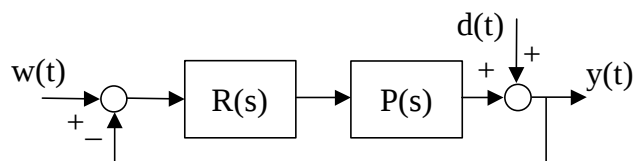


Esercizio 1

Dato il sistema di controllo



dove $P(s) = \frac{2e^{-0.1s}}{(1+20s)(1+0.05s)}$, $w(t) = sca(t)$, $d(t) = D\sin(\omega t)$, $|D| \leq 1$, $\omega \leq 0.02 \text{ r/s}$,

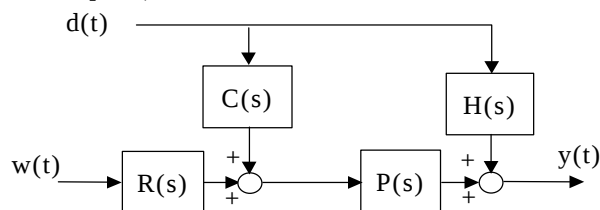
determinare il regolatore $R(s)$ in modo che il sistema in anello chiuso sia asintoticamente stabile e che

- l'errore a transitorio esaurito prodotto da $w(t)$ sia nullo;
- la pulsazione critica ω_c sia compresa tra 1 e 5 r/s;
- il margine di fase φ_m sia di almeno 45° ;
- il disturbo d produca asintoticamente sull'uscita y un effetto di ampiezza non superiore a 0.001.

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

Esercizio 2

Dato il sistema di controllo (in anello aperto)



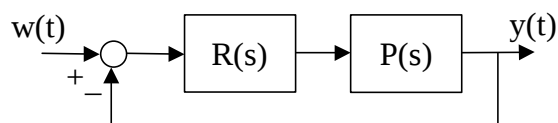
dove $P(s) = \frac{2}{(1+8s)^2}$, $H(s) = \frac{0.1}{1+20s}$,

determinare la funzione di trasferimento $C(s)$ in modo da compensare l'effetto su $y(t)$ di un disturbo $d(t)$ sinusoidale con pulsazione non maggiore di 1 r/s;

Risultato: $C(s) =$

Esercizio 3

Dato il sistema di controllo



dove $P(s) = \frac{e^{-0.1s}}{1 + 0.1s}$, $R(s) = \frac{0.1}{s}$

- determinare approssimativamente la pulsazione critica ω_c ed il margine di fase φ_m ;
- avendo realizzare il regolatore con tecnologia digitale, determinare il tempo di campionamento T_s in modo che, alla pulsazione di Nyquist, l'attenuazione introdotta della funzione di trasferimento $L(s)$ sia almeno pari (approssimativamente) a 20 dB;
- scrivere la funzione di trasferimento $R^*(z)$ del regolatore ottenuto discretizzando $R(s)$ con il metodo di Tustin e con il valore di T_s determinato al punto precedente.

Risultato: $\omega_c =$ $\varphi_m =$ $T_s =$ $R^*(z) =$

Esercizio 4

Dato il sistema dinamico LTI a tempo discreto

$$\begin{cases} x_1(k+1) = 2x_1(k) + 0.5x_2(k) \\ x_2(k+1) = 0.2x_2(k) + 0.6u(k) \\ y(k) = x_1(k) + 3x_2(k) + 0.5u(k) \end{cases}$$

- a) dire se è asintoticamente stabile, semplicemente stabile o instabile;
- b) calcolarne la funzione di trasferimento $G(z)$;
- c) calcolare i primi 4 campioni della sua risposta all'impulso discreto unitario con la condizione iniziale $x_1(0)=2$, $x_2(0)=1$.

Risultato:

Il sistema è

$G(z) =$

$y(0) =$

$y(1) =$

$y(2) =$

$y(3) =$

Domande

1. Detta $L(s)$ la funzione di trasferimento d'anello di un sistema di controllo con retroazione negativa, e supponendo che $L(s)$ non abbia poli nel semipiano destro aperto, il criterio di Bode dice che il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile se e solo se
 - ☐ il guadagno (generalizzato) di $L(s)$ ed il margine di fase sono positivi.
 - ☐ il margine di fase è positivo.
 - ☐ il guadagno (generalizzato) di $L(s)$ ed il margine di fase hanno lo stesso segno.
2. Detta $L(s)$ la funzione di trasferimento d'anello di un sistema di controllo in retroazione, se esiste una ed una sola pulsazione $\bar{\omega}$ tale che $|L(j\bar{\omega})|=1$, allora $\bar{\omega}$ si dice
 - ☐ pulsazione di Nyquist.
 - ☐ pulsazione critica.
 - ☐ pulsazione d'anello.
3. Il percorso di Nyquist relativo a due funzioni di trasferimento è lo stesso se tali due funzioni di trasferimento
 - ☐ hanno lo stesso numero di poli nel semipiano destro.
 - ☐ non hanno poli sull'asse immaginario.
 - ☐ hanno lo stesso grado relativo.
4. Un sistema dinamico LTI a tempo discreto è instabile se
 - ☐ almeno un suo autovalore ha parte reale positiva.
 - ☐ tutti i suoi autovalori hanno modulo maggiore di 1.
 - ☐ almeno un suo autovalore ha modulo maggiore di 1.
5. Quando si realizza con tecnologia digitale un regolatore LTI in retroazione progettato a tempo continuo, l'effetto di campionamento e tenuta può in prima approssimazione descriversi come
 - ☐ la comparsa nell'anello di un ritardo di tempo proporzionale al tempo di campionamento.
 - ☐ una diminuzione della pulsazione critica del sistema di controllo.
 - ☐ una diminuzione del guadagno statico del sistema in anello chiuso.
6. Quando si realizza con tecnologia digitale un regolatore LTI progettato a tempo continuo, la scelta del periodo di campionamento non dipende in nessun modo
 - ☐ dal comportamento della funzione d'anello a pulsazioni superiori alla pulsazione critica.
 - ☐ dal modulo della risposta in frequenza del regolatore a tempo continuo alla pulsazione critica.
 - ☐ dal margine di fase del sistema di controllo a tempo continuo.
7. Il guadagno della funzione di trasferimento a tempo discreto

$$G(z) = \frac{z+5}{z(z+1)}$$
 è
 - ☐ 0.
 - ☐ 1.
 - ☐ 3.
 - ☐ 5.
 - ☐ .