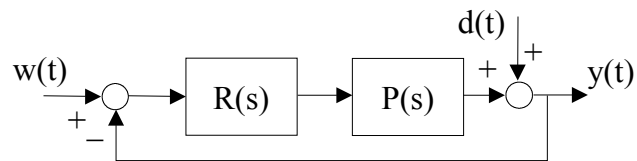


Esercizio 1

Dato il sistema di controllo



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

$$w(t) = sca(t), \quad d(t) = -2sca(t),$$

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

- a) l'errore a transitorio esaurito prodotto da $w(t)$ e $d(t)$ sia nullo,
- b) la pulsazione critica ω_c sia compresa tra 1 e 5 r/s,
- c) il margine di fase ϕ_m sia di almeno 60° ,

Risultato: **$R(s) =$**

Esercizio 2

Calcolare la risposta $y(t)$ del sistema dinamico LTI a tempo continuo descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{4}{s(1+2s)}$$

all'ingresso $u(t) = 2\text{sca}(t)$.

Risultato:

$y(t) =$

Esercizio 3

Dato il sistema dinamico LTI SISO a tempo discreto la cui descrizione in variabili di stato è data da

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad c = [3 \quad -1], \quad d = 0,$$

- a) dire, motivando la risposta, se è asintoticamente stabile, semplicemente stabile o instabile;
- b) calcolarne la funzione di trasferimento $G(z)$;
- c) calcolare i primi 3 valori della sua risposta $y(t)$ allo scalino discreto unitario, con stato iniziale $x(0)' = [1 \ 0]$.

Risultato:

a) Il sistema è

b) $G(z) =$

c) $y(0) =$

$y(1) =$

$y(2) =$

Esercizio 4

Dato il sistema di controllo in retroazione a tempo continuo in cui il processo è descritto dalla funzione di trasferimento

$$P(s) = \frac{-4}{(1+2s)(1+0.1s)}$$

mentre il regolatore è un PI con guadagno K pari a -0.5 e tempo integrale T_i pari a 2s,

- determinare approssimativamente la pulsazione critica ω_c ed il margine di fase ϕ_m ;
- scegliere il tempo di campionamento T_s per la realizzazione digitale di $R(s)$ in modo che il decremento di ϕ_m dovuto a campionamento e tenuta (trascurando cioè il ritardo di calcolo) non superi i 5° e che comunque la pulsazione di campionamento ω_s non sia inferiore a $50\omega_c$;
- scrivere la legge di controllo a tempo discreto ottenuta discretizzando $R(s)$ col tempo di campionamento determinato, impiegando il metodo di Eulero implicito.

Risultato:

a) $\omega_c =$

$\phi_m =$

b) $T_s =$

c) $u(k+1) =$

Domande

1. Il concetto di “dimensioni dello spazio di stato” ha senso, tra i sistemi dinamici a tempo continuo,
 - ☐ per tutti ma solo se le dimensioni sono finite.
 - ☐ per tutti (e ce ne sono a infinite dimensioni).
 - ☐ per i soli sistemi stabili.
2. Il criterio di Routh serve
 - ☐ a determinare le proprietà di stabilità dei sistemi dinamici LTI a tempo continuo.
 - ☐ a calcolare la trasformata di Laplace di segnali noti.
 - ☐ a sintetizzare il regolatore per sistemi a fase non minima.
3. Le espressioni “movimento libero” e “movimento forzato” si applicano
 - ☐ a sistemi qualsiasi purché senza ingressi.
 - ☐ ai soli sistemi asintoticamente stabili.
 - ☐ ai sistemi dinamici lineari.
4. Se in un sistema di controllo vi è un disturbo sinusoidale sulla linea d'andata, perché il regolatore possa contrastare tale disturbo è necessario che la sua pulsazione
 - ☐ non vari.
 - ☐ sia molto maggiore della pulsazione critica.
 - ☐ sia molto minore della pulsazione critica.
5. Perché si possa applicare il criterio di Bode occorre che la funzione di trasferimento d'anello aperto del sistema retroazionato in oggetto non presenti
 - ☐ zeri.
 - ☐ poli con parte reale positiva.
 - ☐ guadagno minore di zero.
6. In un sistema di controllo con regolatore lineare e attuatore con saturazione il fenomeno del windup può presentarsi
 - ☐ sempre, purché il regolatore sia dinamico.
 - ☐ solo se il regolatore è un PI o PID.
 - ☐ solo se il regolatore ha almeno un polo nell'origine.
7. In un regolatore PID, il ruolo dell'azione derivativa è principalmente quello di
 - ☐ garantire errore nullo a transitorio esaurito.
 - ☐ attenuare il rumore di misura.
 - ☐ aumentare il margine di fase.
8. Dovendo realizzare un regolatore LTI SISO con tecnologia digitale, il tempo di campionamento si sceglie (anche) in base a
 - ☐ alla frequenza di clock della macchina.
 - ☐ alla pulsazione critica dell'anello.
 - ☐ al guadagno del regolatore a tempo continuo.
9. Enunciare, sinteticamente ma con precisione e definendo correttamente tutti i simboli impiegati, il criterio di Routh.

10. Spiegare in breve cosa s'intende per “linearizzazione” di un sistema dinamico non lineare.
11. Scrivere le istruzioni Matlab (o Scilab) che servono a tracciare i diagrammi di Bode della risposta in frequenza del sistema dinamico LTI a tempo continuo la cui funzione di trasferimento ha guadagno pari a 5, nessuno zero e due poli complessi coniugati con pulsazione naturale 4 r/s e fattore di smorzamento 0.8.
12. Con riferimento all'esperimento svolto in laboratorio, descrivere in sintesi il problema di controllo che è stato affrontato, indicando quali entità fisiche ricoprono in tale problema il ruolo di set point, variabile controllata, segnale di controllo e disturbi.