

4.2. Problema

Devi affrontare il **dimensionamento** e la **scelta** di una valvola per le seguenti condizioni:

fluido: acqua

portata nominale: $\dot{m} = 18.372 \text{ lb/s}$

diametro nominale della linea: $DN = 2 \frac{1}{2}''$

pressione assoluta a monte della valvola: $P_1 = 10 \text{ bar}$

pressione assoluta a valle della valvola: $P_2 = 9 \text{ bar}$

tensione di vapore $P_v = 0.02 \times 10^5 \text{ Pa}$

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

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

Hai a disposizione la tabella della FISHER per **valvola a globo** serie *EH and EHA Control Valves* (v. tabella alla pagina seguente).

2. Scegli la valvola con la **caratteristica intrinseca** ed il **DN** più opportuno.
3. Disegna il diagramma della **caratteristica intrinseca** per la valvola scelta
4. Questa caratteristica presenta qualche differenza rispetto a quella classica della valvola a globo? Fornisci un tuo commento
5. Suggestisci quale potrebbe essere la *rangeability* per la valvola scelta.
6. Calcola i punti salienti della **caratteristica di efflusso** e stabilisci se la valvola opera in regime di **flusso normale**.

Si vuole prendere in considerazione l'uso della **stessa valvola** per **benzina** ($\rho_b = 730 \text{ kg/m}^3$):

7. Come cambia il C_v ? La valvola selezionata al punto 2 va ancora bene? Perché?
8. Nella tabella alla pagina seguente riconosci la **terminologia** ed i **dati per valvola a globo** presentati nelle righe e le colonne, spiegandone il significato

(NB: E' consigliabile dare indicazione dei termini e dati direttamente sulla fotocopia)

FISHER EH and EHA Control Valves

51.2:EH
May 2003

EH and EHA Valves

Table 35. Design EHS, Class 900 and 1500, Linear and Equal Percentage Cages

Linear																Linear Characteristic
Valve Size, Inches	Port Diameter		Maximum Travel		Flow Coefficient	Valve Opening—Percent of Total Travel										F _L ⁽¹⁾
	Inches	mm	Inches	mm		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
2 & 3 x 2	1-7/8	47.6	1-1/2	38	C _v	1.69	9.45	21.9	33.4	42.7	50.0	55.6	59.6	61.9	63.6	0.85
					K _v	1.46	8.17	18.9	28.9	36.9	43.3	48.1	51.6	53.5	55.0	---
					X _T	0.810	0.744	0.693	0.689	0.672	0.640	0.593	0.559	0.533	0.522	---
					F _d	0.22	0.26	0.25	0.20	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	---
3 & 4 x 3	2-7/8	73.0	2	51	C _v	3.41	25.4	52.6	76.0	96.4	114	127	133	135	136	0.95
					K _v	2.95	22.0	45.5	65.7	83.4	98.6	110	115	117	118	---
					X _T	---	0.681	0.701	0.697	0.706	0.723	0.723	0.714	0.706	0.706	---
					F _d	0.22	0.31	0.26	0.23	0.22	0.20	0.19	0.16	0.16	0.16	---
4 & 6 x 4	3-5/8	92.1	2	51	C _v	6.89	25.1	50.1	77.9	106	134	157	175	185	188	0.93
					K _v	5.96	21.7	43.3	67.4	91.7	116	136	151	160	163	---
					X _T	0.689	0.620	0.581	0.570	0.589	0.612	0.656	0.697	0.740	0.766	---
					F _d	0.94	0.49	0.21	0.16	0.14	0.12	0.10	0.092	0.086	0.079	---
6 & 8 x 6	5-3/8	136.5	3	76	C _v	9.40	63.8	138	212	282	339	373	389	398	405	0.90
					K _v	8.13	55.2	119	183	244	293	323	336	344	350	---
					X _T	0.581	0.559	0.540	0.529	0.555	0.612	0.681	0.731	0.753	0.757	---
					F _d	0.66	0.17	0.11	0.086	0.073	0.065	0.059	0.054	0.050	0.047	---
Equal Percentage																Equal Percentage Characteristic
2 & 3 x 2	1-7/8	47.6	1-1/8	29	C _v	1.04	1.59	3.52	6.99	12.1	19.7	30.5	40.9	44.6	50.7	0.89
					K _v	0.900	1.38	3.04	6.05	10.5	17.0	26.4	35.4	38.6	43.9	---
					X _T	0.995	0.926	0.761	0.693	0.685	0.685	0.668	0.652	0.668	0.616	---
					F _d	0.41	0.61	0.37	0.27	0.24	0.20	0.19	0.17	0.15	0.15	---
3 & 4 x 3	2-7/8	73.0	1-1/2	38	C _v	2.56	5.17	10.8	18.2	28.9	44.9	62.6	82.9	104	117	0.95
					K _v	2.21	4.47	9.34	15.7	25.0	38.8	54.1	71.7	90.0	101	---
					X _T	0.753	0.714	0.779	0.770	0.727	0.727	0.766	0.761	0.753	0.731	---
					F _d	0.55	0.52	0.37	0.38	0.25	0.25	0.21	0.21	0.18	0.18	---
4 & 6 x 4	3-5/8	92.1	1-1/2	38	C _v	3.44	7.12	13.1	21.8	34.8	54.0	80.4	109	132	154	0.84
					K _v	2.98	6.16	11.3	18.9	30.1	46.7	69.5	94.3	114	133	---
					X _T	0.951	0.710	0.672	0.644	0.601	0.585	0.593	0.624	0.636	0.697	---
					F _d	1.45	0.47	0.52	0.37	0.26	0.19	0.15	0.12	0.11	0.10	---
6 & 8 x 6	5-3/8	136.5	2-1/2	64	C _v	5.27	13.0	22.1	35.3	57.4	92.7	141	194	246	308	0.80
					K _v	4.56	11.2	19.1	30.5	49.7	80.2	122	168	213	266	---
					X _T	0.518	0.660	0.581	0.522	0.555	0.540	0.501	0.501	0.559	0.559	---
					F _d	1.87	0.53	0.30	0.26	0.17	0.14	0.11	0.095	0.080	0.072	---

1. At 100% travel.

NB: l'ultimo numero in ogni casella della 1° colonna "Valve Size, Inches" indica il diametro nominale.

Ad es.: 2 & 3 x 2 significa che DN = 2"

Introduction

The pink painted variables are DATA

The blu painted text is COMMENT

PROBLEM DATA

fluid: WATER

$$DN := 2.5\text{in}$$

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

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

$$P_1 := 10^6 \cdot \text{Pa} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad P_1 = 145.038 \text{ psi}$$

$$P_2 := 9 \cdot 10^5 \cdot \text{Pa} \quad \text{downstream pressure} \quad P_2 = 130.534 \text{ psi}$$

$$\Delta P := P_1 - P_2 \quad \Delta P = 14.504 \text{ psi}$$

$$P_{V_H2O} := 0.02 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad P_{V_H2O} = 0.29 \text{ psi}$$

$$m_{\text{punto}} := 18.372 \frac{\text{lb}}{\text{s}} \quad \text{mass flow rate}$$

$$V_{\text{punto}} := \frac{m_{\text{punto}}}{\rho} \quad V_{\text{punto}} = 132.087 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \quad \text{volume flow rate}$$

$$F_F := 0.956$$

1. - 2. DESIGN CALCULATIONS

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 34.683 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \text{Valve Flow Coefficient}$$

DN = 2" globe valve - Linear Characteristics

$$C_{v_star} := 55.6 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} > C_v$, dunque si sceglie questa valvola.**DN = 2" globe valve - =% Characteristics**

$$C_{v_star} := 30.5 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} < C_v$, tale scelta non é consigliabile

3. - 4. Caratteristica intrinseca

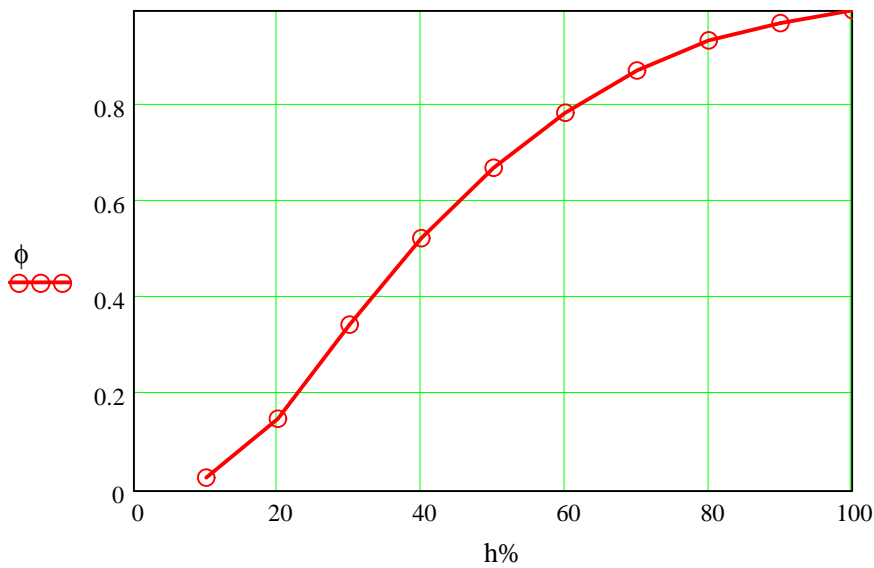
$$h\% := \begin{pmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \\ 40 \\ 50 \\ 60 \\ 70 \\ 80 \\ 90 \\ 100 \end{pmatrix}$$

$$C_v := \begin{pmatrix} 1.69 \\ 9.45 \\ 21.9 \\ 33.4 \\ 42.7 \\ 50 \\ 55.6 \\ 59.6 \\ 61.9 \\ 63.6 \end{pmatrix} \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

$$C_{vn} := C_{v9} \quad C_{vn} = 63.6 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

$$\phi := \frac{C_v}{C_{vn}}$$

	0
0	0.027
1	0.149
2	0.344
3	0.525
4	0.671
5	0.786
6	0.874
7	0.937
8	0.973
9	1



La Caratteristica risulta effettivamente LINEARE solo nel tratto centrale

5. Valutazione della rangeability

Dalla scelta della valvola da tabella:

Per un'apertura di $h = 10\%$ risulta:

$$C_{vMin} := C_{v0}$$

$$C_{vMin} = 1.69 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

Dunque risulta:

$$r := \frac{C_{vn}}{C_{vMin}} \quad r = 37.633$$

6. Caratteristica di efflusso

OTHER DATA

$$F_L := 0.85 \quad \text{dalla tabella FISHER EH and EHA Control Valves} \\ \text{--> Linear 2 \& 3 x 2}$$

$$K_c := 0.8 F_L^2 \quad K_c = 0.578 \quad \text{vedi Magnani pag. 26}$$

Per valutare la **caratteristica di efflusso** si determinano, con rif. a C_{vn} , le seguenti grandezze:

$$\Delta P_c := K_c (P_1 - P_{v_H2O}) \quad \sqrt{\Delta P_c} = 9.147 \sqrt{\text{psi}} \quad \Delta P_c = 83.664 \text{ psi}$$

$$V_{\text{punto}_c} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_c}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_c} = 581.737 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

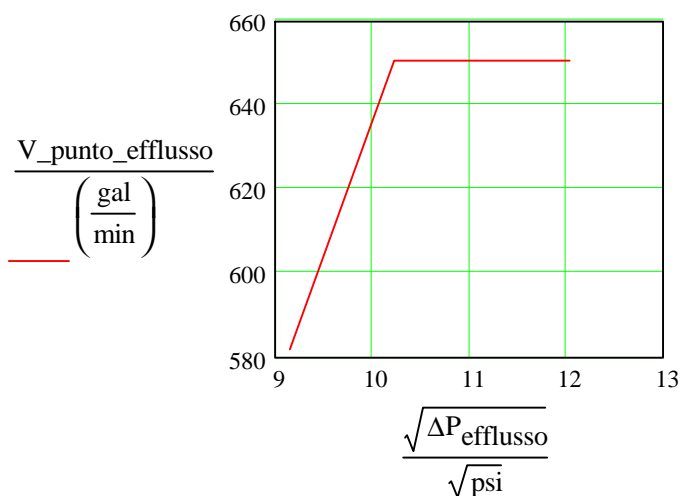
$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_{v_H2O}) \quad \sqrt{\Delta P_{\text{max}}} = 10.227 \sqrt{\text{psi}} \quad \Delta P_{\text{max}} = 104.589 \text{ psi}$$

$$V_{\text{punto}_{\text{max}}} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{max}}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{\text{max}}} = 650.431 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\Delta P_f := P_1 - P_{v_H2O} \quad \sqrt{\Delta P_f} = 12.031 \sqrt{\text{psi}} \quad \Delta P_f = 144.748 \text{ psi}$$

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

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



6BIS. Condizioni di flusso normale $\rightarrow (\Delta P - \Delta P_c) < 0$

$$\Delta P - \Delta P_c = -69.16 \text{ psi} \quad \text{NB: non c'è CAVITAZIONE}$$

7. DIMENSIONAMENTO PER BENZINA

$$\rho_b := 730 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$G_f := \frac{\rho_b}{\rho} \quad G_f = 0.73$$

$$V_{\text{punto}} := \frac{m_{\text{punto}}}{\rho_b} \quad V_{\text{punto}} = 180.941 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 40.594 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

DN = 2" globe valve - Linear Characteristics

$$C_{v_star} := 55.6 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} > C_v$, dunque si sceglie questa valvola.

DN = 2" globe valve - % Characteristics

$$C_{v_star} := 30.5 \cdot (\text{gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5})$$

risulta: $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} < C_v$, tale scelta non é consigliabile