

4.2. Problema del 02.03.05

Devi selezionare una **valvola a globo** per le seguenti condizioni:

fluido: olio di lino

denstà: $\rho_f = 58.0 \text{ lb/ft}^3$

portata nominale: $\dot{m} \geq 10 \text{ lb/s}$

diametro nominale della linea: $\text{DN} < 100 \text{ mm}$

pressione a monte della valvola: $P_1 > 1 \text{ atm}$

pressione P_2 a valle della valvola: atmosferica

tensione di vapore: $P_v = 0.1 \text{ psi}$

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

1. Calcolare il **coefficiente di efflusso** C_v per condizioni di funzionamento della valvola che rispettino i vincoli di cui sopra

È disponibile una valvola Combraco 57 in acciaio, montaggio flangiato, con caratteristica intrinseca sia equipercentuale sia lineare, *rangeability* $r = 20:1$, con i dati del costruttore di cui sotto:

DN mm	K_{vn} $\text{m}^3 (\text{H}_2\text{O}) / \text{h bar}^{1/2}$
8	3.0
15	9.2
20	12.1
40	17.0
60	29.3
80	34.6
100	52.8
120	70.3
150	88.4

La conversione tra il **coefficiente di portata** K_v ed il **coefficiente di efflusso** C_v è la seguente:

$$C_v = 1.16 K_v$$

2. **Dimensionare la valvola** per il problema in esame, scegliendo quella con il DN più opportuno,
3. Effettuare la **verifica di cavitazione** secondo la normativa IEC
4. Determinare la tensione di vapore P_v che manderebbe la valvola scelta **in cavitazione**
5. Cosa è la **caratteristica installata**?
6. Costruire un grafico che riporti per un'**autorità** $V=0.33$ la **caratteristica installata** della valvola scelta

The pink painted variables are DATA

The blu painted text is COMMENT

PROBLEM DATA

fluid: linseed oil

$$\rho_f := 58 \cdot \text{lb} \cdot \text{ft}^{-3} \quad \text{density} \quad \rho_f = 929.071 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$G_f := \frac{\rho_f}{1000 \cdot \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} \quad \text{specific density} \quad G_f = 0.929$$

NB: per semplicità, non potendo essere $P_1 = 1 \text{ atm}$, viene scelto un valore alto per la pressione a monte

$P_1 := 2.5 \cdot \text{atm}$ $P_1 = 36.74 \text{ psi}$ upstream absolute pressure

$P_2 := 1 \cdot \text{atm}$ $P_2 = 14.696 \text{ psi}$ downstream pressure

NB: per semplicità, viene scelto il valore minimo ammissibile per la portata massica:

$m_{\text{punto}} := 10 \text{ lb} \cdot \text{s}^{-1}$ $m_{\text{punto}} = 4.536 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ mass flow rate

$V_{\text{punto}} := \frac{m_{\text{punto}}}{\rho_f}$ $V_{\text{punto}} = 4.882 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ $V_{\text{punto}} = 77.385 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$ volume flow rate

$P_v := 0.1 \cdot \text{psi}$ $P_v = 6.805 \times 10^{-3} \text{ atm}$

$F_F := 0.956$

OTHER DATA

$F_L := 0.9$ ISA S.75.01 norm, Annex D: Globe Valve

$K_c := 0.8 F_L^2$ $K_c = 0.648$

$r := 20$ intrinsic characteristics: a) =% b) linear

NEW DEFINITIONS

$\text{bar} \equiv 10^5 \text{ Pa}$ global definition of a new unit (pressure) in MathCad

$\text{conversion_factor} := 1.16 \cdot \frac{\text{gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}}{\text{m}^3 \cdot \text{hr}^{-1} \cdot \text{bar}^{-0.5}}$

NB: per semplicità, limitiamo le scelte possibili ai soli valori di DN < 100 mm

$\text{DN} := \begin{pmatrix} 8 \\ 15 \\ 20 \\ 40 \\ 60 \\ 80 \end{pmatrix} \text{ mm}$ $K_{vn} := \begin{pmatrix} 3 \\ 9.2 \\ 12.1 \\ 17 \\ 29.3 \\ 34.6 \end{pmatrix} \frac{\text{m}^3}{\text{hr} \cdot \text{bar}^2}$ $C_{vn} := \text{conversion_factor} \cdot K_v$ $C_{vn} = \begin{pmatrix} 3.48 \\ 10.672 \\ 14.036 \\ 19.72 \\ 33.988 \\ 40.136 \end{pmatrix} \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$

DESIGN CALCULATIONS**1) C_V CALCULATION**

$$P_1 - P_2 = 22.044 \text{ psi}$$

$$C_V := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_V = 15.887 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \text{ Valve Flow Coefficient}$$

2) VALVE SIZING**VALVOLA CON CARATTERISTICA =%**

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

Per DN = 40 mm

$$\phi_{0.7} := \phi(0.7) \quad \phi_{0.7} = 0.407 \quad C_{vn_4} = 19.72 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn_4} \cdot \phi_{0.7} = 8.028 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

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

Per DN = 60 mm

$$\phi_{0.7} := \phi(0.7) \quad \phi_{0.7} = 0.407 \quad C_{vn_5} = 33.988 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn_5} \cdot \phi_{0.7} = 13.836 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

risulta: $C_V^* = \phi(0.7)C_{vn} < C_V$; NON VA BENE!**VALVOLA CON CARATTERISTICA LINEARE**

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

Per DN = 40 mm

$$\phi_{0.7} := \phi(0.7) \quad \phi_{0.7} = 0.715 \quad C_{vn_4} = 19.72 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn_4} \cdot \phi_{0.7} = 14.1 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

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

Per DN = 60 mm

$$\phi_{0.7} := \phi(0.7) \quad \phi_{0.7} = 0.715 \quad C_{vn_5} = 33.988 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad C_{vn_5} \cdot \phi_{0.7} = 24.301 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

risulta: $C_V^* = \phi(0.7)C_{vn} > C_V$; OK!!

3) CHECK FOR NO CAVITATION (IEC norm) $\rightarrow (\Delta P - \Delta P_{\max}) < 0$

$$\Delta P := P_1 - P_2 \quad \Delta P = 22.044 \text{ psi}$$

$$\Delta P_{\max} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_v) \quad \Delta P_{\max} = 29.682 \text{ psi}$$

$$\Delta P - \Delta P_{\max} = -7.638 \text{ psi}$$

4) VAPOR PRESSURE GIVING CAVITATION (IEC norm)

$$\Delta P_{\max} := \Delta P$$

$$P_{v_new} := \frac{1}{F_F} \left(P_1 - \frac{\Delta P}{F_L^2} \right) \quad P_{v_new} = 6.87 \times 10^4 \text{ Pa} \quad \rightarrow \quad P_{v_new} = 9.964 \text{ psi}$$

6) INSTALLED CHARACTERISTICS**AUTORITA' DELLA VALVOLA**

$$\Delta P_n := \Delta P \quad \rightarrow \quad \Delta P_n = 22.044 \text{ psi}$$

$$\underline{V} := 0.33$$

$$\Delta P_0 := \frac{\Delta P_n}{V} \quad \rightarrow \quad \Delta P_0 = 66.8 \text{ psi}$$

VALVOLA CON CARATTERISTICA INTRINSECA LINEARE, DN = 60 mm

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

$$C_{vn} := C_{vn_5} \quad \rightarrow \quad C_{vn} = 33.988 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

$$V_{\text{punto}_n} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_n}{G_f}} \quad \rightarrow \quad V_{\text{punto}_n} = 165.556 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{PORTATA NOMINALE}$$

PREPARAZIONE DEI DATI PER IL DIAGRAMMA DELLA CARATTERISTICA INSTALLATA**NOTE SULL'USO DI MathCad**

$$h := 0, 0.1 .. 1$$

This is Mathcad's range variable operator.

NB: Notice that when you type the semicolon character [;], it displays on the screen as two dots (·) surrounded by placeholders.

Notice that ,0.1 represents the increment of the range variable.

h =	$\phi(h) =$
0	0.05
0.1	0.145
0.2	0.24
0.3	0.335
0.4	0.43
0.5	0.525
0.6	0.62
0.7	0.715
0.8	0.81
0.9	0.905
1	1

These are the values chosen for the independent variable (**h**) and the values calculated for its function $\phi(h)$.

Range variables in Mathcad are always displayed in a table.

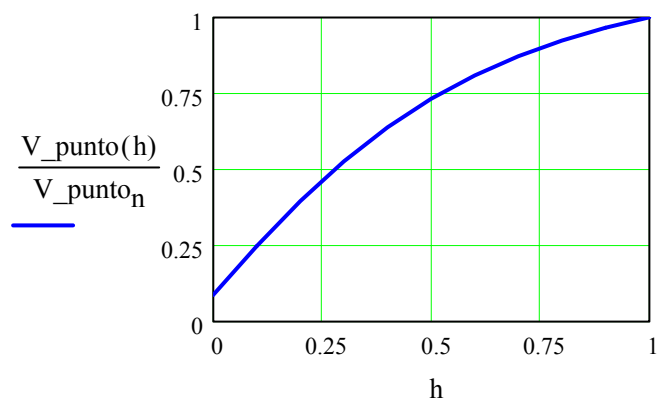
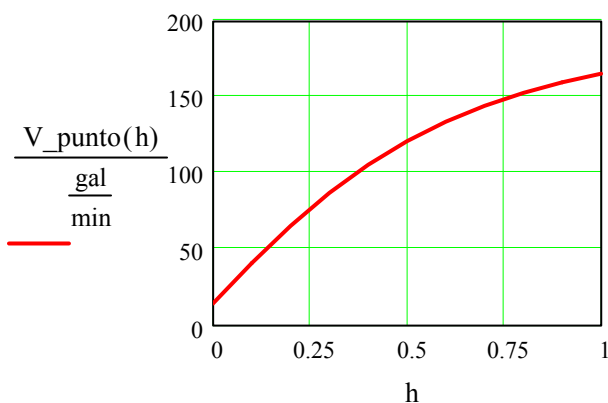
$$V_punto(h) := \frac{V_punto_n}{\sqrt{1 - V + \frac{V}{\phi(h)^2}}}$$

This instruction defines **V_punto(h)** as a new function of the independent variable **h**.

h =	V_punto(h) =	$\frac{\text{gal}}{\text{min}}$
0	14.373	
0.1	40.924	
0.2	65.446	
0.3	87.129	
0.4	105.668	
0.5	121.155	
0.6	133.911	
0.7	144.344	
0.8	152.863	
0.9	159.831	
1	165.556	

These are the values chosen for the independent variable (**h**) and the values calculated for its function **V_punto(h)**.

Range variables in Mathcad are always displayed in a table.



These are the diagrams (dimensional and non-dimensional) of **V_punto(h)**.

NB: Notice that they are obtained in Mathcad by simply typing the function and the independent variable on the axes, respectively.