

4.2 Problema

Devi dimensionare una valvola a globo per le seguenti condizioni:

fluido: acqua

portata nominale: $\dot{V} = 7.506 \text{ L/s}$

diametro nominale della linea: $DN = 3''$

pressione a monte della valvola: $P_1 = 2.205 \text{ atm}$

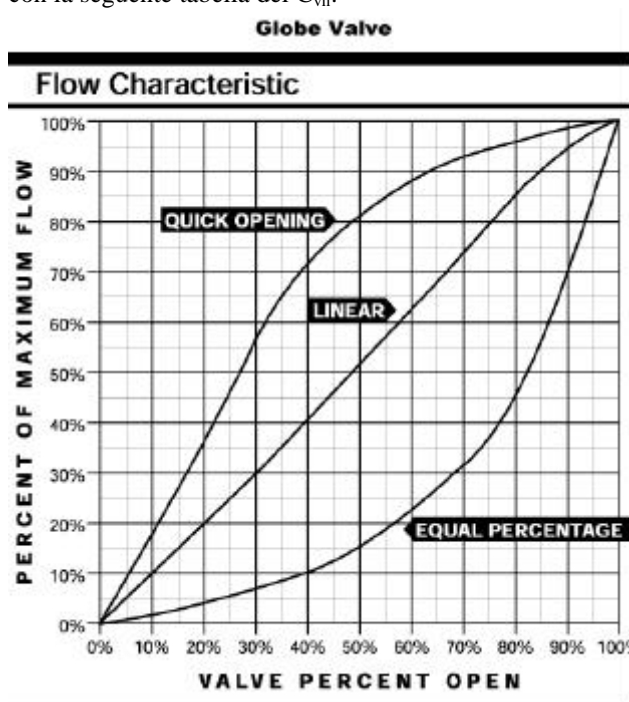
pressione a valle della valvola: $P_2 = 1.869 \text{ atm}$

tensione di vapore: $P_v = 0.252 \text{ atm}$

coefficiente del rapporto della pressione critica per i liquidi: $F_F = 0.956$

1. Calcola il **coefficiente di efflusso** C_v della valvola.

In questa sede é proposta una valvola De Zurik SD1000 (a globo, a flusso avviato ed a singola sede) con la seguente tabella dei C_{vn} :



Valve size	C_{vn} Linear	C_{vn} Equal percentage
1''	13	14
1.5''	29	31
2''	52	54
3''	115	175
4''	185	195

- Scegliere la valvola con il DN più opportuno.
- Effettuare la **verifica di cavitazione**.
- Devi inserire questa valvola in un circuito la cui caduta di pressione complessiva, valvola + utenza, é:

$$P_1 - P_3 = \Delta P_0 = 10 \text{ psi} = \text{cost.}$$

A questo scopo senza far ricorso al tracciamento di tutta la caratteristica installata, ti é richiesto che tu

calcoli la portata \dot{V}_i transiente nella valvola nelle seguenti condizioni:

- $h = 1$, salto di pressione relativo all'utenza: $P_2 - P_3 = 9 \text{ psi}$
- $h = 1$, salto di pressione relativo all'utenza: $P_2 - P_3 = 5 \text{ psi}$
- $h = 0.6$, salto di pressione nominale: $\Delta P_n = P_1 - P_2 = 1 \text{ psi}$
- $h = 0.6$, salto di pressione nominale: $\Delta P_n = P_1 - P_2 = 5 \text{ psi}$

The pink painted variables are DATA

The blu painted text is COMMENT

PROBLEM DATA

fluid: WATER

$$\rho := 1000 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{density}$$

$$G_f := 1 \quad \text{specific density}$$

$$P_1 := 2.205 \cdot \text{atm} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad P_1 = 32.405 \text{ psi}$$

$$P_2 := 1.869 \cdot \text{atm} \quad \text{downstream pressure} \quad P_2 = 27.467 \text{ psi}$$

$$V_{\text{punto}} := 7.506 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1} \quad V_{\text{punto}} = 118.973 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{volume flow rate}$$

$$P_v := 0.252 \text{ atm} \quad P_v = 3.703 \text{ psi}$$

$$F_L := 0.9 \quad \text{from "ISA 75.01 norm - Annex D" - Single Port Globe Valve}$$

$$F_F := 0.956$$

$$K_c := 0.8 F_L^2 \quad K_c = 0.648$$

$$\Delta P_0 := 10 \text{ psi}$$

DESIGN CALCULATIONS

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 53.54 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \text{Valve Flow Coefficient}$$

CHECK FOR NO CAVITATION $\rightarrow (\Delta P - \Delta P_{\text{max}}) < 0$

$$\Delta P := P_1 - P_2 \quad \Delta P = 4.938 \text{ psi}$$

$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_v) \quad \Delta P_{\text{max}} = 23.38 \text{ psi}$$

$$\Delta P - \Delta P_{\text{max}} = -18.442 \text{ psi}$$

VALVOLA CON CARATTERISTICA EQUIPERCENTUALEPer $D_{\text{valvola}} = 2''$ risulta: $C_v^* = \phi(0.7) C_{vn} < C_v$ Per $D_{\text{valvola}} = 3''$ risulta: $C_v^* = \phi(0.7) C_{vn} > C_v$, dunque si ottiene per questo diametro:

$$\phi_{0.7} := 0.31 \quad C_{vn} := 175 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 54.25 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

Valutazione del $C_{v,Min}$

Visto il tipo di valvola (Single Port Globe Valve), si assume una rangeability:

$$r := 15$$

$$C_{vMin} := \frac{C_{vn}}{r} \quad C_{vMin} = 11.667 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

PUNTI DELLA CARATTERISTICA INSTALLATA

a) $\Delta P_{1a} := (\Delta P_0 - 9\text{psi}) \quad \Delta P_{1a} = 1\text{psi}$

$$V_{\text{punto}_a} := C_{vn} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{1a}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_a} = 175 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

b) $\Delta P_{1b} := (\Delta P_0 - 5\text{psi}) \quad \Delta P_{1b} = 5\text{psi}$

$$V_{\text{punto}_b} := C_{vn} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{1b}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_b} = 391.312 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

c) $h := 0.6 \quad \phi_{0.6} := 0.22 \quad \Delta P_{nc} := 1\text{psi} \quad V := \frac{\Delta P_{nc}}{\Delta P_0} \quad V = 0.1$

$$V_{\text{punto}_{nc}} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_{nc}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{nc}} = 175 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$V_{\text{punto}_c} := \frac{V_{\text{punto}_{nc}}}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi_{0.6}^2}}} \quad V_{\text{punto}_c} = 101.612 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

d) $h := 0.6 \quad \phi_{0.6} := 0.22 \quad \Delta P_{nd} := 5\text{psi} \quad V := \frac{\Delta P_{nd}}{\Delta P_0} \quad V = 0.5$

$$V_{\text{punto}_{nd}} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_{nd}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{nd}} = 391.312 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$V_{\text{punto}_d} := \frac{V_{\text{punto}_{nd}}}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi_{0.6}^2}}} \quad V_{\text{punto}_d} = 118.904 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

VALVOLA CON CARATTERISTICA LINEARE

Per $D_{\text{valvola}} = 2''$ risulta: $Cv^* = \phi(0.7)Cv_n < Cv$

Per $D_{\text{valvola}} = 3''$ risulta: $Cv^* = \phi(0.7)Cv_n > Cv$, dunque si ottiene per questo diametro:

$$\phi_{0.7} := 0.74 \quad Cv_n := 115 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad Cv_n \cdot \phi_{0.7} = 85.1 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

NB: Questo valore di $Cv(0.7)$ è molto maggiore del Cv calcolato dall'eq. di efflusso.

Pertanto, la VALVOLA CON CARATTERISTICA LINEARE non va scelta!

Nel seguito sono comunque riportati i calcoli richiesti dalla traccia.

Valutazione del $C_{v,Min}$

Visto il tipo di valvola (Single Port Globe Valve), si assume una rangeability: $r := 15$

$$Cv_{Min} := \frac{Cv_n}{r} \quad Cv_{Min} = 7.667 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

PUNTI DELLA CARATTERISTICA INSTALLATA

a) $\Delta P_{1a} := (\Delta P_0 - 9 \text{ psi}) \quad \Delta P_{1a} = 1 \text{ psi}$

$$V_{\text{punto}_a} := Cv_n \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{1a}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_a} = 115 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

b) $\Delta P_{1b} := (\Delta P_0 - 5 \text{ psi}) \quad \Delta P_{1b} = 5 \text{ psi}$

$$V_{\text{punto}_b} := Cv_n \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{1b}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_b} = 257.148 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

c) $h := 0.6 \quad \phi_{0.6} := 0.62 \quad \Delta P_{nc} := 1 \text{ psi} \quad V := \frac{\Delta P_{nc}}{\Delta P_0} \quad V = 0.1$

$$V_{\text{punto}_{nc}} := Cv_n \sqrt{\frac{\Delta P_{nc}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{nc}} = 115 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$V_{\text{punto}_c} := \frac{V_{\text{punto}_{nc}}}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi_{0.6}^2}}} \quad V_{\text{punto}_c} = 106.768 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\mathbf{d)} \quad h := 0.6 \quad \phi_{0.6} := 0.62 \quad \Delta P_{nd} := 5 \text{psi} \quad V := \frac{\Delta P_{nd}}{\Delta P_0} \quad V = 0.5$$

$$V_{\text{punto}_{nd}} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_{nd}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{nd}} = 257.148 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$V_{\text{punto}_d} := \frac{V_{\text{punto}_{nd}}}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi_{0.6}^2}}} \quad V_{\text{punto}_d} = 191.628 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$