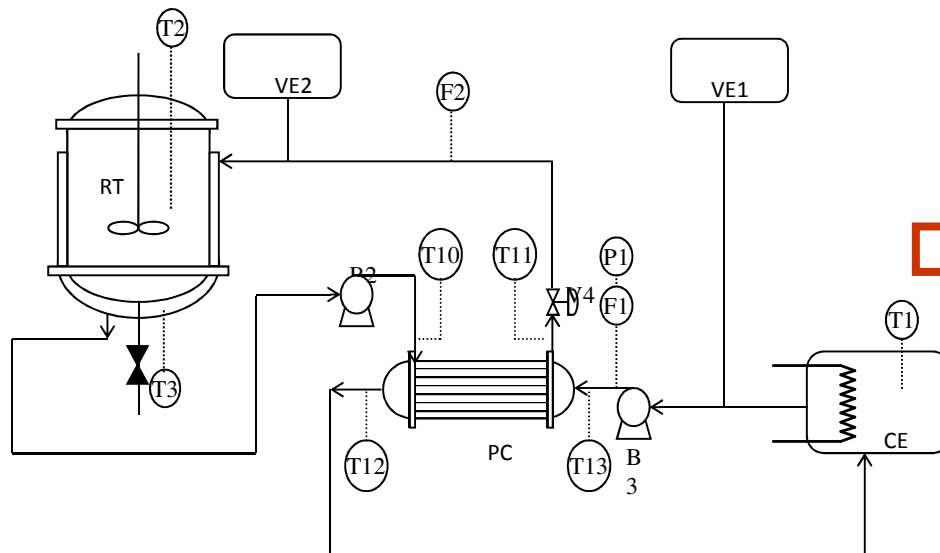


Transporte de Momento (Fluidos incompressíveis)

Quando um fluido incompressível se movimenta através de uma conduta transfere momento para a parede



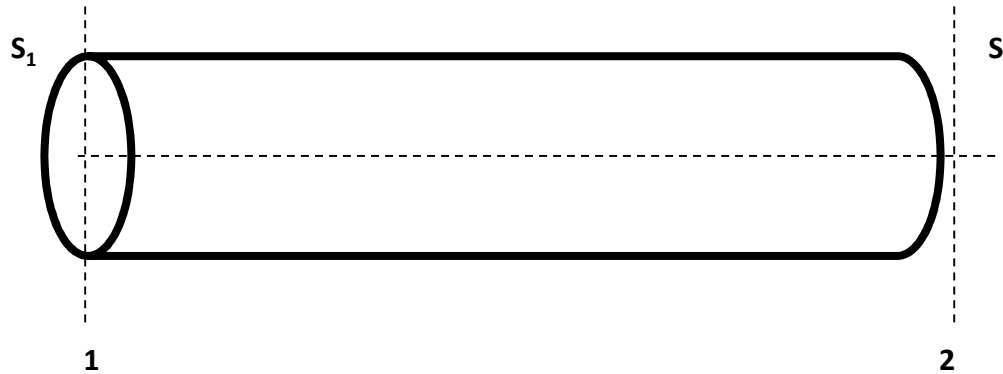
Fluido perde pressão ao longo da tubagem. $(-\Delta P) = f(\text{velocidade})$



- Equação de continuidade (conservação de massa)

- Equação de balanço energia (conservação de energia)

Equação de continuidade (conservação de massa)



Estado estacionário
(acumulação = 0)

Caudal mássico de entrada = caudal mássico de saída

$$G_1 \rho_1 = G_2 \rho_2$$

G = caudal volumétrico de fluido

$$\Leftrightarrow v_1 S_1 \rho_1 = v_2 S_2 \rho_2$$

S = área da secção recta do tubo

Fluidos incompressíveis
($\rho = \text{constante}$)



$$v_1 S_1 = v_2 S_2$$

Balanço de energia (conservação de energia)

Energia total que entra num sistema= Energia total que sai do sistema



Assunções:

1. Estado estacionário
2. $Q = 0$
3. $U_1 = U_2$
4. Não há trabalho ($W_s = 0$)
5. **Fluido invíscido (não há forças viscosas)**
6. Fluxo turbulento

- en. Cinética
- en. Potencial
- en. Pressão

em unidades de pressão:

$$z_1 \rho g + \frac{v_1^2 \rho}{2} + P_1 = z_2 \rho g + \frac{v_2^2 \rho}{2} + P_2$$

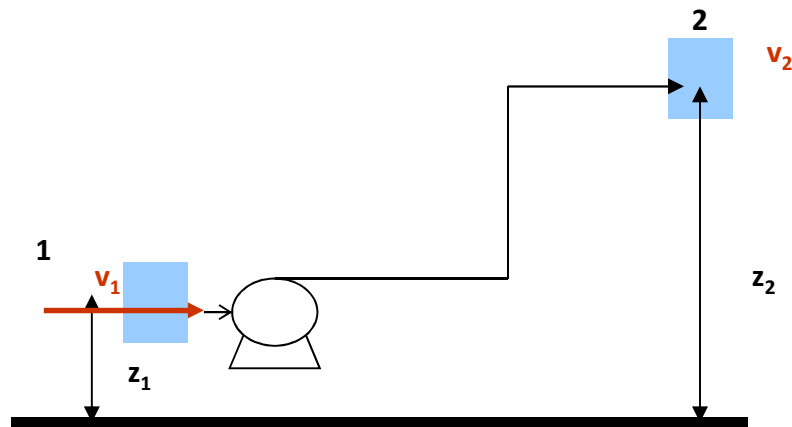
Equação de Bernoulli



em unidades de altura (carga):

$$z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} = z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g}$$

<https://www.youtube.com/watch?v=DW4rItB20h4>



Assunções:

1. Estado estacionário
2. $Q = 0$
3. $U_1 = U_2$
4. Fluxo turbulento

Num fluido real, há perda de energia por atrito:

Entre 1 e 2, há conservação de energia



Balanço de energia

- en. Cinética
- en. Potencial
- en. Pressão
- perda de energia por t. de momento
- trabalho realizado sobre o sistema

: ρg



$$z_1 \rho g + \frac{v_1^2 \rho}{2} + P_1 + \Delta P_b = z_2 \rho g + \frac{v_2^2 \rho}{2} + P_2 + (-\Delta P_{at})$$



x ρg

$$z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + h_b = z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + h_{at}$$

Equação de Bernoulli com trabalho externo (bomba e forças viscosas (atrito))

$$h_b + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} = z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + h_{at}$$

Perdas por atrito

$$(-\Delta P)_{at} = 4 \cdot \Phi \cdot \frac{L_{equivalente}}{D} \cdot \rho \cdot v^2$$

$$\Phi = f\left(\text{Re}, \frac{e}{D}\right)$$

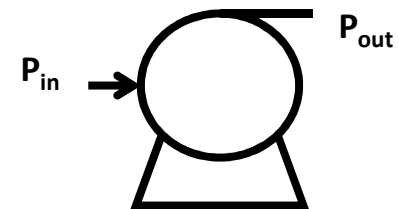
$$\Phi = \frac{\tau_1}{\rho \cdot v^2}$$

$$h_{at} = \frac{(-\Delta P_{at})}{\rho \cdot g} = 4\Phi \frac{L_{eq}}{D} \frac{v^2}{g}$$

h de alargamentos ou contrações súbitos

bomba

$$\Delta P_b$$



$$h_b = \frac{\Delta P_b}{\rho \cdot g}$$

$$Potência_{bomba-liquido} = \Delta P_b \cdot G_v$$

$$Potência_{bomba} = \frac{\Delta P_b \cdot G_v}{\eta}$$