

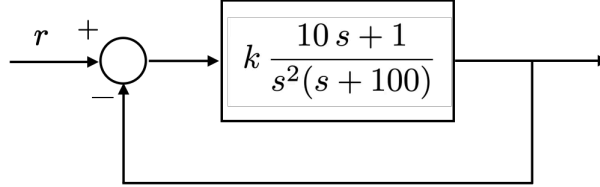
SISTEMI DI CONTROLLO

prova intermedia 2024/25

La soluzione dei problemi 2 e 3 richiede (1) la spiegazione delle varie scelte (2) l'espressione finale del controllore (3) lo schema a blocchi del sistema di controllo finale con gli stessi simboli indicati nel testo.

Problema 1

Si consideri il sistema di controllo in figura.



- Utilizzando il criterio di Nyquist insieme al criterio di Routh, si studi la stabilità del sistema di controllo al variare di k . Al termine, si confermi il risultato mediante il luogo delle radici.
- Scelto un valore di k per il quale il sistema di controllo risulti asintoticamente stabile, calcolare l'errore a regime permanente nei casi $r(t) = r_1(t) = 2t$, $r(t) = r_2(t) = 2t^2$ e $r(t) = r_3(t) = 2t^3$.

Problema 2

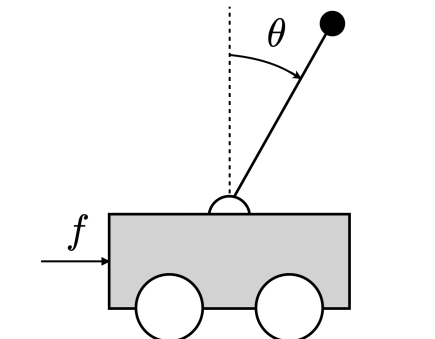
Si consideri il processo avente la seguente rappresentazione nello spazio di stato

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -x_1 + u \\ y &= x_1 + x_2 + d\end{aligned}$$

dove u è l'ingresso, y è l'uscita e d è un disturbo costante di ampiezza incognita. Progettare un controllore di dimensione minima che garantisca (1) errore a regime nullo per un riferimento a gradino (2) errore a regime non superiore a 0.1 per un riferimento a rampa unitaria (3) astatismo rispetto al disturbo.

Problema 3

Il sistema *cart-pendulum* consiste di un pendolo inverso montato su un carrello azionato da una forza motrice f . Si indichi con θ lo spostamento angolare del pendolo rispetto alla verticale.



Per piccoli valori di θ , la sua evoluzione è ben descritta dall'equazione

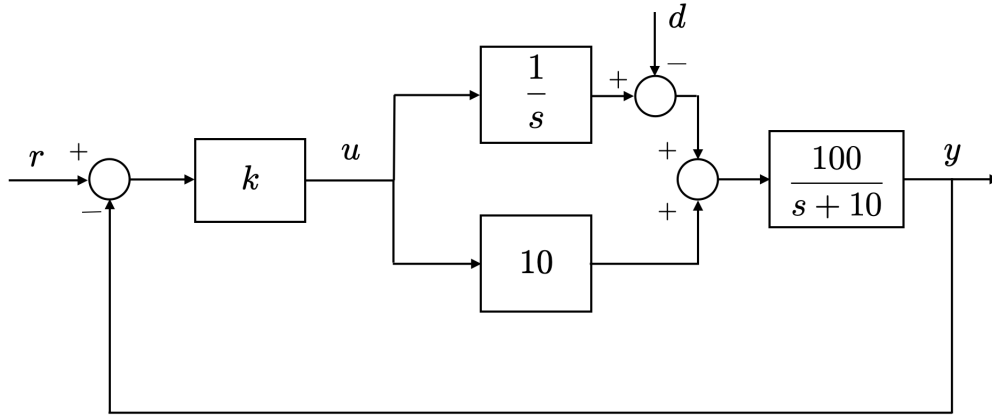
$$\ddot{\theta} = a\theta - bf$$

dove a e b sono costanti positive che dipendono dalle masse in gioco e dalla lunghezza del pendolo.

- Ricavare la funzione di trasferimento $P(s)$ tra f e θ .
- Nel caso $a = b = 1$, progettare un controllore di dimensione minima in grado di guidare il pendolo a un angolo desiderato $\theta^* \neq 0$. Di quali misure è necessario disporre per implementare il controllore?
- Come si può semplificare il progetto nel caso $\theta^* = 0$?

Problema 4

Si consideri il sistema di controllo in figura, in cui d è un disturbo.



Le affermazioni seguenti sono *vere* o *false*? Rispondere e fornire una breve spiegazione.

- Posto $k = 1$, $r = 0$ e $d = \bar{d}$, la risposta a regime permanente è nulla, qualunque sia il valore della costante \bar{d} .
- Posto $k = -1$, $r = \bar{r}$ e $d = 0$, l'errore a regime permanente è nullo, qualunque sia il valore della costante \bar{r} .
- Posto $k = 1$, $r = \sin t$ e $d = 0$, l'errore a regime permanente non supera 0.02.
- Posto $r = t$ e $d = 1$, si può ridurre a piacere l'errore a regime permanente aumentando k .

[2 h 30 min]