



## SOLUZIONI DEL COMPITINO DI TECNOLOGIE DEI SISTEMI DI CONTROLLO

**Esercizio 1**

Per calcolare la relazione ingresso-uscita del circuito si considerano le correnti al nodo di ingresso del primo a.o. in configurazione invertente

$$\frac{V_{in} - V_{AL}}{R} = \frac{V_- - V_{in}}{R_1} + \frac{0 - V_{in}}{R_{TH}}$$

Ponendo  $V_- = V_+ = 0$  si ricava:

$$V_{in} = \frac{R_1 R_{TH}}{R R_1 + R R_{TH} + R_1 R_{TH}} \cdot V_{AL}$$

La  $V_{out}$  di uscita è dunque legata alla tensione di alimentazione dalla seguente relazione

$$V_{out} = \left(-\frac{R_{f2}}{R_2}\right) \left(-\frac{R_{f1}}{R_1}\right) \left(\frac{R_1 R_{TH}}{R R_1 + R R_{TH} + R_1 R_{TH}}\right) V_{AL}$$

Sostituendo i valori indicati, si ottiene

$$V_{out} = 10 \left(\frac{R_{TH}}{1,3 \cdot R_{TH} + 300}\right)$$

da cui si ricava  $R_{TH}$  in funzione di  $V_{out}$

$$R_{TH} = \frac{V_{out}}{10 - 1,3 \cdot V_{out}} 300.$$

Sostituendo gli estremi del range di  $V_{out}$  nell'espressione precedente e ricordandosi che si tratta di un termistore NTC

$$\begin{aligned} R_{TH} \Big|_{T=-20^\circ\text{C}} &\approx 74 \text{ k}\Omega \\ R_{TH} \Big|_{T=95^\circ\text{C}} &= 300 \text{ }\Omega \end{aligned}$$

Dalle caratteristiche allegate si deduce che si tratta del modello 472, per il quale  $R_{25} = 4700 \text{ }\Omega$  e  $B = 4300\text{K}$ . Perciò la resistenza a  $60^\circ\text{C}$  risulta

$$R(60^\circ\text{C}) = 4700 \exp\left(4300\left(\frac{1}{333,16} - \frac{1}{298,16}\right)\right) = 1033 \text{ }\Omega \approx 1 \text{ k}\Omega$$

da cui la tensione di uscita risulta  $V_{out} = 7,75 \text{ V}$ .

## Esercizio 2

Per la conservazione della portata

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

da cui si ricava  $v_2 = 2.77$  m/s. Si nota inoltre che  $v_3 = v_2$  dato che la sezione del secondo tubo è uguale a quella del primo.

Dall'equazione di Bernoulli si ha che la prevalenza di uscita dalla prima pompa,  $H_{1out}$ , risulta

$$H_{1out} = H + H_{1in} = H + \left[ \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} \right] = 20 + 11.908 = 31.908 \text{ m}$$

La prevalenza d'ingresso della seconda pompa risulta

$$H_{2in} = H_{1out} - H_{perdite} = H_{1out} - (\alpha L) \frac{v_2^2}{2g} = 31.908 - 2.3573 = 29.55 \text{ m}$$

La prevalenza d'uscita della seconda pompa è data da

$$H_{2out} = H_3 + H_{perdite} = \left[ \frac{v_3^2}{2g} + h_3 + \frac{p_3}{\rho g} \right] + H_{perdite} = 61.740 + 2.3573 = 64.097 \text{ m}$$

La prevalenza della pompa 2 risulta quindi

$$H_2 = H_{2out} - H_{2in} = 64.097 - 29.55 = 34.547 \text{ m}$$

Noto che la portata  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$  il modello 40-160 soddisfa le condizioni operative indicate.