

#### 4.2. Problema

QL-P2

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

- diametro nominale della linea:  $DN = 50 \text{ mm}$
- fluido: acqua, con densità  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- pressione a monte della valvola:  $P_1 = 4.5 \text{ atm}$
- pressione a valle del circuito in cui la valvola è inserita:  $P_3 = 1.6 \text{ atm}$
- pressione a valle della valvola  $P_2$  calcolabile da  $\Delta P = (P_1 - P_2) = 45\%(P_1 - P_3)$
- portata nominale:  $\dot{V} = 5 \text{ L/s}$
- tensione di vapore:  $P_v = 0.00394 \text{ atm}$
- 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

$$P_1 = 4.5 \text{ atm} \times 14.696 \frac{\text{psi}}{\text{atm}} = 66.13 \text{ psi}$$

$$P_3 = 1.6 \text{ atm} \times 14.696 \frac{\text{psi}}{\text{atm}} = 23.51 \text{ psi}$$

$$P_v = 0.00394 \text{ atm} \times 14.696 \frac{\text{psi}}{\text{atm}} = 0.058 \text{ psi}$$

$$\dot{V} = 5 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 1.32 \frac{\text{gal}}{\text{s}}$$

$$\dot{V} = \dots 1.32 \frac{\text{gal}}{\text{s}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 79.26 \text{ gpm}$$

$$C_v = \frac{\dot{V}}{\sqrt{\Delta P / G_f}} = \frac{79.26 \text{ gpm}}{\sqrt{19.18 / 1}} = 18.1 \frac{\text{gpm}}{\sqrt{\text{psi}}}$$

$$G_f = 1.$$

$$\Delta P_{15} = 45\% \Delta P_0 = 19.18 \text{ psi}$$

E' disponibile una tabella del costruttore Burket 2013 con una valvola del tipo VA1 con caratteristica intrinseca **equipercentuale**, una valvola VA2 con caratteristica intrinseca **lineare** ed una VA3 con caratteristica intrinseca **quadratica**, tutte con *rangeability*  $r = 30$ .

DN (mm)	$K_{vN}$ ( $m^3(H_2O) / h \text{ bar}^{1/2}$ )
10	2.7
15	4.0
20	7.1
25	12.0
32	18.0
40	34.0
50	48.0
65	64.0

$C_{vN} = 1.16 K_{vN}$

2. Dimensionare la valvola per il problema in esame, scegliendo quella con il DN e la caratteristica intrinseca più opportuni.

$$r = 30$$

VA1 = EQUAL PERCENTAGE

VA2 = LINEAR

VA3 = PARABOLIC

$$C_{vN}(40mm) = 34 \times 1.16 = 39.44 \frac{gpm}{\sqrt{psi}}$$

$$\phi_{VA1}(h) = r^{h-1}$$

$$\phi_{VA2}(h) = h + \frac{1-h}{r}$$

$$\phi_{VA3}(h) = h^2 + \frac{1-h^2}{r}$$

$$C_w^*(h=0.7) = C_{vN} \cdot \phi(0.7)$$

$$C_{wVA1}^* = 39.44 \cdot 30^{0.7-1} = 14.22 \frac{gpm}{\sqrt{psi}} \quad \text{Too Small}$$

$$C_{wVA2}^* = 39.44 \cdot \left(0.7 + \frac{1-0.7}{30}\right) = 28.0 \frac{gpm}{\sqrt{psi}}$$

$C_{wVA1}^* < C_w$      $C_{wVA2}^* > C_w$

$$C_{wVA3}^* = 39.44 \left(0.7^2 + \frac{1-0.7^2}{30}\right) = 19.99 \frac{gpm}{\sqrt{psi}}$$

WE DON'T KNOW THE AUTHORITY AT THIS STAGE.....

$$C_{wVA3}^* > C_w$$

CHOOSE THE MOST NEUTRAL VALUE

Nel momento in cui questa valvola, con la caratteristica intrinseca scelta al punto precedente, è inserita nel circuito con  $\Delta P_0 = (P_1 - P_3) = 2.9 \text{ atm}$ , ti risultano però incognite sia la **caduta di pressione nominale**  $\Delta P_n$  sulla valvola stessa, sia l'**autorità**  $V$ .

Tuttavia, sai che attraverso questa valvola inserita nel circuito transita una portata  $\dot{V}_1 = 4.8 \text{ L/s}$  quando  $h_1 = 0.55$

3. Calcola il valore di  $\Delta P_n$
4. Calcola il valore di  $\dot{V}_n$
5. Quanto vale l'**autorità**  $V$ ?
6. Giudicare se tale valore dell'**autorità**  $V$  è congruente oppure no con la scelta precedente della caratteristica intrinseca

$$\dot{V}_1(h_1=0.55) = 4.8 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{V}(h) = \frac{\dot{V}_n}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi(h)^2}}} \\ \dot{V}_n = C_{vN} \sqrt{\Delta P_n / \rho g} \end{array} \right. \rightarrow \Delta P_n = ?$$

SUBSTITUTE

$$V = \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0}$$

$$\dot{V}(h) = \frac{C_{vN} \sqrt{\Delta P_n / \rho g}}{\sqrt{1 - \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0} + \frac{\Delta P_n / \Delta P_0}{\phi(h)^2}}$$

$$\dot{V}(h)^2 = \frac{C_{vN}^2 \Delta P_n / \rho g}{1 - \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0} + \frac{\Delta P_n}{\Delta P_0 \phi(h)^2}}$$

$$= \frac{C_{vN}^2 \Delta P_n / \rho g}{\frac{\Delta P_0 \phi(h)^2 - \Delta P_n \phi(h)^2 + \Delta P_n}{\Delta P_0 \phi(h)^2}}$$

$$\dot{V}(h) = \frac{\phi(h)^2 \Delta P_0 C_{wv}^2 \Delta P_m}{C_{gf} \phi(h)^2 \Delta P_0 - C_{gf} \Delta P_m \phi(h)^2 + C_{gf} \Delta P_m}$$

$$\dot{V}(h) C_{gf} (\phi(h)^2 (\Delta P_0 - \Delta P_m) + \Delta P_m) = \phi(h)^2 \Delta P_0 C_{wv}^2 \Delta P_m$$

$$\begin{aligned} \dot{V}(h) C_{gf} \phi(h)^2 \Delta P_0 + \dot{V}(h) C_{gf} \Delta P_m (1 - \phi(h)^2) &= \\ &= \phi(h)^2 C_{wv}^2 \Delta P_0 \Delta P_m \end{aligned}$$

$$\Delta P_m = \frac{\dot{V}(h) C_{gf} \phi(h)^2 \Delta P_0}{\phi(h)^2 C_{wv}^2 \Delta P_0 - \dot{V}(h) C_{gf} (1 - \phi(h)^2)}$$

$$@h=0,55 \quad \dot{V}(h) = 76,09 \text{ g/min} \quad C_{gf} = 1$$

$$\Delta P_0 = 42,61 \text{ psi}$$

$$\phi(h) = h^2 + \frac{1-h^2}{30} = 0,55^2 + \frac{1-0,55^2}{30} = 0,326$$

$$\Delta P_m = 14,02 \text{ psi}$$

$$\dot{V}_m = C_{vm} \sqrt{\Delta P_m / \rho g} = 147,68 \text{ gpm}$$

$$V = \frac{\Delta P_m}{\Delta P_0} = \frac{14,02 \text{ psi}}{42,61 \text{ psi}} = 0,33$$

IT IS OK WITH A QUADRATIC  
INTRINSIC CHARACTERISTIC

7. Qual è la **corsa relativa**  $h_2$  che consentirà il transito nella valvola di una portata  $\dot{V}_2 = 50$  gal/min
8. Effettuare la **verifica di cavitazione** secondo la normativa IEC

$$\dot{V}(h) = \frac{\dot{V}_N}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi^2(n)}}$$

$$50 = \frac{147,61}{\sqrt{1 - 0,33 + \frac{0,33}{\phi^2(n)}}$$

SOLVED FOR  $\phi(n)^2$   
→

$$\phi(h) = \sqrt{\frac{v_0^2 V}{v_m^2 - v(h)^2 (1-V)}} = 0,202$$

$$\phi(h) = h^2 + \frac{1-h^2}{z} \Rightarrow \text{Solve For } h$$

$$h = \sqrt{\frac{z\phi(h) - 1}{z - 1}} = 0,418$$

$$\Delta p_{\max} = F_L^2 (P_1 - F_F P_v) \quad F_L = 0,9$$

$$= 0,9^2 (66,13 - 0,356 \cdot 0,058) =$$

$$= 53,62 \text{ psi}$$

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 19,18 \text{ psi} \ll \Delta p_{\max}$$

THERE IS NO  
CAVITATION