

Esercizio 1

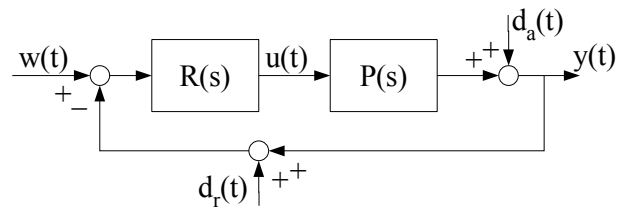
Dato il sistema dinamico LTI a tempo continuo

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \begin{bmatrix} 9 & 16 \\ -6 & -11 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} u \\ y &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} x + 2u\end{aligned}$$

1. dire, motivando la risposta, se è strettamente proprio o no;
2. dire, motivando la risposta, se è asintoticamente stabile, semplicemente stabile o instabile;
3. calcolarne la funzione di trasferimento $G(s)$.

Esercizio 2

Dato il sistema di controllo



dove $P(s) = \frac{5e^{-0.1s}}{1+0.5s}$, $w(t) = sca(t)$
 $d_a(t) = D_a \sin(\omega_a t)$, $|D_a| < 10$, $\omega_a < 0.07 \text{ r/s}$,
e $d_r(t) = D_r \sin(\omega_r t)$, $|D_r| < 2$, $\omega_r > 30 \text{ r/s}$,

determinare il regolatore $R(s)$ in modo che il sistema in anello chiuso sia asintoticamente stabile e che

1. l'errore a transitorio esaurito prodotto da $w(t)$ sia nullo,
2. la pulsazione critica ω_c sia compresa tra 0.4 e 4 r/s,
3. il margine di fase ϕ_m sia di almeno 45° ,
4. le ampiezze a regime degli effetti su $y(t)$ dei disturbi $d_a(t)$ e $d_r(t)$ siano rispettivamente minori di 1 e 0.02.

Esercizio 3

Calcolare i primi 4 campioni della risposta del sistema dinamico LTI a tempo discreto con ingresso u e uscita y descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(z) = \frac{z + 0.2}{(z - 0.5)^2}$$

all'impulso discreto unitario, sapendo che

$$y(-1) = 1, \quad y(k) = 0 \quad \forall k < -1$$

Esercizio 4

Dato il regolatore LTI a tempo continuo descritto dalla funzione di trasferimento

$$R(s) = 5 \frac{1 + 10s}{s(1 + 50s)}$$

1. scrivere la funzione di trasferimento $R^*(z)$ del regolatore ottenuto discretizzando $R(s)$ con il metodo di Eulero esplicito e con un tempo di campionamento T_s pari a 1s;
2. scrivere la corrispondente legge di controllo a tempo discreto.

Domande

1. L'ordine di un sistema dinamico a dimensione finita è pari al numero
 - ☐ delle sue variabili di stato.
 - ☐ delle sue uscite.
 - ☐ dei suoi punti di equilibrio.
2. La risposta in frequenza di un sistema dinamico LTI a tempo continuo è l'immagine tramite la sua funzione di trasferimento
 - ☐ dell'asse reale.
 - ☐ della circonferenza unitaria.
 - ☐ del semiasse immaginario positivo.
3. Perché in un sistema di controllo si possa presentare il fenomeno del “windup” è necessario
 - ☐ che il regolatore contenga un'azione integrale.
 - ☐ che la variabile di controllo abbia dei limiti di saturazione.
 - ☐ che il regolatore non sia a fase minima.
4. In un sistema di controllo digitale, l'effetto di campionamento e tenuta è
 - ☐ approssimabile come quello di un ritardo inserito nell'anello.
 - ☐ di aumentare il grado di stabilità.
 - ☐ di aumentare la velocità di risposta.
5. Enunciare, sinteticamente ma con precisione, il criterio di Nyquist
6. Spiegare in breve qual è il ruolo dell'azione derivativa nei regolatori PID.

7. Scrivere le istruzioni Matlab (o Scilab) che servono a mostrare a video i diagrammi di Bode della funzione di trasferimento d'anello del sistema di controllo in cui il processo è descritto dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{1}{(1+8s)(1+0.2s)}$$

mentre il regolatore è un PI con $K = 10$ e $T_i = 5$.

8. Con riferimento all'esperimento di controllo di temperatura svolto in laboratorio, illustrare quale uso si è fatto delle risposte a scalino registrate.