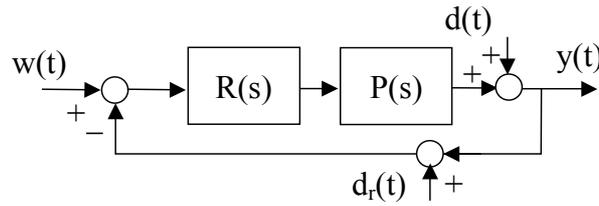


**Esercizio 1**

Dato il sistema di controllo



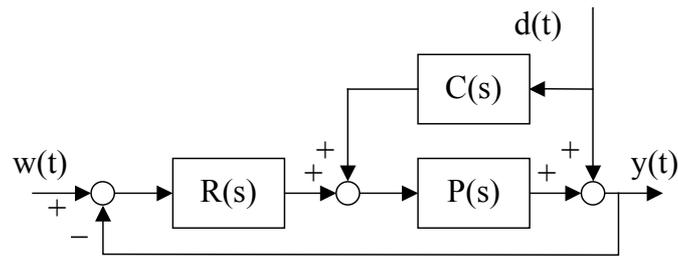
dove 
$$P(s) = 10 \frac{e^{-0.2s}}{(1 + 0.2s)(1 + 5s)},$$

- a) determinare un regolatore  $R(s)$  di tipo PI in modo che il sistema di controllo in anello chiuso sia asintoticamente stabile e che
  - la pulsazione critica  $\omega_c$  sia almeno pari a 0.8 r/s;
  - il margine di fase  $\phi_m$  sia di almeno  $60^\circ$ ;
- b) valutare (anche approssimativamente) l'ampiezza  $A$  della sinusoide prodotta asintoticamente su  $y(t)$ , in presenza del regolatore progettato, da un disturbo  $d(t)=\sin(0.1t)$ .
- c) valutare (anche approssimativamente) l'ampiezza  $B$  della sinusoide prodotta asintoticamente su  $y(t)$ , in presenza del regolatore progettato, da un disturbo  $d_r(t)=20\sin(5t)$ .

<b>Risultato:</b>		
<b>R(s) =</b>	<b>A =</b>	<b>B =</b>

**Esercizio 2**

Dato il sistema di controllo



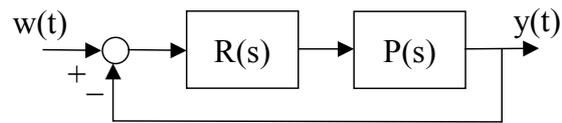
dove  $P(s) = \frac{2}{1 + 2s + s^2}$ ,  $R(s) = \frac{1+s}{s}$

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  $\omega < 5$ , risulti asintoticamente (quasi) nullo.

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

**Esercizio 3**

Dato il sistema di controllo



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

- determinare approssimativamente la pulsazione critica  $\omega_c$  ed il margine di fase  $\phi_m$ ;
- dovento realizzare  $R(s)$  con tecnologia digitale, determinare il tempo di campionamento  $T_s$  in modo che l'attenuazione introdotta da  $L(j\omega)$  alla pulsazione di Nyquist sia di almeno 40 dB;
- 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;
- scrivere la corrispondente legge di controllo a tempo discreto.

**Risultato:** $\omega_c =$  $\phi_m =$  $T_s =$  $R^*(z) =$  $u^*(k+1) =$

**Esercizio 4**

Dato il sistema dinamico LTI a tempo discreto

$$\begin{cases} x_1(k+1) = 0.5x_1(k) + 0.4x_2(k) \\ x_2(k+1) = 0.2x_1(k) - 0.5x_2(k) + 2u(k) \\ y(k) = x_1(k) + u(k) \end{cases}$$

- dire se è asintoticamente stabile o no;
- dire se è proprio o improprio;
- calcolare i primi 4 campioni della sua uscita  $y(k)$  quando l'ingresso  $u(k)$  è l'impulso discreto unitario applicato in  $k=0$  e le condizioni iniziali sono  $x_1(0)=0, x_2(0)=1$ .

**Risultato:**

Il sistema è

 $y(0) =$  $y(1) =$  $y(2) =$  $y(3) =$

## Domande

1. Un regolatore in retroazione non può attenuare un disturbo sinusoidale presente sulla linea di retroazione se la pulsazione di tale disturbo è
  - molto minore della pulsazione critica.
  - molto maggiore della pulsazione critica.
  - circa pari alla pulsazione critica.
  
2. Nel diagramma polare della risposta in frequenza di un sistema dinamico LTI, la pulsazione
  - si trova sull'asse delle ascisse.
  - non compare in nessun modo.
  - è il parametro che punteggia la curva.
  
3. Un sistema dinamico LTI a tempo continuo a fase minima certamente
  - non ha zeri nel semipiano destro.
  - è improprio.
  - contiene un ritardo in cascata.
  
4. Quando si realizza con tecnologia digitale un regolatore LTI in retroazione progettato a tempo continuo, nella scelta del tempo di campionamento è bene tenere conto, tra l'altro,
  - dell'ordine del regolatore.
  - della velocità di elaborazione della macchina.
  - del comportamento in alta frequenza del processo.
  
5. Nei regolatori di tipo PID, l'azione integrale serve
  - ad aumentare la pulsazione critica.
  - ad aumentare il margine di fase.
  - a garantire errore nullo a transitorio esaurito.
  
6. Scrivere le istruzioni Matlab necessarie per definire nel workspace la funzione di trasferimento con guadagno pari a 3, uno zero nel semipiano destro con pulsazione d'angolo pari a 2 e due poli coincidenti nel semipiano sinistro con pulsazione d'angolo pari a 0.5, e per tracciare i relativi diagrammi di Bode e polare.

7. Disegnare *approssimativamente*, ma indicando sugli assi i valori numerici principali, il risultato del comando Matlab

```
>> step(tf(2, [5 1]));
```

8. Con riferimento all'esperimento di laboratorio consistente nel controllo della temperatura della piastrina metallica agendo sul comando al transistor T1, mentre T2 agisce come un disturbo e la ventola non viene considerata, disegnare lo schema a blocchi del sistema di controllo, evidenziando le variabili d'interesse. Non si richiede di rappresentare l'effetto della temperatura dell'aria.