

**Esercizio 1**

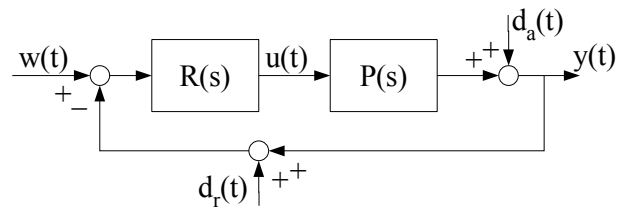
Dato il sistema dinamico LTI a tempo continuo

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ a & -1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y &= \begin{bmatrix} 2 & -1 \end{bmatrix} x\end{aligned}$$

1. discuterne la stabilità al variare del parametro reale  $a$ ;
2. calcolarne la funzione di trasferimento  $G(s)$ .

**Esercizio 2**

Dato il sistema di controllo



dove  $P(s) = \frac{1-0.5s}{(1+10s)(1+s)^2}$ ,  $w(t) = 5\text{sca}(t)$ ,  $d_a(t) = -0.2\text{sca}(t)$

e  $d_r(t) = D_r \sin(\omega_r t)$ ,  $|D_r| < 10$ ,  $\omega_r > 5 \text{ r/s}$ ,

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  $w(t)$  e  $d_a(t)$  sia nullo,
2. la pulsazione critica  $\omega_c$  sia compresa tra 0.2 e 1r/s,
3. il margine di fase  $\phi_m$  sia di almeno  $55^\circ$ ,
4. l'ampiezza a regime dell'effetto su  $y(t)$  del disturbo  $d_r(t)$  sia minore di 0.1.

**Esercizio 3**

Dato il sistema dinamico LTI a tempo continuo descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{5}{(1+s)(1+5s)}$$

1. scrivere la funzione di trasferimento  $G^*(z)$  del sistema a tempo discreto che lo approssima, ottenuto usando il metodo di Eulero implicito e il tempo di campionamento  $T_s=0.5s$ ;
2. calcolare i primi 3 campioni della risposta di  $G^*(z)$  allo scalino discreto unitario, a partire da condizioni iniziali nulle.

**Esercizio 4**

Dato il sistema di controllo in retroazione dove il processo è descritto dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{1}{(1+5s)(1+s)}$$

e il regolatore da

$$R(s) = \frac{1+5s}{2s}$$

1. valutare, anche approssimativamente, la pulsazione critica e il margine di fase;
2. dovendo realizzare  $R(s)$  con tecnologia digitale, determinare il tempo di campionamento in modo che la riduzione di margine di fase, considerando nullo il tempo di calcolo, non superi i  $5^\circ$ .
3. scrivere la legge di controllo a tempo discreto che si ottiene usando il metodo di Tustin e il tempo di campionamento scelto.

**Domande**

1. In un sistema dinamico a tempo continuo strettamente proprio, la trasformazione d'uscita non contiene esplicitamente
  - ☐ l'ingresso.
  - ☐ il tempo.
  - ☐ le variabili di stato.
2. Il criterio di Routh serve a determinare la stabilità asintotica
  - ☐ di un sistema di controllo LTI in retroazione.
  - ☐ di un sistema dinamico LTI a tempo continuo con funzione di trasferimento razionale.
  - ☐ di un sistema tempo-variante a tempo continuo o discreto.
3. In un sistema di controllo LTI a tempo continuo in retroazione in cui il processo è asintoticamente stabile, l'introduzione nella funzione di trasferimento d'anello aperto, tramite il regolatore, di un polo nell'origine serve essenzialmente a
  - ☐ rendere nullo l'errore a transitorio esaurito a fronte di variazioni a scalino del segnale di riferimento.
  - ☐ garantire il rispetto delle ipotesi di Bode.
  - ☐ rendere il margine di fase indipendente dalla pulsazione critica.
4. Quando si progetta un regolatore LTI a tempo continuo che dovrà poi essere realizzato con tecnologia digitale, è bene far sì che
  - ☐ l'ordine del regolatore non superi quello del processo.
  - ☐ il regolatore sia asintoticamente stabile.
  - ☐ il margine di fase ottenuto a tempo continuo sia leggermente maggiore di quanto strettamente necessario.
5. Enunciare, sinteticamente ma con precisione, il criterio di Bode

