

Controlli Automatici per la Meccatronica

Prof. Paolo Rocco

Controllo del moto in tecnologia digitale

Si consideri il controllo del moto per il servomeccanismo caratterizzato dai seguenti dati (in unità SI):

Momento di inerzia del motore: $J_m = 1.5 \cdot 10^{-4}$

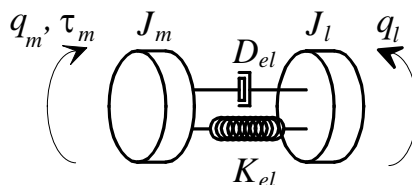
Rapporto di trasmissione: $n = 100$

Coefficiente di attrito viscoso: $D_m = 0.0034$;

Momento di inerzia del carico: $J_l = 2.7$;

Costante elastica della trasmissione: $K_{el} = 3.05$;

Smorzamento della trasmissione $D_{el} = 0.0022$;



Scelte come variabili di stato, ordinatamente, posizione e velocità del motore e posizione e velocità del carico, il modello in variabili di stato è caratterizzato dalle matrici:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\frac{K_{el}}{J_m} & -\frac{D_m + D_{el}}{J_m} & \frac{K_{el}}{J_m} & \frac{D_{el}}{J_m} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{K_{el}}{J_{lr}} & \frac{D_{el}}{J_{lr}} & -\frac{K_{el}}{J_{lr}} & -\frac{D_{el}}{J_{lr}} \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ J_m \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$
$$C = [1 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$$

in cui si è assunta come uscita la posizione lato motore e si è posto $J_{lr} = J_l/n^2$.

Si vuole progettare per questo sistema un regolatore PI di velocità lato motore ed un regolatore proporzionale di posizione lato motore, in tecnologia digitale.

Traccia di svolgimento

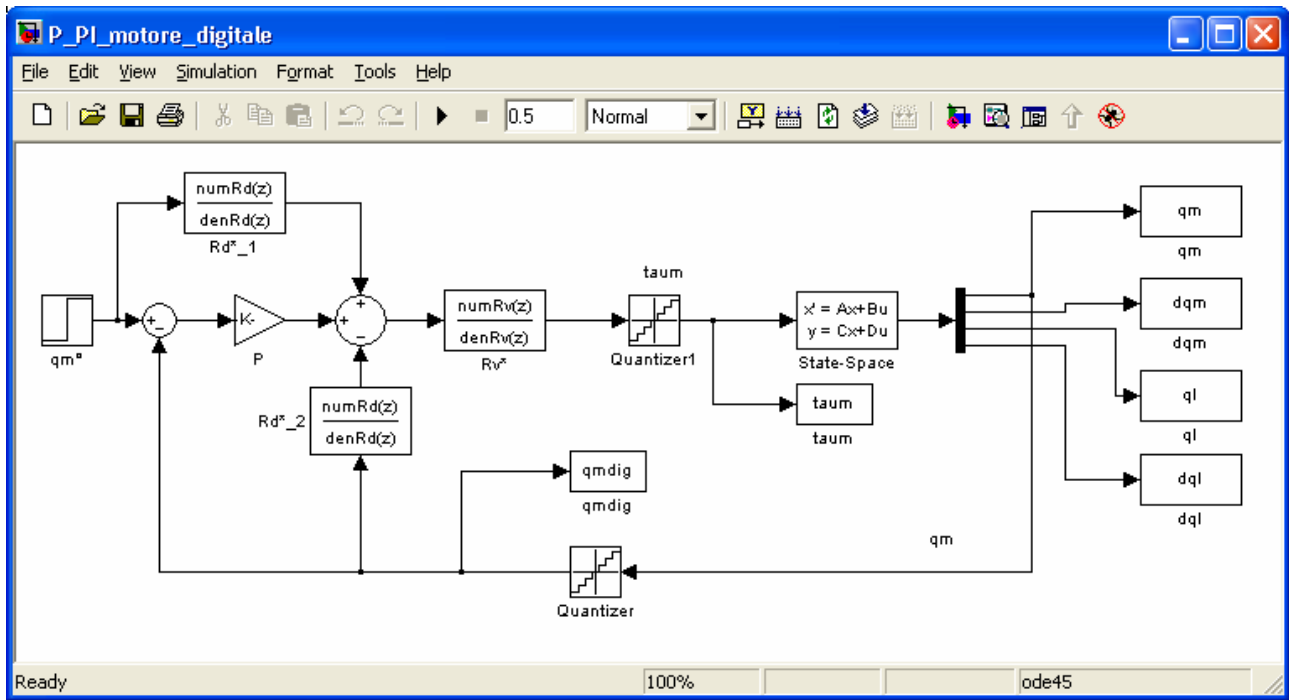
1. In una precedente esercitazione si era progettato un regolatore PI di velocità (con ingresso in coppia) caratterizzato dai seguenti parametri:

$$R_v(s) = K_{pv} \left(1 + \frac{1}{sT_{iv}} \right), \quad K_{pv} = 0.03, \quad T_{iv} = 0.094,$$

mentre il controllore proporzionale sull'errore di posizione è caratterizzato dal guadagno $K_{pp} = 27$. Questo controllore assicura una pulsazione critica ω_{cv} di circa 70 rad/s . L'azione derivativa, sia sul riferimento sia sulla misura di posizione, è invece realizzata in forma approssimata:

$$R_D(s) = \frac{s}{1 + \frac{s}{N}}, \quad \text{con } N = 1000.$$

2. Scelto un tempo di campionamento di 1 ms , si utilizzi la formula di Tustin per ottenere le funzioni di trasferimento R_v^* e R_D^* a tempo discreto. Si può utilizzare a questo scopo l'apposita funzione `c2d` di Matlab.
3. Si confrontino le risposte in frequenza del regolatore PI a tempo continuo e del regolatore discretizzato.
4. Si calcoli il decremento di margine di fase nell'anello di velocità dovuto alla realizzazione digitale del controllore. Si tenga conto sia del ritardo intrinseco di conversione sia del ritardo di elaborazione, se l'algoritmo di controllo corrisponde ad un sistema dinamico a tempo discreto non strettamente proprio.
5. Si consideri l'utilizzo di un resolver sulla misura di posizione lato motore e si supponga che il convertitore A/D operi con 16 bit per giro: si calcoli la quantizzazione risultante.
6. Si supponga che all'uscita del regolatore di velocità sia presente un convertitore D/A a 12 bit. Supponendo che il fondo scala corrisponda ad una corrente di 10 A e che la costante di coppia K_t del motore sia pari a 1.6 Nm/A , si calcoli la risoluzione equivalente sull'uscita in coppia del regolatore.
7. Si simuli il sistema di controllo digitale per mezzo dello schema Simulink riportato in figura:



8. Si supponga ora che, a causa di un malfunzionamento, l'effettivo passo di campionamento del regolatore digitale sia il doppio di quanto previsto (ovvero il sistema real time che realizza il controllore digitale perda un campione su due). Si valuti l'eventuale decremento di prestazioni dovuto a questo malfunzionamento.