

Worksheet S-1

rielaborato da M. Fraganza e M. Miccio a partire dal problema d'esame del 11.06.2014

rev. 1 del 11.06.2014

vai
al testo del
problema



Obiettivi

- Scelta e dimensionamento di una valvola di regolazione a partire dai dati forniti dal costruttore in forma di tabella.
- Calcolo e tracciamento della sua Caratteristica Intrinseca.
- Calcolo e tracciamento della sua Caratteristica di Efflusso.
- Tracciamento della Caratteristica Installata
- Calcolo di un suo punto saliente a scelta dell'utente

Dati forniti dal costruttore BELIMO per valvola a sfera modulante:

DN (inches) ↓	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	→ Rotazione % della sfera $C_v \left(\frac{\text{gal}}{\text{min} \cdot \text{psi}^{0.5}} \right)$
0.5	0.01	0.05	0.07	0.11	0.17	0.22	0.34	0.49	0.7	1	
1	0.25	0.5	0.7	1	1.9	2.1	3	5	7	10	
2	1	2	3	4	7	9	14	20	28	40	

Inserimento dati di esercizio:

NB:

I dati pre-inseriti nei campi sono quelli del problema d'esame del 11.06.2014

vai alla
caratteristica
installata



Selezionare il tipo di fluido dalla lista

Acqua
Acqua di mare
Benzina
Glicerina
Mercurio
Olio d'oliva

Inserire la pressione P_1

atm

Inserire la pressione P_2

Pa

Inserire la tensione di vapore P_v

psi

bar

Inserire la portata massica

kg/s

lb/min

Inserire il diametro nominale (inch) della linea

Ricalcola tutto!

Scelta della valvola attraverso il confronto del C_v al 70% della corsa:

$$\rho \cdot \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = 1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho \cdot \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = 62.428 \cdot \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$V_{\text{punto}} = 1.5 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$V_{\text{punto}} = 23.775 \cdot \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

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

$$C_v = 13.088 \cdot \frac{\text{gal}}{\text{min} \cdot \text{psi}^{0.5}}$$

$$C_{v70\%} = 14 \cdot \frac{\text{gal}}{\text{min} \cdot \text{psi}^{0.5}}$$

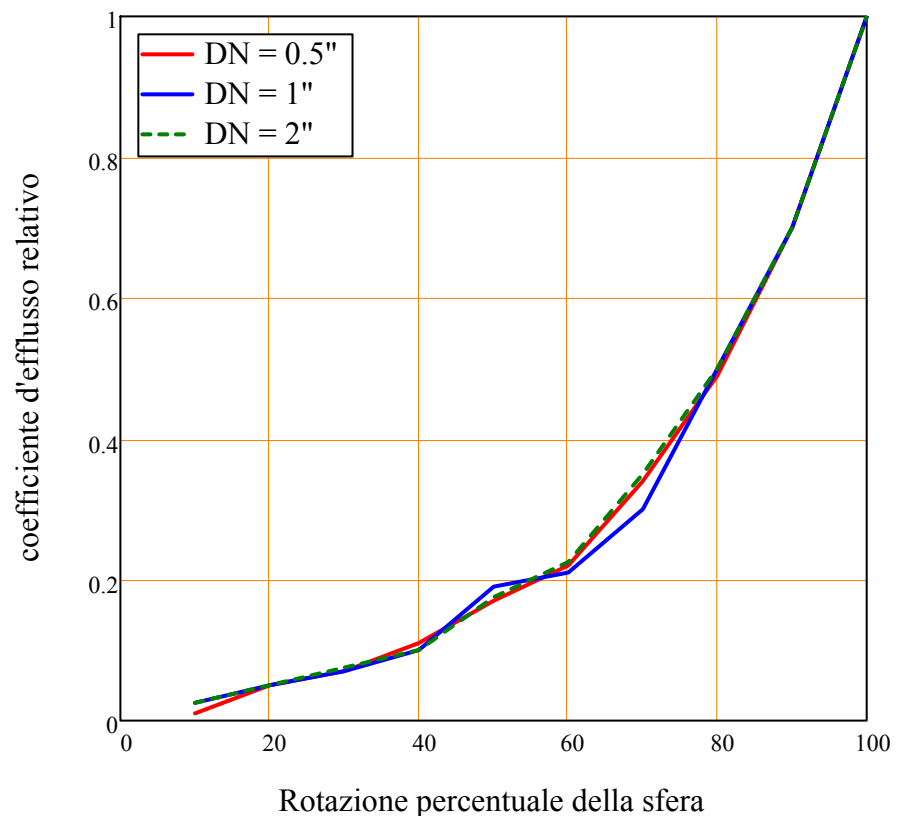
diametro_scelto = "inferiore o al più uguale a DN del piping"

messaggio = "Dimensionamento OK!"

Calcolo della caratteristica intrinseca e sua rappresentazione grafica:

$$\phi = \frac{C_v}{C_{vN}}$$

Diagramma della Caratteristica intrinseca



NB: La Caratteristica intrinseca risulta assimilabile alla classica "equipercentuale"

Calcolo e tracciamento della Caratteristica di Efflusso:

OTHER DATA: $F_L := 0.55$ da "Annex D" $K_c := 0.7F_L^2 = 0.212$ $F_F := 0.956$ vedi Magnani, Ferretti e Rocco

Si determinano, con rif. a C_v al 70% della corsa, i seguenti punti salienti:

$$\Delta P_c := K_c(P1 - P_v) \quad \sqrt{\Delta P_c} = 1.812 \cdot \sqrt{\text{psi}} \quad \Delta P_c = 3.282 \cdot \text{psi}$$

$$V_{\text{punto}_c} := C_{v70\%} \sqrt{\frac{\Delta P_c}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_c} = 25.363 \cdot \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2(P1 - F_F \cdot P_v) \quad \sqrt{\Delta P_{\text{max}}} = 2.173 \cdot \sqrt{\text{psi}} \quad \Delta P_{\text{max}} = 4.722 \cdot \text{psi}$$

$$V_{\text{punto}_{\text{max}}} := C_{v70\%} \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{max}}}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_{\text{max}}} = 30.422 \cdot \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\Delta P_f := P1 - P_v \quad \sqrt{\Delta P_f} = 3.937 \cdot \sqrt{\text{psi}} \quad \Delta P_f = 15.5 \cdot \text{psi}$$

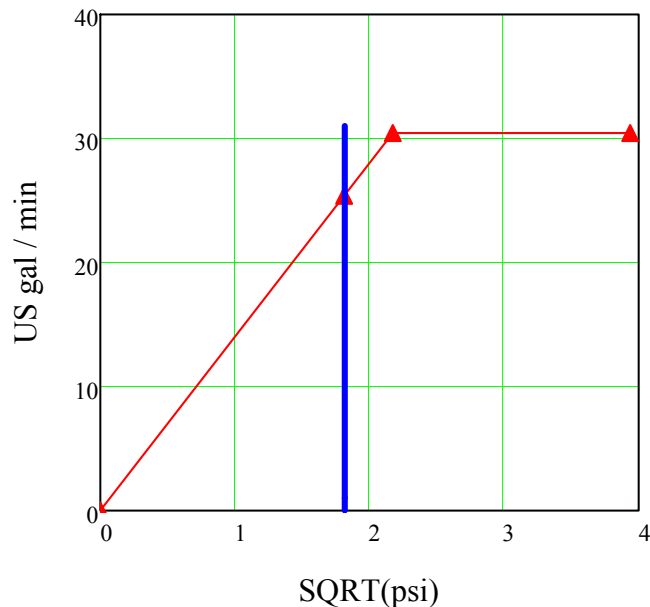
Scrivendo i vettori dei punti salienti, diamo una rappresentazione asintotica della caratteristica di efflusso:

$$V_{\text{punto_efflusso}} := \begin{pmatrix} 0 \cdot \frac{\text{gal}}{\text{min}} \\ V_{\text{punto}_c} \\ V_{\text{punto}_{\text{max}}} \\ V_{\text{punto}_{\text{max}}} \end{pmatrix} \quad \Delta P_{\text{efflusso}} := \begin{pmatrix} 0 \cdot \text{psi}^{-0.5} \\ \Delta P_c \\ \Delta P_{\text{max}} \\ \Delta P_f \end{pmatrix}$$

$$\text{deltaP} := 0 \dots \text{floor} \left(1.04 \cdot \frac{\text{min}}{\text{gal}} V_{\text{punto}_{\text{max}}} \right)$$

La rappresentazione asintotica della caratteristica di efflusso è:

Caratteristica di Efflusso (h = 0.7)



▲▲ calculated data
— pressure drop across the valve



Inserimento dati per la caratteristica installata:

Inserire il valore del ΔP_n (nominale) ai capi della valvola:

- atm
- Pa
- psi
- bar

Inserire il valore dell'Autorità V:

Ricalcola tutto !



$$V = \frac{\Delta P_n}{\Delta P_n + \Delta P_u}$$

messaggio = "E' conveniente usare valvole a caratteristica intrinseca equipercentuale."

$$\Delta P_u = \frac{1 - V}{V} \cdot \Delta P_n$$

$$\Delta P_u = 6.205 \times 10^4 \text{ Pa}$$



$$\Delta P_u = 9 \cdot \text{psi}$$

Grafici delle caratteristiche:



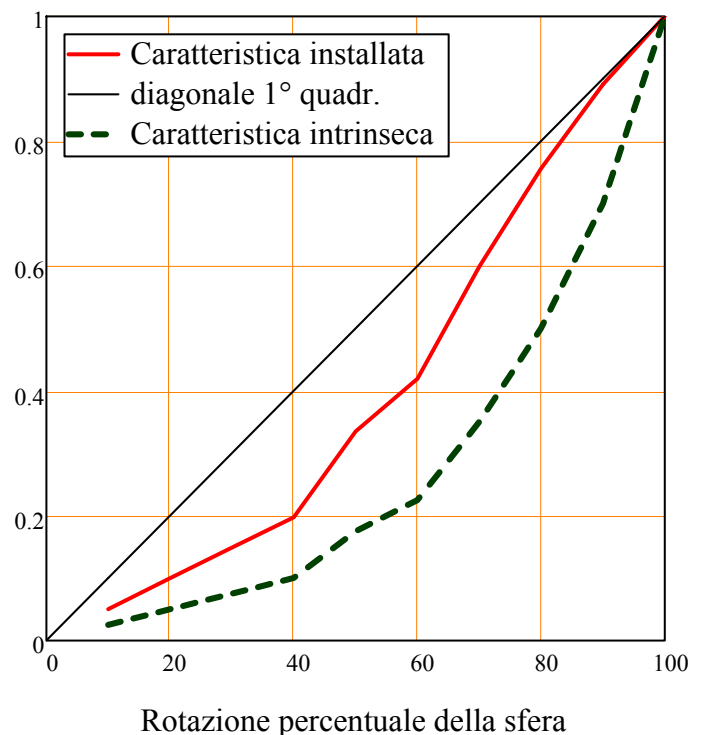
$$V_{\text{punto}_n} = C_{vn} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_n}{G_f}}$$

$$V_{\text{punto}_n} = 4.371 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\gg \gg \gg V_{\text{punto}_n} = 69.282 \cdot \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$V_{\text{punto}_v} = \frac{V_{\text{punto}_n}}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\left(\frac{\Phi_v\%}{100}\right)^2}}}$$

Caratteristica Installata & Intrinseca



Stima della RANGEABILITY:

La **RANGEABILITY**, in prima approssimazione, è stimata come rapporto tra C_{vmax} e C_{vmin} per il diametro nominale scelto

$$r = \frac{C_{vmax}}{C_{vmin}}$$

$$r = 40$$

Calcolo di portata transitante e caduta di pressione per un prefissato valore della rotazione percentuale:

Inserire il valore della rotazione percentuale per la quale calcolare la portata (%):



Calcoli effettuati per il valore della **corsa relativa** che più si avvicina al valore scelto: $corsa_relativa = 0.5$

che corrisponde ad un angolo di rotazione in gradi [°]:

$$\theta = 45$$

$$V_{punto_h} = \frac{V_{punto_n}}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\left(\frac{C_v(h)}{C_{vn}}\right)^2}}}$$

$$V_{punto_h} = 23.206 \cdot \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$



$$V_{punto_h} = 1.464 \times 10^{-3} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\Delta P_{v_h} = \left(\frac{V_{punto_h}}{C_v(h)}\right)^2 \cdot G_f$$

$$\Delta P_{v_h} = 10.99 \cdot \text{psi}$$



$$\Delta P_{v_h} = 0.748 \cdot \text{atm}$$

$$\Delta P_{u_h} = \Delta P_0 - \Delta P_{v_h}$$

$$\Delta P_{u_h} := (\Delta P_n + \Delta P_u) - \Delta P_{v_h} = 1.01 \cdot \text{psi}$$



$$\Delta P_{u_h} = 0.069 \cdot \text{atm}$$

Testo del problema:

Devi dimensionare una valvola per le seguenti condizioni:

fluido: acqua

diametro nominale della linea: DN = 2''

portata nominale: $\dot{m} = 1 \div 1.5 \text{ kg s}^{-1}$

pressione a monte della valvola: $P_1 = 18 \text{ psi}$

pressione a valle della valvola: $P_2 = 14.7 \text{ psi}$

tensione di vapore: $P_v = 2.5 \text{ psi}$

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

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

E' disponibile una **valvola a sfera modulante BELIMO** (*characterized control ball valve*) con la seguente tabella di C_v (US gal min⁻¹ psi^{-1/2}) in funzione della **rotazione percentuale dell'organo d'azione**

rotazione, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
diam. nominale, in										
0.5	0.01	0.05	0.07	0.11	0.17	0.22	0.34	0.49	0.70	1
1	0.25	0.50	0.70	1	1.9	2.1	3	5	7	10
2	1	2	3	4	7	9	14	20	28	40

2. Scegliere la valvola con il DN più opportuno tra quelle in tabella.
3. Calcolare la **caratteristica intrinseca** e riportarla in grafico.
4. Che tipo di **caratteristica intrinseca** ha la valvola in analisi?
5. Suggestisci quale potrebbe essere la *rangeability* per la valvola scelta.
6. Calcolare i punti salienti della **caratteristica di efflusso**, riportarli in grafico e stabilire se la valvola a sfera opera in regime di **flusso normale**.

Per la valvola inserita in un circuito con $\Delta P_n = 3 \text{ psi}$

7. Suggestisci un valore **dell'autorità** V appropriato sulla base della **caratteristica intrinseca** ottenuta in precedenza.
8. Calcolare la portata transitante \dot{V}_θ per un **angolo di apertura** $\theta = 27^\circ$
9. Calcolare la conseguente **caduta di pressione** attraverso la valvola $\Delta P_{v,\theta}$
10. Calcolare **l'angolo di apertura** θ^* che consente il passaggio di una portata $\dot{V}^* = 29 \text{ gal(US)/min}$