

4.2. Problema B del 22.11.02

Ti viene dato l'incarico di affrontare il problema di verifica di una valvola per acqua a globo a doppia sede, già disponibile e montata in un circuito, che funziona nelle seguenti condizioni:

diametro nominale della linea: $DN = 2''$

$C_{vn} = 18 \text{ gpm psi}^{-0.5}$

pressione a monte della valvola: $P_0 = 2.122 \text{ atm}$

pressione a valle della valvola: $P_1 = 1.165 \text{ atm}$

a. Effettuare la verifica della valvola in questione.

Sapendo inoltre che: tensione di vapore: $P_v = 3.7 \text{ psi}$
coefficiente del rapporto della pressione critica per i liquidi: $F_F = 0.956$

b. determinare se la valvola dà luogo a cavitazione secondo la normativa IEC.

Sulla stessa linea, a valle della prima valvola, deve essere posizionata una seconda valvola a globo, a flusso avviato ed a singola sede, con valori di C_{vn} in funzione del DN mostrati in tabella.

Valve size	C_{Vn}	C_{Vn}
	Equal percentage	Lineare
1.5''	29	27
2''	52	50
3''	115	94

- c. Assegnata la rangeability $r = 30$, dimensionare la seconda valvola per una pressione a valle pari a $P_2 = 0.889 \text{ atm}$.
- d. Fornire la definizione della caratteristica intrinseca.
- e. Per il caso della valvola con caratteristica equipercentuale tracciare il diagramma della caratteristica intrinseca.
- f. Spiegare sinteticamente cosa é, e per quali condizioni é definita, la caratteristica di efflusso.
- g. Determinare i punti salienti della caratteristica di efflusso per la seconda valvola.

PROBLEM DATA

fluid: WATER

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

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

$$C_{vn} := 18 \cdot \text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

$$r := 30$$

$$P_0 := 2.122 \cdot \text{atm} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad \rightarrow \quad P_0 = 31.185 \text{ psi}$$

$$P_1 := 1.165 \cdot \text{atm} \quad \text{downstream pressure} \quad \rightarrow \quad P_1 = 17.121 \text{ psi}$$

$$P_2 := 0.889 \cdot \text{atm}$$

$$\Delta P_n := P_0 - P_1 \quad \Delta P_n = 14.064 \text{ psi}$$

$$P_v := 3.7 \cdot \text{psi} \quad \rightarrow \quad P_v = 2.551 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$F_F := 0.956 \quad F_L := 0.9 \quad \text{from "ISA 75.01 norm - Annex D"} \\ \text{- Single Port Globe Valve -} \\ \text{- Double Port Globe Valve -}$$

a. VERIFICA

$$V_{\text{punto}_n} := C_{vn} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_n}{G_f}}$$

$$V_{\text{punto}_n} = 67.504 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

volume flow rate

$$V_{\text{punto}_n} \cdot \rho = 4.259 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

mass flow rate

b. CHECK FOR NO CAVITATION $\rightarrow (\Delta P_n - \Delta P_{\max}) < 0$

$$\Delta P_{\max} := F_L^2 (P_0 - F_F \cdot P_v) \quad \Delta P_{\max} = 22.395 \text{ psi}$$

$$\Delta P_n - \Delta P_{\max} = -8.331 \text{ psi}$$

DESIGN CALCULATIONS

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}_n}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}}$$

$$C_v = 33.518 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

Valve Flow Coefficient

c. DIMENSIONAMENTO DELLA SECONDA VALVOLA

VALVOLA CON CARATTERISTICA EQUIPERCENTUALE $\phi_h := r^{h-1}$ $\phi_{0.7} := r^{0.7-1}$ $\phi_{0.7} = 0.36$

Per D valvola = 1.5"

$C_{vn} := 29 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$ $C_{vH0.7} := 10.453 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$
 risulta: $Cv^* = \phi(0.7)Cvn < Cv$, tale scelta non é consigliabile

Per D valvola = 2"

$C_{vn} := 50 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$ $C_{vH0.7} := 18.744 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$
 risulta: $Cv^* = \phi(0.7)Cvn > Cv$, dunque neanche questa scelta é consigliabile.

VALVOLA CON CARATTERISTICA LINEARE $\phi_h := h + \frac{(1-h)}{r}$ $\phi_{0.7} := 0.7 + \frac{(1-0.7)}{r}$ $\phi_{0.7} = 0.71$

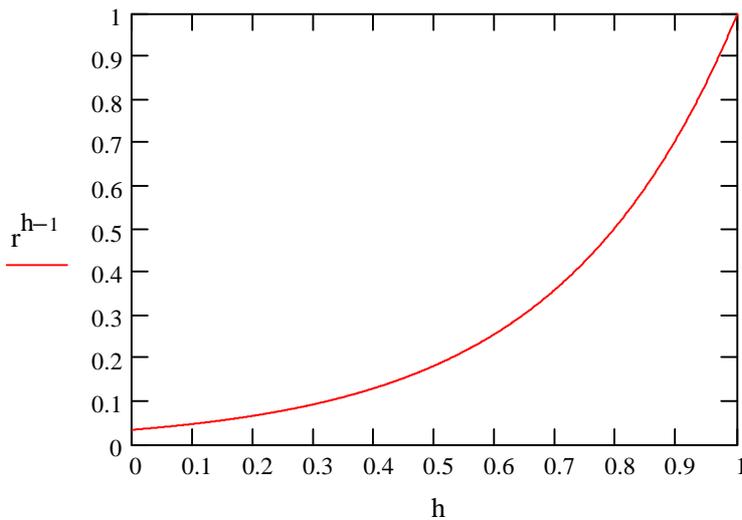
Per D valvola = 1.5"

$C_{vn} := 27 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$ $C_{vH0.7} := 19.17 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$
 risulta: $Cv^* = \phi(0.7)Cvn < Cv$, tale scelta non é consigliabile

Per D valvola = 2"

$C_{vn} := 50 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$ $C_{vH0.7} := 35.5 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$
 risulta: $Cv^* = \phi(0.7)Cvn > Cv$, **dunque si sceglie una valvola con caratteristica lineare e diametro nominale di 2".**

e. CARATTERISTICA DI INTRINSECA **VALVOLA CON CARATTERISTICA EQUIPERCENTUALE**



g. CARATTERISTICA DI EFFLUSSO**CONDIZIONI DI PROVA PER LA RAPPRESENTAZIONE DELLA CURVA**

- flusso turbolento;
- il fluido che attraversa la valvola é newtoniano;
- P1 = costante, P2 = decrescente;
- h = costante

PUNTI SALIENTI DELLA CAR. DI EFFLUSSO VALVOLA CON CARATTERISTICA PARABOLICA

A partire dai valori caratteristici della valvola, forniti dal costruttore, di seguito riportati: [- Single Port Globe Valve - Annex D - Isa Norm.](#)

$$C_{vn} = 50 \frac{\text{gal}}{\text{min} \cdot \text{psi}^{0.5}} \quad F_L := 0.9 \quad F_F := 0.956 \quad K_c := 0.8 F_L^2 \quad K_c = 0.648$$

Per valutare i punti salienti della **caratteristica di efflusso** per $h = 1$ si determinano le seguenti grandezze:

$$\Delta P_c := K_c (P_1 - P_v) \quad V_{\text{punto}_c} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_c}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_c} = 147.451 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\sqrt{\Delta P_c} = 2.949 \sqrt{\text{psi}} \quad \Delta P_c = 8.697 \text{ psi} \quad \text{Non c'è cavitazione!}$$

$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_v) \quad V_{\text{punto}_{\text{max}}} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{max}}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{\text{max}}} = 165.852 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\sqrt{\Delta P_{\text{max}}} = 3.317 \sqrt{\text{psi}}$$

$$\Delta P_f := P_1 - P_v \quad \sqrt{\Delta P_f} = 3.663 \sqrt{\text{psi}}$$

Scrivendo i vettori dei punti salienti della caratteristica di efflusso, possiamo rappresentare gli asintoti della funzione.

$$V_{\text{punto}_i} := \begin{pmatrix} V_{\text{punto}_c} \\ V_{\text{punto}_{\text{max}}} \\ V_{\text{punto}_{\text{max}}} \end{pmatrix} \quad \Delta P_i := \begin{pmatrix} \Delta P_c \\ \Delta P_{\text{max}} \\ \Delta P_f \end{pmatrix}$$

