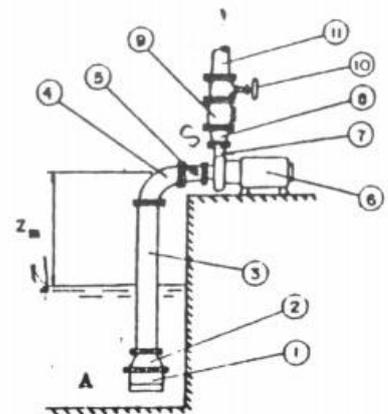


6. Calcular a altura máxima (z_m), a partir do nível da água no reservatório até a linha de centro da bomba para que não haja problemas de cavitação.

São especificados: diâmetro de sucção DN = 12 in 40 S (aço); vazão necessária $Q = 300 \text{ m}^3/\text{h}$; altitude local $h = 600$ m; temperatura da água 30°C; acessórios na sucção: válvula de pé com crivo, uma curva de 90° de raio longo e duas reduções graduais; comprimento da tubulação de sucção $L = 9$ m. A curva da bomba fornecida pelo fabricante e a instalação são fornecidas na figura a seguir:



(a)



(b)

Figura - (a) curva da bomba do exemplo 1.10 para 1750 rpm; (b) instalação do exemplo 1.10; 1) válvula de pé com crivo; 2) redução; 3) tubo de sucção; 4) curva de raio longo; 5) redução excêntrica; 6) conjunto moto-bomba; 7) válvula de escorvar; 8) expansão concêntrica; 9) válvula de retenção; 10) válvula de gaveta; 11) tubo de descarga.