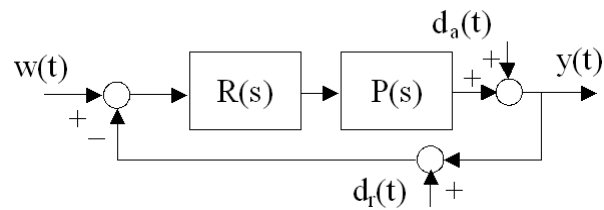


Esercizio 1

Dato il sistema di controllo



dove
$$P(s) = \frac{4}{(1+5s)^3},$$

$$w(t) = \text{sca}(t) + \text{sca}(t-2), \quad d_a(t) = \text{imp}(t) - 2\text{sca}(t) + 3\text{sca}(t-10),$$

$$d_r(t) = B \sin(\omega_r t), \quad |B| < 2, \omega_r > 5 \text{ rad/s},$$

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 $w(t)$ e $d_a(t)$ sia nullo,
- la pulsazione critica ω_c sia almeno pari a 0.08 rad/s,
- il margine di fase ϕ_m sia di almeno 40° ,
- l'ampiezza dell'effetto prodotto asintoticamente su $y(t)$ dal disturbo $d_r(t)$ sia minore di 0.02.

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

Esercizio 2

Dato il processo con due ingressi detti u (ingresso di controllo) e d (disturbo) e un'uscita y descritto dalle funzioni di trasferimento

$$P_{uy}(s) := \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{(1+10s)(1+s)}, \quad P_{dy}(s) := \frac{Y(s)}{D(s)} = \frac{0.2}{(1+5s)^2}$$

e dato che l'uscita y è controllata da un regolatore in retroazione agente su u , avente come ingresso l'errore $w-y$ (dove w è il set point) e descritto dalla funzione di trasferimento

$$R(s) = 0.1 \frac{(1+10s)(1+s)}{s(1+0.05s)}$$

- disegnare lo schema a blocchi del sistema comprendendovi un compensatore $C(s)$ del disturbo (assunto perfettamente misurabile) che agisce additivamente sull'uscita del regolatore in retroazione,
- determinare la funzione di trasferimento $C(s)$, introducendo e giustificando eventuali approssimazioni, in modo da rendere asintoticamente nullo l'effetto su y di disturbi $d(t)$ sinusoidali con frequenza non maggiore di 1 r/s.

Risultato:

$C(s) =$

Esercizio 3

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

$$G(z) = \frac{z-2}{z^2-0.1z-0.2}$$

- a) dire, motivando la risposta, se è asintoticamente stabile, semplicemente stabile o instabile,
- b) calcolare i primi 4 valori della sua risposta $y(k)$ all'impulso discreto unitario a partire da condizioni iniziali nulle.

Risultato:

a) Il sistema è

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

Esercizio 4

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

$$P(s) = 10 \frac{1+10s}{(1+s)}$$

mentre il regolatore è di tipo integrale con guadagno generalizzato pari a 0.5

- a) determinare approssimativamente la pulsazione critica ω_c ;
- b) scegliere il tempo di campionamento T_s per la realizzazione digitale di $R(s)$ in modo che la pulsazione di campionamento ω_s sia almeno pari a $20\omega_c$ e che l'attenuazione introdotta dalla risposta in frequenza d'anello alla pulsazione di Nyquist non sia minore di 40 dB;
- c) scrivere la corrispondente legge di controllo a tempo discreto ottenuta discretizzando $R(s)$ col metodo di Tustin.

Risultato:

a) $\omega_c =$

b) $T_s =$

c) $u(k+1) =$

Domande

1. Dato un sistema di controllo in retroazione LTI a tempo continuo con regolatore $R(s)$ e processo $P(s)$, l'espressione della funzione di sensitività del controllo è
 - ☐ $1/(R(s)P(s))$
 - ☐ $R(s)/(1+R(s)P(s))$
 - ☐ $R(s)P(s)/(1+R(s)P(s))$
2. Dato un sistema di controllo in retroazione LTI a tempo continuo con regolatore $R(s)$ e processo $P(s)$, la somma delle funzioni di sensitività e di sensitività complementare
 - ☐ vale 1.
 - ☐ vale 0.
 - ☐ vale 1 per $\omega < \omega_c$ e 0 altrove.
3. Il margine di fase di un sistema di controllo in retroazione LTI a tempo continuo asintoticamente stabile
 - ☐ ne indica il grado di stabilità
 - ☐ ne indica la velocità di risposta.
 - ☐ serve a valutarne la capacità di reiezione dei disturbi..
4. Dato un sistema di controllo in retroazione LTI a tempo continuo con regolatore $R(s)$ e processo $P(s)$, la quantità $180^\circ - |\arg(R(j\omega_c)P(j\omega_c))|$, dove ω_c è la pulsazione critica, è detta
 - ☐ fase critica.
 - ☐ fase di taglio.
 - ☐ margine di fase.
5. Se il sistema LTI SISO a tempo discreto descritto dalle matrici (A, b, c, d) è asintoticamente stabile, allora
 - ☐ A non ha autovalori nulli.
 - ☐ A ha soltanto autovalori con modulo non maggiore di 1.
 - ☐ A ha soltanto autovalori con modulo minore di 1.
6. Se una sistema a tempo continuo ha un autovalore nell'origine, ogni sistema a tempo discreto ottenuto dalla sua discretizzazione
 - ☐ ha un autovalore in 1.
 - ☐ è asintoticamente stabile.
 - ☐ ha un ritardo di un passo.
7. Nel realizzare la compensazione di un disturbo misurabile, la necessità o meno d'introdurre approssimazioni nel compensatore può dipendere
 - ☐ dal guadagno del processo.
 - ☐ dal guadagno d'anello.
 - ☐ dal grado relativo delle funzioni di trasferimento coinvolte.
8. L'effetto di campionamento e tenuta in un sistema di controllo in retroazione dove il regolatore è realizzato con tecnologia digitale
 - ☐ aumenta il margine di fase.
 - ☐ diminuisce il guadagno.
 - ☐ aumenta la frequenza di taglio.
9. Enunciare, sinteticamente ma con precisione e definendo correttamente tutte le entità menzionate, il criterio di Nyquist

10. Spiegare cosa s'intende per “controllo a due gradi di libertà”.
11. Scrivere le istruzioni Matlab (o Scilab) che calcolano la risposta a scalino del sistema dinamico LTI SISO a tempo continuo con guadagno unitario, nessuno zero e due poli reali negativi coincidenti con pulsazione d'angolo 0.2 rad/s , per t compreso tra 0 e 10 (estremi inclusi) a passo 0.05.
12. Con riferimento all'esperimento svolto in laboratorio, enunciare in sintesi il problema di controllo affrontato e indicare con quale schema di controllo lo si è trattato.