



SOLUZIONI DEL COMPITINO DI TECNOLOGIE DEI SISTEMI DI CONTROLLO

Esercizio 1

La tensione V_m misurata quando il giunto freddo si trova alla temperatura T_f risulta:

$$\begin{aligned} V_m &= V_{X-Y}(T_c) - V_{X-Cu}(T_f) - V_{Cu-Sn}(T_f) - V_{Sn-Cu}(T_f) + V_{Y-X}(T_f) + V_{X-Cu}(T_f) \\ &= V_{X-Y}(T_c) - V_{X-Y}(T_f) = E_{X-Y}(T_c)|_{T_f=T_f} \\ &= E_{X-Y}(T_c)|_{T_f=0\text{ }^\circ\text{C}} - E_{X-Y}(\bar{T}_f)|_{T_f=0\text{ }^\circ\text{C}}. \end{aligned}$$

Dalle caratteristiche 1 allegate risulta che $T_f = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Consultando i data-sheet allegati si ricavano i seguenti valori in tensione (espressi in mV) per le termocoppie:

Temp ($^\circ\text{C}$)	Tensioni (mV)			
	Tipo J	Tipo E	Tipo K	Tipo T
-70 ($\sim -100\text{ }^\circ\text{F}$)	-3.344	-3.811	-2.587	-2.476
650 ($\sim 1200\text{ }^\circ\text{F}$)	36.071	49.116	27.025	-
20	1.019	1.192	0.798	0.790

Tutte le tensioni sono riferite a $T_f = 0\text{ }^\circ\text{C}$. Come si può già notare la termocoppia di tipo T non è in grado di coprire il range di temperatura richiesto perciò può essere immediatamente scartata. Utilizzando i dati della tabella precedente è possibile calcolare i valori delle tensioni misurate dalle termocoppie:

Temp. ($^\circ\text{C}$)	V_m (mV)		
	Tipo J	Tipo E	Tipo K
-75	-4.363	-5.003	-3.385
650	35.052	47.924	26.227

La tensione V_{out} di uscita è legata alla tensione V_m misurata dalla termocoppia dalla seguente relazione:

$$V_{out} = \left(\frac{R_b}{R_a + R_b} \right) \left(1 + \frac{R_f}{R} \right) V_m = \frac{11}{50} 10^3 \cdot V_m$$

da cui si ricava:

Tipo	V_{out} (V)	
	min	max
J	-0.96	7.71
E	-1.10	10.54
K	-0.75	5.77

Dalla precedente tabella si deduce che la termocoppia di tipo E non è adatta per il problema in esame perchè la V_{out} eccede il range fissato. Tra le termocoppie J e K viene scelta la termocoppia di tipo J perchè è quella a sensitività massima: $S_J = \frac{7.71 - (-0.96)}{650 - (-70)} \simeq 12 \cdot 10^{-3} \text{ V}/^\circ\text{C}$ rispetto a $S_K \simeq 9.1 \cdot 10^{-3} \text{ V}/^\circ\text{C}$.

Esercizio 2

Ricordando che $H = \frac{v^2}{2g} + h + \frac{p}{\rho g}$, si calcola la prevalenza nella vasca H_0 e quella all'uscita, H_1 :

$$H_0 = 0 + 0 + \frac{101325}{9800} = 10.3393 \text{ m},$$

$$H_1 = \frac{0.85^2}{2g} + 0 + \frac{101325 \cdot 1.15}{9800} = 12.8270 \text{ m}.$$

Tenute in conto le perdite H_L , la prevalenza H_p fornita dalla pompa deve essere

$$H_p = H_1 - H_0 + H_L$$

dove,

$$H_L = \alpha L \frac{v^2}{2g} = 0.37 \cdot 0.90 \cdot \frac{0.85^2}{19.6} = 0.0123 \text{ m}$$

per cui $H_p = 2.50 \text{ m}$. La portata viene calcolata tramite la formula $Q = v_1 A = 0.85 \cdot 1.1765 \cdot 10^{-4} = 10^{-4}$. Il punto $(Q, H) = (10^{-4}, 2.5)$ giace sulla curva $n = 300 \text{ rpm}$ che indica la velocità richiesta di rotazione della girante.

La potenza meccanica necessaria alla pompa è

$$P_{mecc} = w g H = \rho Q g H = 1000 \cdot 10^{-4} \cdot 9.8 \cdot 2.5 = 2.45 \text{ W},$$

che richiede in uscita dal motore una potenza meccanica $P_{mot} = \frac{P_{mecc}}{\eta} = \frac{2.45}{0.96} = 2.5521 \text{ W}$. Visto che è disponibile una tensione di alimentazione pari a 12 V si sceglie il motore CC serie 2657 – 012 CR che eroga una potenza di 41.2 W, compresa fra 10 e 15 volte quella richiesta per tenere conto delle perdite per dissipazione nel motore e per bilanciare ulteriori attriti non modellati.

La coppia massima richiesta è $C_{Max} = \frac{P_{mot}}{\omega} = 81.2 \text{ mNm}$ ($\omega = \frac{n \cdot 2\pi}{60}$), minore della metà della coppia di arresto M_H del motore, dunque la condizione di funzionamento $C_{Max} \leq \frac{M_H}{2}$ è rispettata.

La velocità di rotazione è molto minore della metà della velocità del motore a vuoto n_0 , quindi si inserisce un riduttore serie 26/1 con coefficiente 14 : 1 in modo che $\frac{n'_0}{2} \leq n \leq n'_0$, dove $n'_0 = \frac{n_0}{14} = 450 \text{ rpm}$. L'inserimento del riduttore aumenta anche la coppia che agisce sull'asse secondo la formula $M'_H = 14 \cdot M_H$; la condizione $C_{Max} \leq \frac{M'_H}{2}$ è a maggior ragione soddisfatta.