

Laboratorio di Automatica
Relazione n. 1: speed PI control of the DC servomotor
11 Maggio 2022

1 Introduzione

Lo scopo di questa attività è quello di dimensionare un controllore PI per controllare il motore DC. In questa esperienza si utilizzerà un modello MATLAB approssimativo del motore.

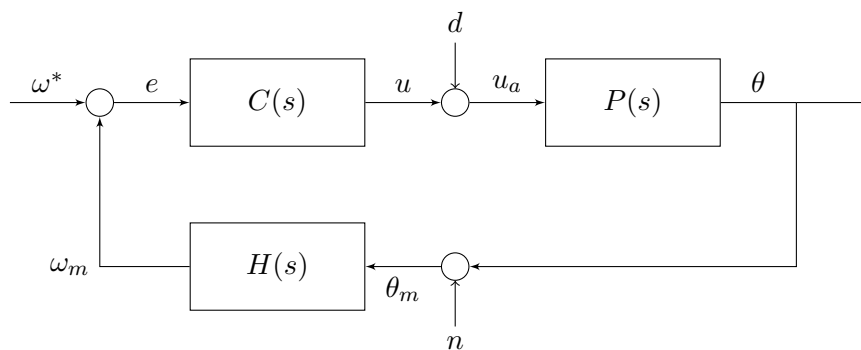


Figura 1: Schema del modello utilizzato

2 Riferimenti teorici

Il design del modello si divide in tre parti:

- modellizzazione del filtro;
- modellizzazione del motore;
- progettazione del controllore

Si sviluppa ora ciascuno di questi punti.

2.1 Modellizzazione del filtro

In uscita dal sistema si ha la posizione, quindi per ottenere la velocità con cui controllare il motore si deve usare un filtro derivatore. Il filtro ideale ha risposta in frequenza $H(s) = s$ che però non è fisicamente realizzabile perchè non è una funzione propria: si prosegue quindi sostituendolo con uno approssimato. Si testano ora due strategie di filtraggio diverse, una del primo ordine e l'altra del secondo.

2.1.1 Primo ordine

Il filtro del primo ordine può essere implementato in questo modo:

$$H_1(s) = \frac{s}{Ts + 1} \quad \text{con} \quad T = \frac{1}{2\pi 50} \quad (1)$$

2.1.2 Secondo ordine

Il filtro del secondo ordine può essere implementato in questo modo:

$$H_2(s) = \frac{\omega_c^2 s}{s^2 + 2\delta\omega_c s + \omega_c^2} \quad \text{con} \quad \omega_c = 2\pi 50, \delta = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

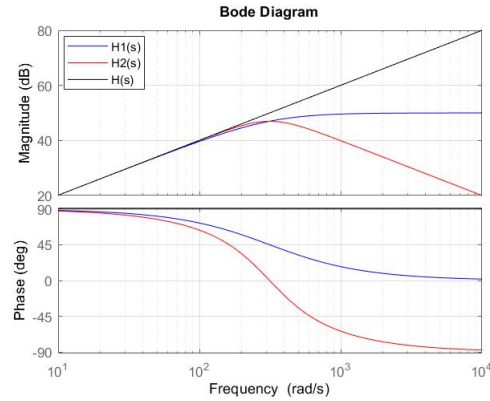


Figura 2: Diagramma di Bode dei filtri

Dal diagramma di Bode si nota immediatamente come a basse frequenze entrambi i filtri approssimino bene il filtro ideale, mentre intorno alla frequenza di taglio $H_2(s)$ risulta essere migliore, ma solo per un breve intervallo. Dopo poco infatti $H_1(s)$ risulta essere evidentemente migliore. Per quanto riguarda le fasi $H_1(s)$ si avvicina di più al modello ideale.

2.2 Modellizzazione del motore

Si modella il motore in corrente continua come segue:

$$P(s) = \frac{1}{s} \frac{k_m}{T_m s + 1} \quad \text{con} \quad k_m = 5.2, T_m = 0.03 \quad (3)$$

2.3 Progettazione del controllore

Si sviluppano due strategie di dimensionamento dei controllori:

- Controllore P;
- Controllore PI;

2.3.1 Controllore P

Si sfrutta il metodo del luogo delle radici per trovare il guadagno critico K_P^* oltre il quale il sistema diventa instabile. Per avere un margine di stabilità si sceglie $K_P = K_P^*/4$. Viene qui riportato il luogo delle radici.

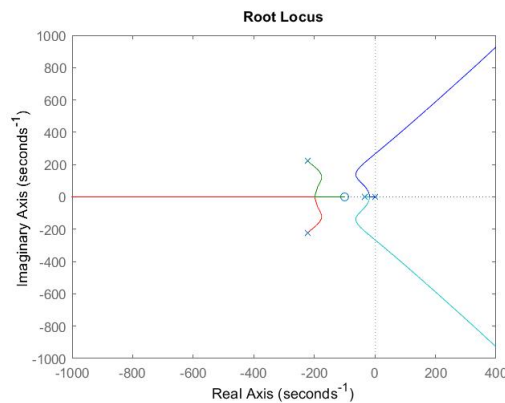


Figura 3: Root Locus del sistema in catena chiusa

Dal luogo delle radici troviamo che $K_P^* = 2.9767$.

2.3.2 Controllore PI

In questa strategia si sceglie un controllore PI il cui dimensionamento è dato:

$$C(s) = K_P \frac{s + 100}{s} \quad (4)$$

3 Conclusioni

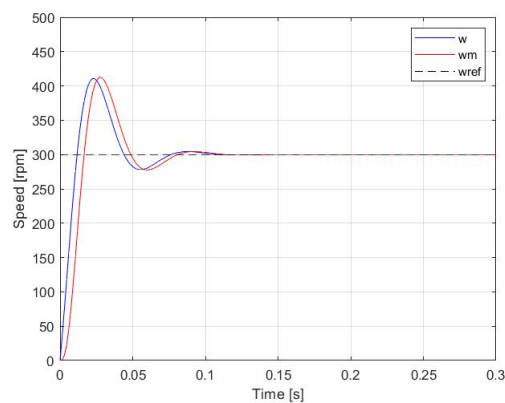


Figura 4: Risposta al gradino con controllore PI

Dal grafico sopra riportato si evince che l'aggiunta di un polo nell'origine rende il sistema in grado di inseguire a regime senza errori un riferimento a gradino. Pertanto il controllore PI si rivela, per queste particolari specifiche, una scelta più adeguata.