

SOLUZIONI ESAME DI TECNOLOGIE DEI SISTEMI DI CONTROLLO

Esercizio 1

Dimensionamento motore.

$$\begin{aligned}F &= m \cdot g + m \cdot a_{max} = 15 \text{ N} \\P_{max} &= F \cdot v_{max} = 6 \text{ W} \\ \omega &= \frac{v_{max}}{R} = 4 \text{ rad/sec} \\C_{max} &= \frac{P_{max}}{\omega} = 1.5 \text{ Nm} \\n &= \omega \cdot \frac{60}{2\pi} \approx 38 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Considerando il rinvio a cinghia come un accoppiamento di ingranaggi con rapporto 2:1 si calcolano coppia e numero di giri che il motore deve erogare per raggiungere i valori calcolati. Il motore dovrà girare ad un numero doppio di giri e erogare una coppia della metà.

$$\begin{aligned}C_{max}^{mot} &= \frac{C_{max}}{2} = 0.75 \text{ Nm} \\n^{mot} &= n \cdot 2 \approx 76 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Il rinvio introduce tuttavia una perdita per cui il motore dovrà erogare una potenza superiore in grado di compensare tale perdita

$$P^{mot} = \frac{P_{max}}{\eta} = 7,5 \text{ W}$$

Per essere conservativi si sceglie un motore di potenza almeno 10 volte superiore, cioè $P^{mot} \geq 75 \text{ W}$, quindi scegliamo la serie 3257 alla tensione 24 V dai datasheets allegati. Il motore ha una velocità a vuoto $n_0 = 5900 \text{ rpm}$ ed una coppia di arresto $M_h = 539 \text{ mN}\cdot\text{m}$. Si deve quindi inserire un riduttore della serie 32/3 con coefficiente di riduzione 43 : 1. Dunque $n'_0 \approx 137 \text{ rpm}$ e $M'_h \approx 23 \text{ N}\cdot\text{m}$ quindi $\frac{n'_0}{2} \leq 76 \leq n'_0$ e $0.75 \leq \frac{M'_h}{2}$.

Esercizio 2

Perchè il ponte risulti bilanciato a 25°C deve risultare che $R_{NTC} = R_S$, come risulta dalla relazione ingresso-uscita del ponte di Wheatstone:

$$V_O = \left(\frac{R_{NTC}}{R + R_{NTC}} - \frac{R_S}{R + R_S} \right) \cdot V_{AL}$$

Dalla relazione resistenza-temperatura dei termistori risulta quindi

$$R_{NTC}(298.15) = R_{25} \cdot e^{B \cdot \left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{298.15} \right)} = R_{25} = R_S = 1 \text{ k}\Omega$$

Per trovare il secondo parametro utilizziamo l'informazione sull'uscita del ponte a -20°C

$$22 \cdot 10^{-3} = \left(\frac{R_{NTC}}{5 \cdot 10^6 + R_{NTC}} - \frac{1000}{5 \cdot 10^6 + 1000} \right) \cdot 24$$

Risolvendo risulta $R_{NTC}(-20^\circ C) \approx 5.589 \text{ k}\Omega$.

Sostituendo questo valore nella relazione del termistore a $-20^\circ C$ è quindi possibile ricavarsi il parametro B

$$R_{NTC}(-20^\circ C) = R_{NTC}(253.15^\circ K) = 1000 \cdot e^{B \cdot \left(\frac{1}{253.15} - \frac{1}{298.15} \right)} = 5.589 \text{ k}\Omega$$

Da cui $B \approx 2884 \text{ K}$.

Esercizio 2.2

Per determinare l'errore si deve innanzi tutto tarare lo strumento e darne la relazione resistenza-temperatura.

$$R_{NTC}(-20^\circ C) \approx 5.589 \text{ k}\Omega$$

$$R_{NTC}(60^\circ C) = R_{NTC}(333.15^\circ K) = 1000 \cdot e^{2884 \cdot \left(\frac{1}{333.15} - \frac{1}{298.15} \right)} \approx 362 \text{ }\Omega$$

Essendo lineare la relazione di tale strumento sarà una generica relazione lineare in cui si impone errore nullo alle temperature di taratura. In una interpretazione cartesiana può essere vista come la retta passante per $(-20; 5589)$ e per $(60; 362)$.

$$R - 5589 = \frac{362 - 5589}{60 + 20} \cdot (T + 20)$$

da cui

$$R = -65.33 \cdot T + 4282.25 \tag{1}$$

A $25^\circ C$ come già visto la resistenza vale $R_{25} = 1 \text{ k}\Omega$

Sostituendo nella relazione lineare (1) la resistenza corretta, ossia $1 \text{ k}\Omega$, allora la temperatura che noi andremmo a leggere è pari a $50^\circ C$ con un errore di ben $25^\circ C$