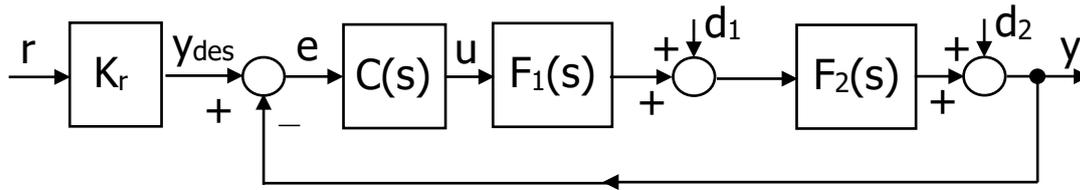


1) Sia dato il sistema di controllo riportato in figura:



ove  $F_1(s)$  è di tipo zero e  $F_2(s)$  è di tipo uno.

Dire quali delle seguenti affermazioni sono corrette (potrebbe essercene una o più di una):

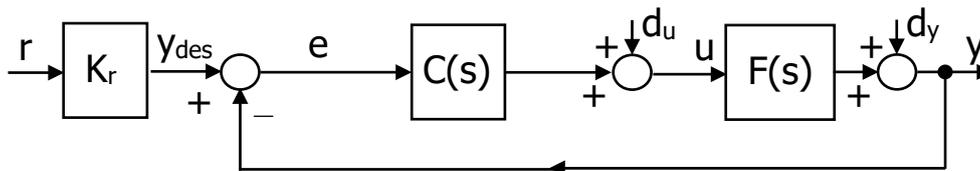
- Se  $d_1(t)$  e  $d_2(t)$  sono costanti, non è necessario inserire poli nell'origine in  $C(s)$  per garantire errori di inseguimento limitati in regime permanente ad un riferimento a rampa, anche in presenza di tali disturbi.
- In presenza di un disturbo  $d_2(t)$  polinomiale di primo grado (e  $d_1(t)$  nullo), è necessario inserire un polo nell'origine in  $C(s)$  per garantire errore di inseguimento limitato in regime permanente per qualunque riferimento polinomiale di grado minore di due.
- Se  $d_1(t)$  e  $d_2(t)$  sono costanti, l'errore di inseguimento in regime permanente ad un riferimento a gradino è nullo, anche in presenza di tali disturbi, senza la necessità di inserire poli nell'origine in  $C(s)$ .
- In presenza di  $d_1(t) = D_1$ , con  $D_1$  costante, e  $d_2(t)$  nullo, l'errore di inseguimento totale in regime permanente ad un riferimento a rampa non dipende dal valore di  $D_1$ , in assenza di poli nell'origine in  $C(s)$ .

2) Ad un sistema di controllo chiuso in retroazione sono assegnate le seguenti specifiche: (i) banda passante non superiore a 1 rad/s; (ii) picco di risonanza della risposta in frequenza non superiore a 2 dB; (iii) errore di inseguimento in regime permanente a  $y_{des}(t) = \sin(\omega_r t)$ , per  $\omega_r \leq 20$  rad/s, non superiore a 0.01.

Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta:

- Il problema di controllo può essere risolto puntando ad ottenere una funzione di trasferimento d'anello avente pulsazione di cross-over  $\omega_c \leq 0.5$  rad/s e margine di fase  $m_\phi \cong 50^\circ$ .
- Il problema di controllo può essere risolto puntando ad ottenere una funzione di trasferimento d'anello avente pulsazione di cross-over  $\omega_c > 20$  rad/s e margine di fase  $m_\phi \cong 50^\circ$ .
- Non è possibile soddisfare contemporaneamente le specifiche (i) e (iii).
- Il problema di controllo può essere risolto puntando ad ottenere una funzione di trasferimento d'anello avente pulsazione di cross-over  $\omega_c \geq 13$  rad/s e margine di fase  $m_\phi \cong 30^\circ$ .

- 3) È dato un sistema di controllo chiuso in retroazione negativa unitaria, al quale sono assegnate specifiche tali da richiedere che la funzione di trasferimento d'anello abbia pulsazione di cross-over  $\omega_{c,des}$  pari a circa 5 rad/s e margine di fase di almeno  $45^\circ$ . Sia  $G_{al}(s)$  la funzione d'anello iniziale, comprendente il solo impianto da controllare e la parte "statica" del controllore, avente guadagno pari al minimo in modulo necessario per il soddisfacimento delle specifiche statiche imposte. Sapendo che  $|G_{al}(j\omega_{c,des})| = 3$  e  $\arg(G_{al}(j\omega_{c,des})) = -175^\circ$ , dire quale delle seguenti scelte progettuali per la parte dinamica del controllore è tale da soddisfare i requisiti imposti alla funzione di trasferimento d'anello:
- Utilizzo di una rete attenuatrice con  $m_i = 3$  e  $\tau_i = 12$ .
  - Utilizzo di una rete anticipatrice con  $m_d = 3$  e  $\tau_d = 0.35$  e di una rete attenuatrice con  $m_i = 5.2$  e  $\tau_i = 10$ .
  - Utilizzo di una rete anticipatrice con  $m_d = 6$  e  $\tau_d = 2.45$  e di una rete attenuatrice con  $m_i = 7.35$  e  $\tau_i = 20$ .
  - Utilizzo di una rete anticipatrice con  $m_d = 6$  e  $\tau_d = 0.49$  e di una rete attenuatrice con  $m_i = 7.35$  e  $\tau_i = 20$ .
- 4) Sia dato il sistema di controllo riportato in figura, sul quale possono eventualmente agire i disturbi  $d_u(t)$  e  $d_y(t)$ .



Sapendo che il modulo della funzione di sensibilità è molto minore di 1 per pulsazioni inferiori ad una certa  $\omega_s$ , dire quale delle seguenti affermazioni è corretta:

- Il sistema è in grado di inseguire con buona precisione un segnale di riferimento sinusoidale  $r(t) = \sin(\omega_r t)$  con  $\omega_r < \omega_s$ , anche in presenza di  $d_y(t) = \sin(\omega_y t)$ , purché sia  $\omega_y \ll \omega_s$ .
- Il comando è molto sensibile al disturbo  $d_u(t) = \sin(\omega_u t)$  se  $\omega_u < \omega_s$ .
- Il sistema è in grado di inseguire con buona precisione un segnale di riferimento sinusoidale  $r(t) = \sin(\omega_r t)$  con  $\omega_r > \omega_s$ , purché i disturbi  $d_u(t)$  e  $d_y(t)$  siano nulli.
- L'uscita è molto sensibile al disturbo  $d_y(t) = \sin(\omega_y t)$  se  $\omega_y \ll \omega_s$ .

5) Facendo riferimento al progetto di una rete integro-derivativa della forma

$$R_{id}(s) = \frac{1 + \frac{\tau_i}{m_i} s}{1 + \tau_i s} \cdot \frac{1 + \tau_d s}{1 + \frac{\tau_d}{m_d} s}$$

dire quali delle seguenti affermazioni sono vere (potrebbe essercene una o più di una):

- a) Per ridurre la sensibilità del sistema controllato ad eventuali variazioni parametriche è opportuno scegliere il valore di  $\tau_i$  quanto più grande possibile.
- b) È opportuno scegliere il valore di  $\tau_i$  il più piccolo possibile per non far peggiorare eccessivamente il tempo di assestamento del sistema controllato.
- c) L'attività sul comando a fronte di un segnale di riferimento a gradino è proporzionale a  $m_d/m_i$ .
- d) È consigliabile progettare prima la parte integrativa della rete e poi quella derivativa quando è necessario introdurre una piccola attenuazione del modulo.

**Risposte esatte**

Esercizio 1: risposta a)

Esercizio 2: risposta c)

Esercizio 3: risposta d)

Esercizio 4: risposta a)

Esercizio 5: sono vere le risposte b) e c)