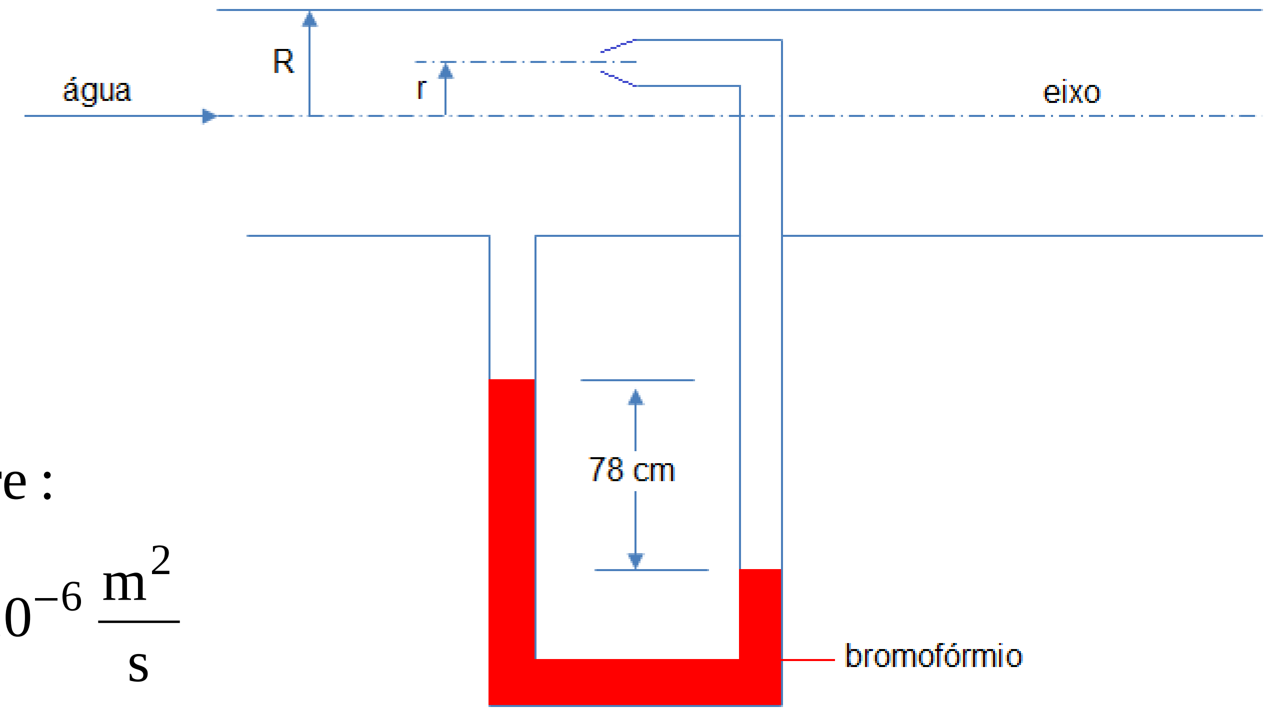
Décima primeira aula de FT

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio

Sabendo que o fluido que escoa é a água ($\rho = 1000\ kg/m^3$) e que o fluido manométrico é o bromofórmio ($\rho_m = 2856\ kg/m^3$), calcule a velocidade máxima do escoamento, a velocidade média do escoamento e a vazão d'água para a situação representada.

Dados: $g = 9{,}8\ m/s^2$; $D_{int} = 40{,}8\ mm$ ($A = 13{,}1\ cm^2$) e $r = 7{,}5\ mm$



Considere :

$$\nu_{água} = 10^{-6}\ \frac{m^2}{s}$$

Solução

$$v_{real} = \sqrt{2g \times \left(\frac{p_2 - p_1}{\gamma}\right)} = \sqrt{2g \times h \times \left(\frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma}\right)}$$

$$v_{real} = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 0{,}78 \times \left(\frac{2856 \times 9{,}8 - 1000 \times 9{,}8}{1000 \times 9{,}8}\right)} \cong 5{,}33\,\frac{m}{s}$$

Supondo inicialmente que o escoamento é turbulento, temos:

$$v_{real} = v_{máx} \times \left[1 - \frac{r}{R}\right]^{\frac{1}{7}}$$

$$5{,}33 = v_{máx} \times \left[1 - \frac{7{,}5}{20{,}4}\right]^{\frac{1}{7}} \therefore v_{máx} \cong 5{,}69\,\frac{m}{s}$$

$$v_{média = \frac{49}{60} \times 5{,}69} \cong 4{,}65\,\frac{m}{s} \therefore Re = \frac{4{,}65 \times 40{,}8 \times 10^{-3}}{10^{-6}} \cong 189720$$

Solução (cont.)

Como o escoamento é realmente turbulento podemos calcular a vazão de escoamento pelo tubo de Pitot:

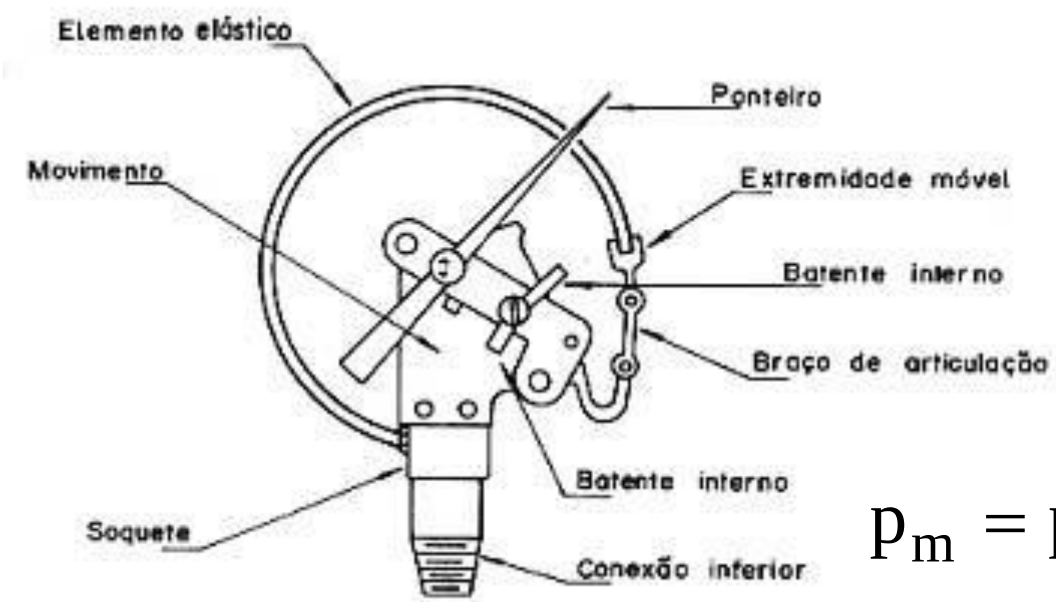
$$Q_{Pitot} = v_{média} \times A$$

$$Q_{Pitot} = 4{,}65 \times 13{,}1 \times 10^{-4}$$

$$Q_{Pitot} \cong 6{,}1 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} = 6{,}1 \frac{L}{s}$$

2.10 – Manômetro metálico tipo Bourdon

O princípio de funcionamento deste tipo de aparelho é o princípio da "língua da sogra" como mostra o esquema ao lado e onde a pressão manométrica é igual a pressão interna menos a pressão externa.



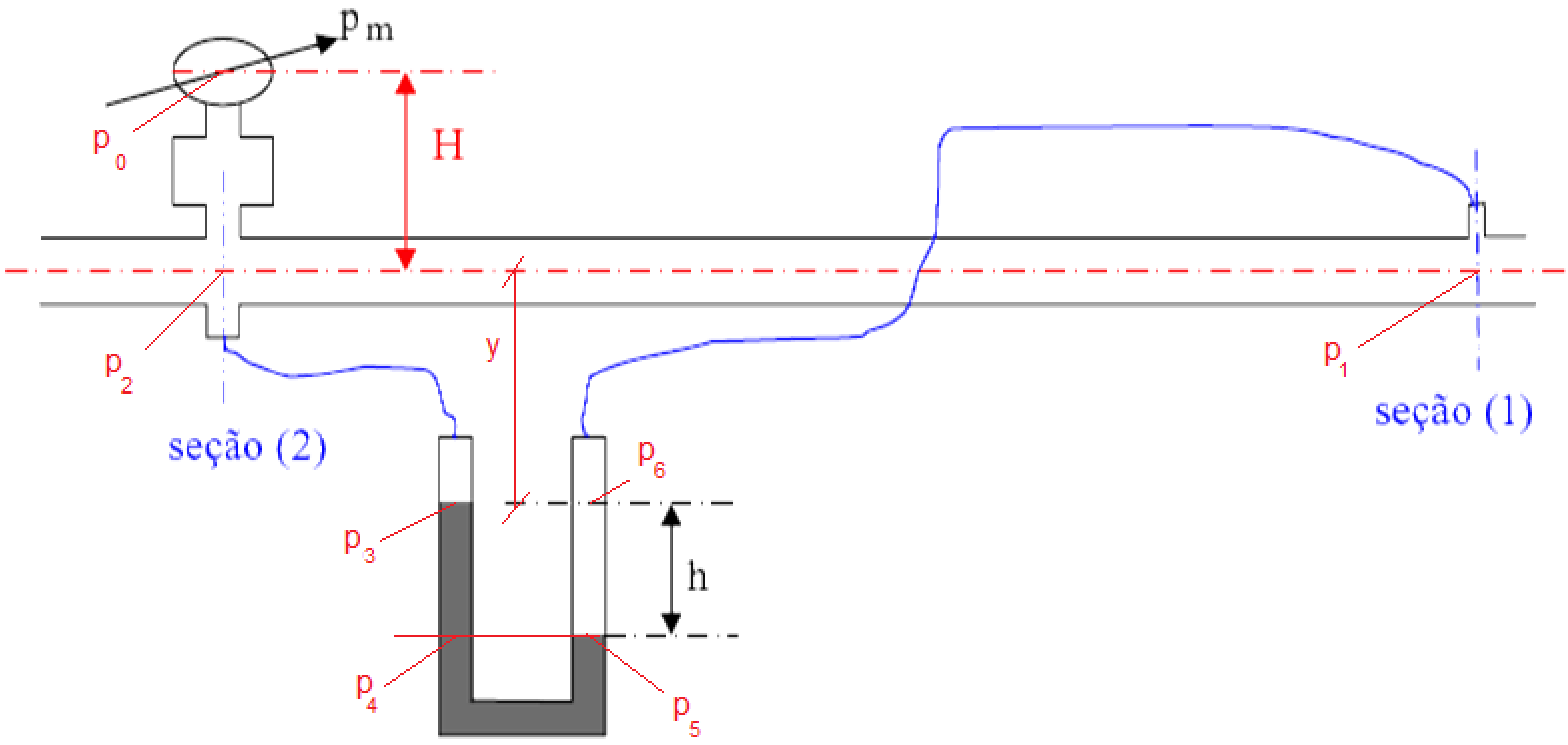
$$p_m = p_{interna} - p_{externa}$$

$$p_m = p_{interna} - p_{externa}$$

Pressão manométrica é sinônimo de pressão efetiva.

Se só existir a escala positiva o aparelho é chamado de manômetro, só escala negativa é chamado de vacuômetro e ambas é chamado de manovacuômetro

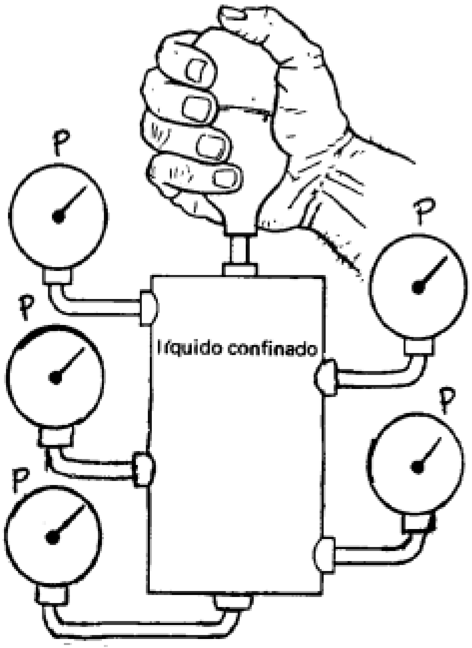
Com os dados especificados na figura determine a pressão na seção (1) na escala efetiva.



$$p_1 = p_m + \gamma \times H + \gamma_m \times h - \gamma \times h$$

2.11 –

Lei de Pascal

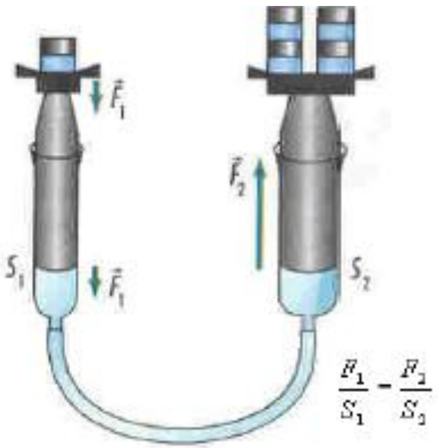


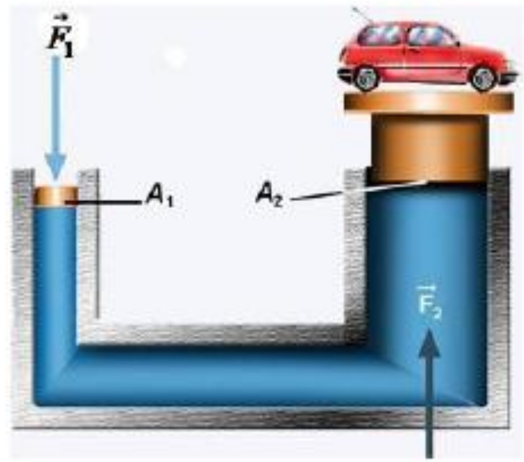
A PRESSÃO APLICADA A UM PONTO É INTEGRALMENTE TRANSMITIDA A TODOS OS DEMAIS PONTOS.

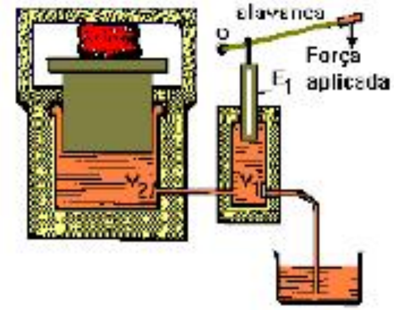
OU

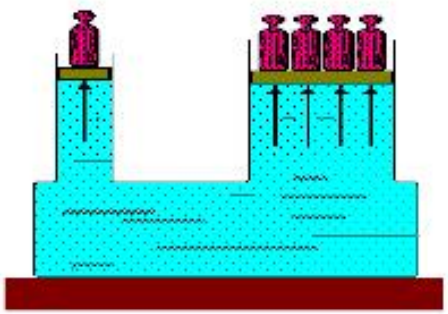
“A pressão em torno de um ponto fluido contínuo, incompressível e em repouso é igual em todas as direções, e ao aplicar-se uma pressão em um de seus pontos, esta será transmitida integralmente a todos os demais pontos.”

Apesar da lei de Pascal ter sido enunciada em 1620, foi neste século que ela passou a ser usada industrialmente, principalmente em sistemas hidráulicos.



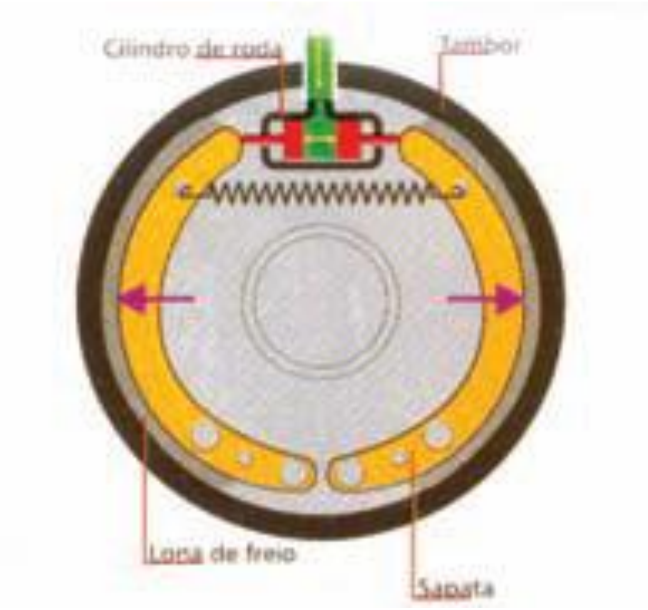






http://www.conecteeducacao.com/escconect/medio/FIS/FIS05040002.asp

OUTRAS APLICAÇÕES:



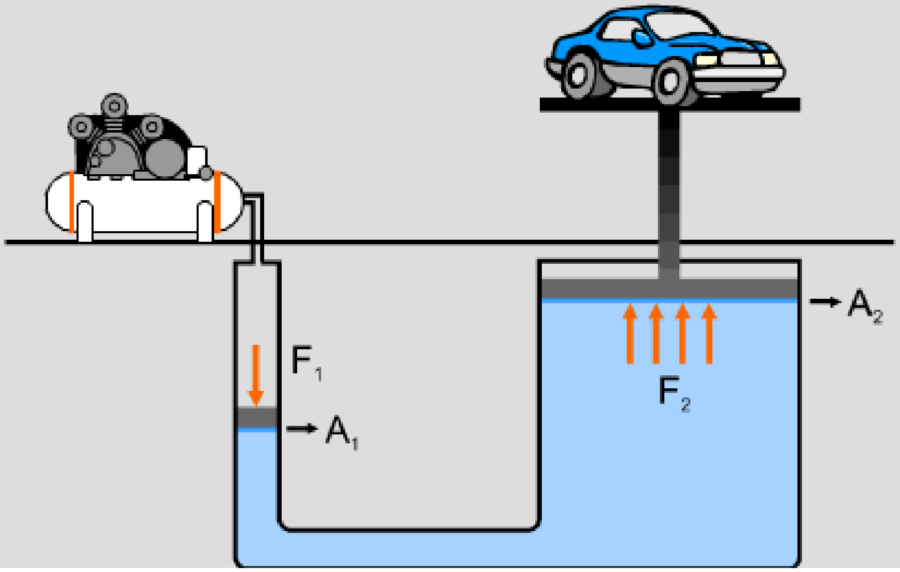
http://www.pellegrino.com.br/downloads/htdocs/downloads/novosite/boletins/FRAS-LE_Manual_Tecnico_Linha-leve.pdf

VOLTANDO A FALAR DO ELEVADOR HIDRÁULICO

Lei de Pascal

Aplicação da Lei de Pascal – Elevador Hidráulico

O elevador hidráulico, ou prensa hidráulico, são importantes aplicações da lei de Pascal, que serve então de multiplicador de força.



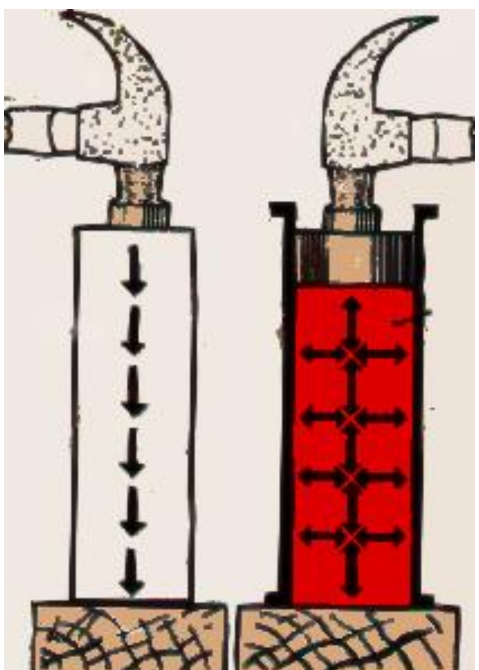
IMPORTANTE LEMBRAR QUE:

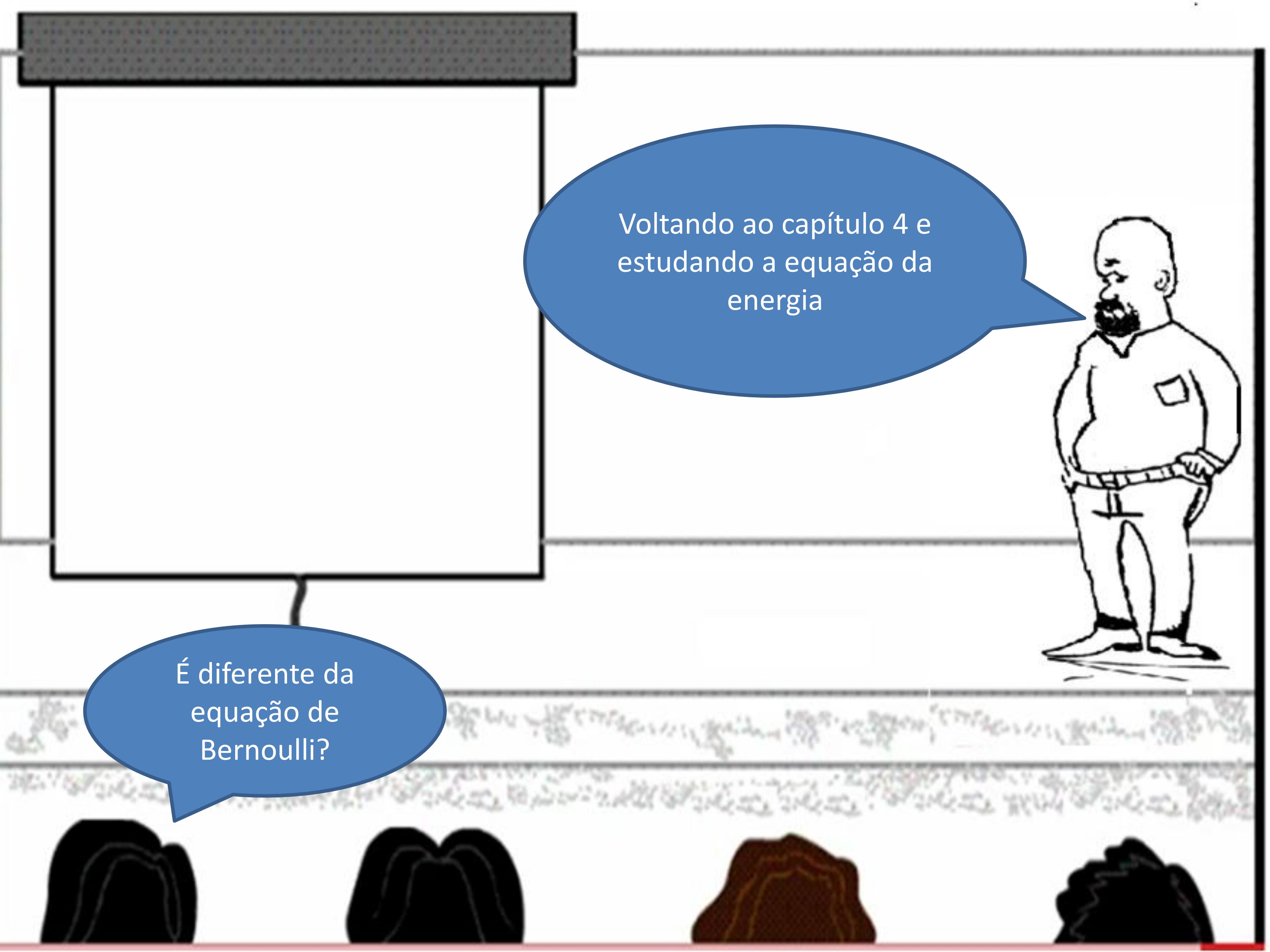
Os sistemas hidráulicos conseguem eliminar mecanismos complicados como: cames (excêntricos), engrenagens, alavancas, etc. ...

O fluido hidráulico
não está sujeito a
quebras tais como as
peças mecânicas.

Quando um golpe é desferido na extremidade de uma barra de metal, a sua direção não será alterada, a não ser através do uso de engrenagens e outros mecanismos complexos. Já em um fluido hidráulico, a força é transmitida não só diretamente através dele a outra extremidade, mas também em todas as direções do fluido. (Figura apresentada a seguir)

Veja a figura ao lado




Voltando ao capítulo 4 e estudando a equação da energia
É diferente da equação de Bernoulli?

Sim, já que:

$$H_1 = H_2$$

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

resulta

fluido ideal $\mu = 0$

propriedades uniformes na seção

$\rho = cte$

sem troca de calor

escoamento incompressível

$H_m \rightarrow$ carga manométrica

$H_m = 0$

sem máquina hidráulca

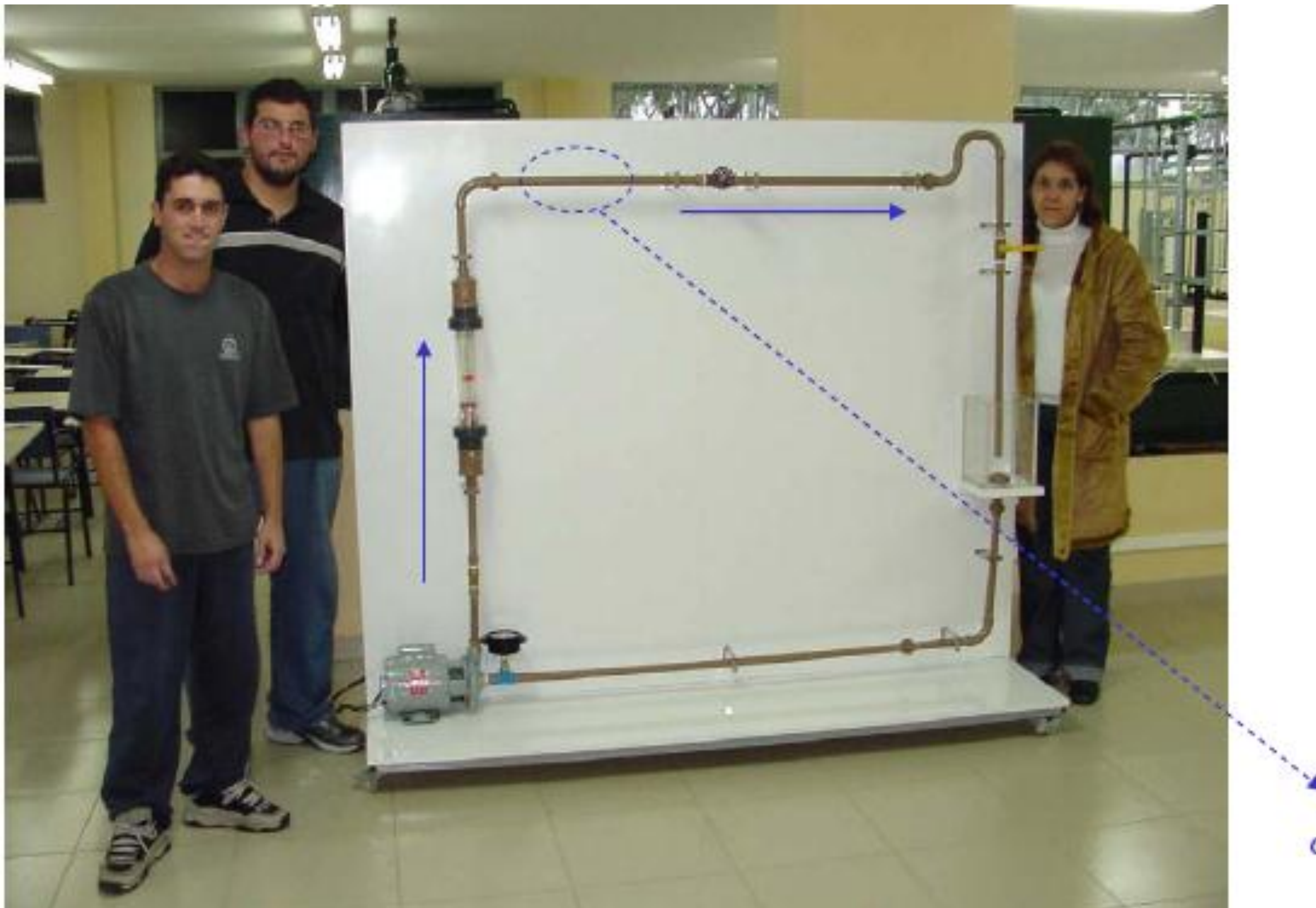
escoamento isotérmico

Agora trata-se de um fluido real

- Fluido real é aquele que tem viscosidade (m) diferente de zero, portanto existirá perda de carga ao longo do escoamento.

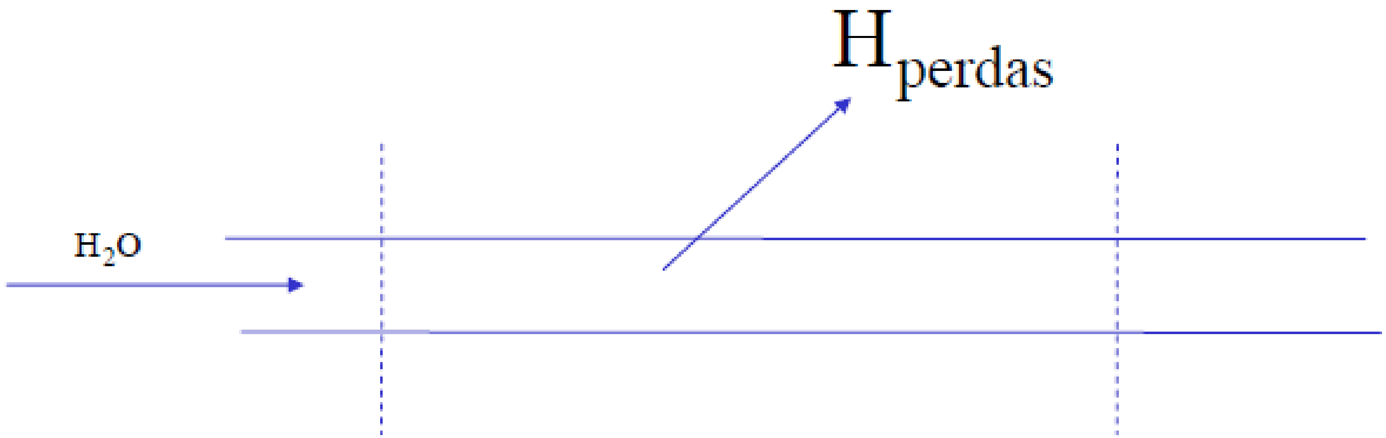
- As demais hipóteses serão mantidas, com exceção da distribuição uniforme de velocidade na seção.

Considere a instalação a seguir:



Trecho a considerar

Analisando o trecho considerado:



$$\underbrace{H_1 > H_2}_{\text{comparando as cargas}}$$

Para estabelecer a igualdade, consideramos a perda de carga ($H_{p1\text{-}2}$) que ocorre entre as seções (1) e (2):

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

Generalizando:

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

Importante: para escrever a equação anterior nós devemos conhecer **o sentido do escoamento e em um trecho sem máquina ele sempre ocorre da maior carga para a menor carga.**

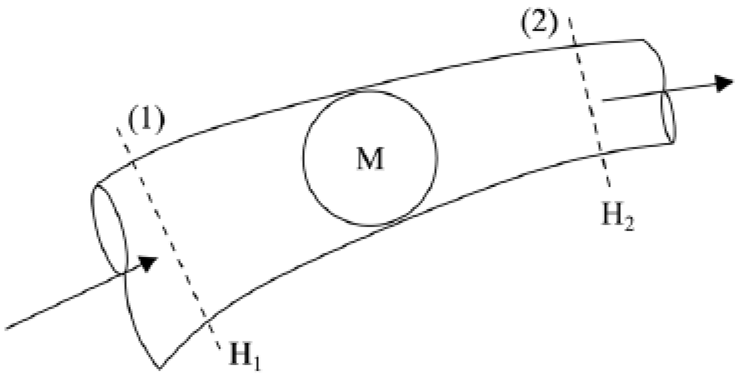
Máquina hidráulica é o dispositivo que introduzido no escoamento, fornece ou retira energia dele, na forma de trabalho.

Para o escoamento incompressível, tem-se:

- Bomba hidráulica = dispositivo que fornece energia ao escoamento, onde energia fornecida por unidade de peso é carga, ou altura, manométrica da bomba.
- Turbina hidráulica = dispositivo que retira energia do escoamento, onde energia retirada por unidade de peso é carga, ou altura, manométrica da turbina.

Equação da energia em presença de máquina, mantida as demais hipóteses.

Considera-se o trecho da instalação esquematizada a seguir:



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

O único trecho que não consideramos a perda de carga na equação da energia seria entre a entrada e saída de uma máquina, isto resulta:

$$H_{entrada} + H_{máq} = H_{saída}$$

$$H_{máq} = \left(z_{saída} - z_{entrada}\right) + \left(\frac{p_{saída} - p_{entrada}}{\gamma}\right) + \frac{v_{saída}^2 - v_{entrada}^2}{2g}$$

$$H_{máq} > 0 \Rightarrow \text{bomba}$$

$$H_{máq} = 0 \Rightarrow \text{sem máquina}$$

$$H_{máq} < 0 \Rightarrow \text{turbina}$$

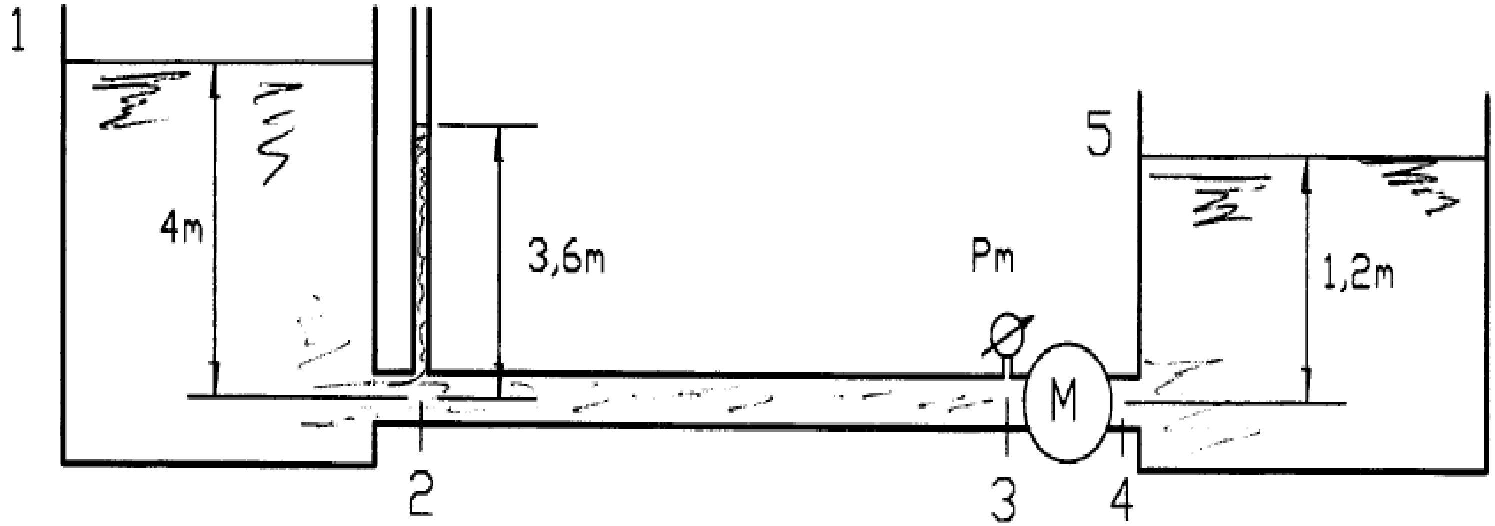
O conduto da figura tem diâmetro 100mm e a pressão no manômetro é pm = 0,24 kgf/cm^2.
As perdas de carga entre as seções 1 e 2 e entre as seções 4 e 5 são desprezíveis.
O fluido é água.

Determinar:

a) a vazão

b) a perda de carga na tubulação

c) o tipo de máquina e sua carga manométrica



Desprezando os atritos no pistão da figura, determinar:

a) a carga manométrica da bomba e a vazão que passa pela mesma;

b) a força que o pistão pode equilibrar com a haste.

Dados: $A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A_6 = 10\ cm^2$; $A_G = 8\ cm^2$; $A_p = 20\ cm^2$; $A_h = 10\ cm^2$; $H_{p1,2} = H_{p3,4} = 0{,}5\ m$; $H_{p4,5} = 0\ m$; $H_{p5,6} = 1\ m$; $g = 10\ m/s^2$; $\gamma = 10^4\ N/m^3$. Supor o cilindro no plano da tubulação.