

1 Leggi di conservazione - Conservation laws

1.1 In un volume limitato - In a fixed volume

Conservazione della massa - Mass conservation

$$\frac{dm(t)}{dt} = w_i(t) - w_o(t)$$

Conservazione dell'energia - Energy conservation

$$\frac{dE_t}{dt} = \Phi + \Psi + w_i \left(h_i + \frac{1}{2}u_i^2 + gz_i \right) - w_o \left(h_o + \frac{1}{2}u_o^2 + gz_o \right)$$

1.2 In una condotta - In a pipe

Conservazione della massa - Mass conservation

$$\frac{\partial (\rho(x, t)A(x))}{\partial t} + \frac{\partial w(x, t)}{\partial x} = 0$$

Conservazione dell'energia - Energy conservation

$$\frac{\partial \rho(x, t)A(x) \left(e(x, t) + \frac{1}{2}u^2(x, t) + gz(x) \right)}{\partial t} = \phi(t) + \psi(t) - \frac{\partial w(x, t) \left(h(x, t) + \frac{1}{2}u^2(x, t) + gz(x) \right)}{\partial x}$$

Conservazione della quantità di moto - Momentum conservation

$$\frac{\partial w(x, t)}{\partial t} = - \frac{\partial \rho(x, t)A(x)u^2(x, t)}{\partial x} - A(x) \frac{\partial p(x, t)}{\partial x} - \frac{1}{2}C_f \rho(x, t)u(x, t) |u(x, t)| \pi D(x) - \rho(x, t)A(x)g \frac{dz(x)}{dx}$$

1.3 In una condotta in condizioni stazionarie - In a pipe at steady-state

Conservazione della massa - Mass conservation

$$\frac{dw(x)}{dx} = 0$$

Conservazione dell'energia - Energy conservation

$$\frac{dw(x) \left(h(x) + \frac{1}{2}u^2(x) + gz(x) \right)}{dx} = \phi + \psi$$

Conservazione della quantità di moto - Momentum conservation

$$\frac{d\rho(x)A(x)u^2(x)}{dx} + A(x) \frac{dp(x)}{dx} + \frac{1}{2}C_f \rho(x)u(x) |u(x)| \pi D(x) + \rho(x)A(x)g \frac{dz(x)}{dx} = 0$$

2 Equazione di Bernoulli - Bernoulli's law

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{1}{2}u_1^2 + gz_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{1}{2}u_2^2 + gz_2$$

3 Componenti idraulici - Hydraulic components

3.1 Ugello - Nozzle

$$w_o = \sqrt{\rho}A_o k(A_o) \sqrt{2(p_i - p_o)}$$

3.2 Valvola - Valve

$$w_o = kA_v \eta(x) \sqrt{\rho(p_i - p_o)}$$

3.3 Condotta - Pipe

$$L \frac{dw(t)}{dt} = -\rho A g (z^*(L, t) - z^*(0, t)) - L \bar{f} \operatorname{sgn}(w(t)) w^2(t)$$

3.4 Pompa - Pump

$$H = \frac{p_o - p_i}{\rho g} = \alpha \omega^2 - \beta w^2$$

4 Componenti pneumatici - Pneumatic components

4.1 Collettore in pressione - Pressure vessel

$$\begin{aligned} \frac{dp(t)}{dt} &= \frac{p(t)}{T(t)} \frac{dT(t)}{dt} + \frac{R}{VP_m} T(t) (w_i(t) - w_o(t)) \\ \frac{dT(t)}{dt} &= \frac{R}{c_v VP_m} \frac{T(t)}{p(t)} \left(k_e A_e (T_e(t) - T(t)) + w_i(t) (h_i(t) - c_v T(t)) - w_o(t) \frac{R}{P_m} T(t) \right) \end{aligned}$$

4.2 Valvola pneumatica - Pneumatic valve

$$w_o = k \eta(x) \sqrt{\rho_i (p_i - p_o)}$$