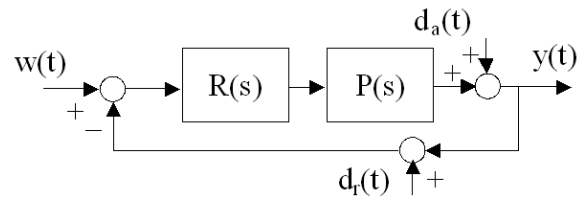


Esercizio 1

Dato il sistema di controllo



dove
$$P(s) = \frac{1-s}{(1+10s)(1+5s)},$$

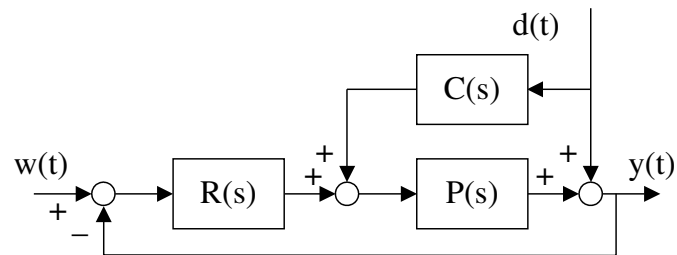
$$w(t) = sca(t), \quad d_a(t) = -2sca(t-4), \quad d_r(t) = A_r \sin(\omega_r t), \quad |A_r| < 2, \quad \omega_r > 5 \text{ r/s},$$

- 1) determinare un regolatore $R(s)$ di tipo PID in modo che il sistema in anello chiuso sia asintoticamente stabile e che
 - a) l'errore a transitorio esaurito prodotto da $w(t)$ e $d_a(t)$ sia nullo,
 - b) la pulsazione critica ω_c sia maggiore di 0.2 r/s,
 - c) il margine di fase ϕ_m sia di almeno 45° ;
- 2) determinare, in presenza del regolatore progettato, la massima ampiezza D dell'effetto prodotto asintoticamente su $y(t)$ dal disturbo $d_r(t)$.

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

Esercizio 2

Dato il sistema di controllo



dove $P(s) = \frac{1}{(1+4s)^2}$, $R(s) = \frac{1+4s}{40s}$,

determinare la funzione di trasferimento $C(s)$ in modo che l'effetto su y di un disturbo $d(t)$ del tipo $D\sin(\omega t)$, con $\omega < 2$, risulti asintoticamente nullo; nel caso ciò non fosse possibile in modo ideale, introdurre e giustificare le approssimazioni necessarie.

Risultato: $C(s) =$

Esercizio 3

Dato il sistema dinamico LTI la cui matrice dinamica è

$$A = \begin{bmatrix} \alpha + 1 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & 1 \\ 0 & 5 & -3 \end{bmatrix},$$

dire per quali valori del parametro α esso è asintoticamente stabile.

Risultato:

Il sistema è asintoticamente stabile per

Esercizio 4

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

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

mentre il regolatore $R(s)$ è di tipo I, con guadagno (generalizzato) pari a 1,

- 1) determinare approssimativamente la pulsazione critica ω_c ed il margine di fase ϕ_m ;
- 2) 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 (considerando cioè trascurabile il ritardo di calcolo) non superi i 4° ;
- 3) scrivere la funzione di trasferimento $R^*(z)$ del regolatore ottenuto discretizzando $R(s)$ con il metodo di Eulero implicito e con il valore di T_s determinato al punto precedente;
- 4) scrivere la corrispondente legge di controllo a tempo discreto.

Risultato:

$\omega_c =$

$\phi_m =$

$T_s =$

$R^*(z) =$

$u^*(k+1) =$

Domande

1. Un sistema dinamico LTI a tempo continuo è instabile se
 - ☐ ha più zeri che autovalori.
 - ☐ ha almeno un autovalore con parte reale positiva.
 - ☐ non ha poli che non siano autovalori.
2. La risposta di un sistema LTI asintoticamente stabile all'ingresso $sca(t) - sca(t-2)$ tende, per $t \rightarrow \infty$,
 - ☐ a $t-2$.
 - ☐ a 2.
 - ☐ a zero.
3. Il criterio di Bode serve a determinare se un sistema retroazionato è asintoticamente stabile, sotto opportune ipotesi, a partire dalla conoscenza
 - ☐ della risposta in frequenza della sua funzione di trasferimento d'anello.
 - ☐ del polinomio caratteristico del processo.
 - ☐ del guadagno del regolatore.
4. Detta $L(s)$ la funzione di trasferimento d'anello di un sistema di controllo in retroazione e ω_c la corrispondente pulsazione critica, l'espressione della fase critica è
 - ☐ $\arg^\circ(L(j\omega_c))$.
 - ☐ $\arg^\circ(L(j\omega_c)) + 180^\circ$.
 - ☐ $180^\circ - \arg^\circ(L(j\omega_c))$.
5. Quando si realizza con tecnologia digitale un regolatore LTI in retroazione progettato a tempo continuo, il tempo di campionamento
 - ☐ può essere scelto ad arbitrio purché il regolatore sia stabile.
 - ☐ va scelto in modo da garantire che si preservi la stabilità asintotica del sistema.
 - ☐ va scelto secondo il teorema di Shannon.
6. Enunciare, sinteticamente ma con precisione, il criterio di Routh.

7. Disegnare approssimativamente, ma indicando sugli assi i valori numerici principali, il risultato dei comandi Matlab

```
>> L = tf(1,[10 0]);  
>> T = L/(1+L);  
>> step(T);
```

8. Con riferimento all'esperimento eseguito in laboratorio, disegnare lo schema a blocchi del sistema di controllo implementato, commentandolo brevemente in modo da evidenziare le variabili d'interesse.