

**Problema 4.2. del 12.11.03**

Ti è richiesto il dimensionamento di una **valvola a globo “a flusso apre”** per le seguenti condizioni:

diametro nominale della linea:  $DN = 1.5''$

fluido: glicerina, con densità  $\rho = 1.259 \text{ kg/L}$

pressione a monte della valvola:  $P_1 = 2.619 \text{ atm}$

pressione a valle della valvola:  $P_2 = 1.4 \text{ atm}$

portata nominale:  $\dot{V} = 4 \text{ L/s}$

tensione di vapore:  $P_v = 0.15 \text{ psi}$

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

1. Calcolare il **coefficiente di efflusso**  $C_v$  per le condizioni di cui sopra

E' disponibile una valvola del tipo VA1 con  $DN=1''$  e con i seguenti dati:

h	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$C_v, \text{ gpm psi}^{-0.5}$	0.6	0.9	1.3	1.9	2.6	3.5	4.5	6.2	9.9	14.5

2. Che tipo di **caratteristica intrinseca** ha la valvola VA1?

Sono inoltre disponibili un'altra valvola del tipo VA1, una valvola VA2 con caratteristica intrinseca lineare ed una VA3 con caratteristica intrinseca quadratica, queste ultime con *rangeability*  $r = 15$ .

3. **Dimensionare la valvola** per il problema in esame, scegliendo quella con il DN più opportuno, con i dati del costruttore di cui sotto:

Valvola	VA1	VA2 Lineare	VA3 Quadratica
<b>DN</b>	<b><math>C_{v_n}</math></b>	<b><math>C_{v_n}</math></b>	<b><math>C_{v_n}</math></b>
1''	14.5	13	14
1.5''	31	28	30
<i>Rangeability, r</i>	== =	15	15

4. Per la valvola prescelta, effettuare la **verifica di cavitazione** secondo la normativa IEC

Successivamente, devi inserire questa valvola in un circuito la cui caduta di pressione dell'utenza, é:

a.  $P_2 - P_3 = \Delta P_u = \Delta P_n = P_1 - P_2$

b.  $\Delta P_u = \Delta P_n / 2$

c.  $\Delta P_u = 2\Delta P_n$

5. Quanto vale l'**autorità**  $V$  nei 3 casi?

6. In quale dei 3 casi la valvola sopra prescelta è proprio la preferibile?

Inoltre, nella condizione in cui:  $\Delta P_u = \Delta P_n / 2$

7. Qual è la portata  $\dot{V}_i$  che transiterà nella valvola per  $h = 0.65$ ?

8. Qual è la **corsa relativa**  $h$  che consentirà il transito nella valvola di una portata  $\dot{V}_i = 100 \text{ gal/min}$ ?

The pink painted variables are DATA

The blu painted text is COMMENT

**PROBLEM DATA**

$$\rho := 1259 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

fluid: glycerine  
density

$$G_f := \frac{\rho}{1000 \cdot \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}$$

specific density   $G_f = 1.259$

$$P_1 := 2.619 \cdot \text{atm}$$

upstream absolute pressure   $P_1 = 38.489 \text{ psi}$

$$P_2 := 1.4 \cdot \text{atm}$$

downstream pressure   $P_2 = 20.574 \text{ psi}$

$$V_{\text{punto}} := 4 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

  $V_{\text{punto}} = 63.401 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$  volume flow rate

$$P_v := 0.15 \cdot \text{psi}$$

  $P_v = 1.034 \times 10^3 \text{ Pa}$

$$F_F := 0.956$$

**OTHER DATA**

$$F_L := 0.9$$

Annex D: Globe Valve, Flow direction: open

$$K_c := 0.8 F_L^2$$

$K_c = 0.648$

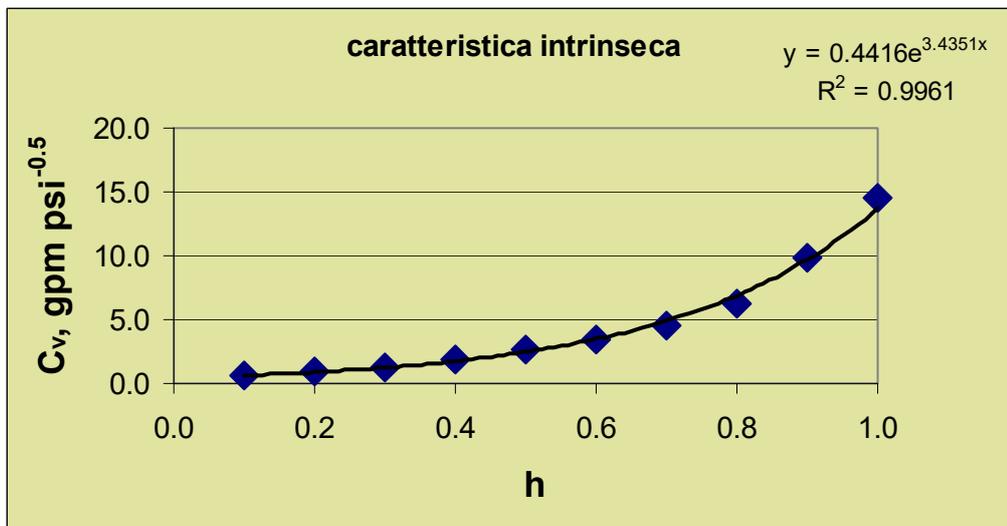
$r := 15$  per la valvola lineare e quadratica

**1) DESIGN CALCULATIONS**

$$P_1 - P_2 = 17.914 \text{ psi}$$

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

$C_v = 16.808 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$  Valve Flow Coefficient

**2) la car. della valvola VA1 è equipercentuale****3) DIMENSIONAMENTO**

NB:

per DN=1", non prendiamo in considerazione né la valvola VA1  
né alcuna altra in quanto dalle tabelle risulta sempre $C_{vn} < C_v$  calcolato al punto 1)**VALVOLA tipo VA1, CON CARATTERISTICA EQUIPERCENTUALE**

Per DN = 1"

dal grafico:  $C_{v.70\%} := 4.5 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$ 

$$C_{vn} := 14.5 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \phi_{70\%} := \frac{C_{v.70\%}}{C_{vn}} = 0.31$$

Per DN = 1.5"

NB:

non disponendo di dati di  $C_v$  per DN=1.5",

estrapoliamo per questo ultimo DN il valore  $\phi_{70\%} := \frac{C_{v.70\%}}{C_{vn}}$  già calcolato per DN=1"

$$C_{vn} := 31 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn} \cdot \phi_{70\%} = 9.621 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

risulta:  $C_v^* = \phi(0.7)C_{vn} < C_v$ ; NON VA BENE!

**VALVOLA tipo VA2, CON CARATTERISTICA LINEARE**

$$\phi(h) := h + \frac{(1-h)}{r}$$

$$\phi_{0.7} := \phi(0.7) \quad \phi_{0.7} = 0.72$$

Per DN = 1.5"

$$C_{v_{\text{max}}} := 28 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{v_{\text{vn}}} \cdot \phi_{0.7} = 20.16 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

risulta:  $C_v^* = \phi(0.7)C_{v_{\text{vn}}} > C_v \rightarrow$  dimensionamento OK!**VALVOLA tipo VA3, CON CARATTERISTICA QUADRATICA**

$$\phi(h) := h^2 + \frac{(1-h)^2}{r}$$

$$\phi_{0.7} := \phi(0.7) \quad \phi_{0.7} = 0.496$$

Per DN = 1.5"

$$C_{v_{\text{max}}} := 30 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{v_{\text{vn}}} \cdot \phi_{0.7} = 14.88 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

risulta:  $C_v^* = \phi(0.7)C_{v_{\text{vn}}} < C_v$ ; NON VA BENE!**4) CHECK FOR NO CAVITATION IEC norm  $\rightarrow (\Delta P - \Delta P_{\text{max}}) < 0$** 

$$\Delta P := P_1 - P_2 \quad \Delta P = 17.914 \text{ psi}$$

$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_v) \quad \Delta P_{\text{max}} = 31.06 \text{ psi}$$

$$\Delta P - \Delta P_{\text{max}} = -13.145 \text{ psi}$$

**5) - 8) CALCOLI SULLA CARATTERISTICA INSTALLATA**

$$C_{\text{vnt}} := 28 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \Delta P_n := \Delta P \quad \Delta P_n = 17.914 \text{ psi}$$

$$V_{\text{punto}_n} := C_{\text{vnt}} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_n}{G_f}} \quad V_{\text{punto}_n} = 105.62 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

**a)**

$$\Delta P_u := \Delta P_n \quad \Delta P_u = 17.914 \text{ psi} \quad \Delta P_0 := \Delta P_n + \Delta P_u \quad \Delta P_0 = 35.829 \text{ psi}$$

$$V := \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0} \quad V = 0.5 \quad \text{in questo caso la valvola prescelta, con una car. intrinseca lineare, è proprio la preferibile!}$$

**b)**

$$\Delta P_u := \frac{\Delta P_n}{2} \quad \Delta P_u = 8.957 \text{ psi} \quad \Delta P_0 := \Delta P_n + \Delta P_u \quad \Delta P_0 = 26.872 \text{ psi}$$

$$V := \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0} \quad V = 0.667 \quad \text{anche in questo caso la valvola prescelta, con una car. intrinseca lineare, è proprio la preferibile!}$$

**c)**

$$\Delta P_u := 2\Delta P_n \quad \Delta P_u = 35.829 \text{ psi} \quad \Delta P_0 := \Delta P_n + \Delta P_u \quad \Delta P_0 = 53.743 \text{ psi}$$

$$V := \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0} \quad V = 0.333 \quad \text{in questo caso sarebbe preferibile avere una car. intrinseca quadratica}$$

$$7) \quad V := 0.667 \quad h := 0.65$$

**VALVOLA CON CARATTERISTICA LINEARE**

$$\phi(h) := h + \frac{(1-h)}{r} \quad \phi(h) = 0.673$$

$$V_{\text{punto}} := \frac{V_{\text{punto}_n}}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi(h)^2}}} \quad V_{\text{punto}} = 78.633 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1}$$

8)  $V := 0.667$      $V_{\text{punto}} := 100 \cdot \text{gal} \cdot \text{min}^{-1}$

VALVOLA CON CARATTERISTICA LINEARE

$\phi_h := 0.9$

Given

$$V_{\text{punto}} = \frac{V_{\text{punto}_n}}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi_h^2}}}$$

$\phi_h := \text{Find}(\phi_h)$      $\phi_h = 0.923$

NUMERICAL PROCEDURE in MATHCAD

using the **MathCad Find** function to solve an equation:

1. Define a first trial value for the unknown variable.
2. Type the word *Given* to start the procedure.
3. Beneath the *Given*, type equalities and inequalities as part of the equation.
4. The **Find** function contains the result.

CALCOLO ALGEBRICO

in alternativa, il calcolo può essere effettuato in maniera tradizionale utilizzando la formula "inversa" rispetto a  $\phi_h$ :

$$\phi_h = \sqrt{\frac{V}{\frac{V_{\text{punto}_n}^2}{V_{\text{punto}_h^2} - 1 + V}}}$$

Noto  $\phi_h$

risolvendo l'espressione della car. lineare rispetto ad h,

$$\phi_h = h + \frac{(1 - h)}{r}$$

si ottiene:

$$h := \frac{\left(\phi_h - \frac{1}{r}\right)}{1 - \frac{1}{r}}$$

$h = 0.918$