▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽

Fondamenti di Automatica

28 Agosto 2019

△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△△

COGNOME..

NOME...

MATRICOLA..

ANNO DI CORSO ☐ 2^o ☐ 3^o

FIRMA..

Controllare che il fascicolo sia costituito da 7 pagine compreso il frontespizio.

Inserire negli spazi che seguono ogni quesito i passaggi fondamentali nella derivazione del risultato.

La chiarezza, la precisione e l'ordine nelle risposte costituiscono elementi di valutazione.

Non consegnare fogli addizionali.

1. Si consideri il sistema

$$\mathcal{S}: \begin{cases} \overset{\circ}{\mathtt{x}}_1 &= 5\mathtt{x}_1 - 9\mathtt{x}_2 + 4\mathtt{u} \\ \overset{\circ}{\mathtt{x}}_2 &= 6\mathtt{x}_1 - 10\mathtt{x}_2 + 3\mathtt{u} \end{cases}$$
$$y = -2\mathtt{x}_1 + 3\mathtt{x}_2.$$

1.1 Si calcoli il sottospazio di osservabilita' del sistema.

$X_o =$

1.2 Si determini la scomposizione di Kalman per l'osservabilita'.

scomposizione di Kalman:

1.3 Si supponga ora che ad un individuo sia richiesto di determinare se $\mathcal{S}$ sia un sistema del 1^0 o del 2^0 ordine e che, al fine di rispondere alla domanda, egli possa unicamente fare esperimenti iniettando dei segnali all'ingresso del sistema e osservando le corrispondenti uscite. Si dica se, eseguiti opportuni esperimenti, egli sara' in grado di fornire una risposta certa alla domanda posta.

puo' fornire una risposta certa: ☐ SI ☐ NO

2. Un impianto S e' descritto dalla funzione di trasferimento:

$$S(s) = \frac{40}{(s+1)(s+200)}$$

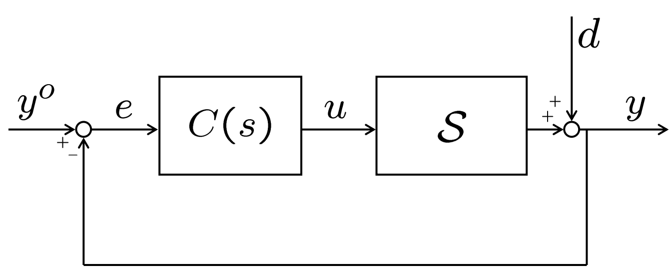

Figura 1: Sistema di controllo.

2.1 Si progetti un controllore $C(s)$ da inserire nello schema in figura in modo da soddisfare le seguenti specifiche:

(i) se $y^o(t)$ e $d(t)$ sono costanti, a regime $y(t) = y^o(t)$;

(ii) la costante di tempo dominante del sistema di controllo e' circa pari a 1;

(iii) in risposta a un riferimento costante, il sistema di controllo si porta al valore desiderato senza oscillazioni.

$C(s) =$

2.2 Si realizzi il controllore $C(s)$ nel dominio del tempo.

controllore nel dominio del tempo:

3. Si consideri il seguente sistema nonlineare

$$\begin{cases} \overset{\circ}{x}_1 & = & 2x_1x_2 + u - 1 \\ \overset{\circ}{x}_2 & = & -x_2^3 + u \end{cases}$$

3.1 Posto $u = 1$, si mostri che $\bar{x}_1 = 0$ e $\bar{x}_2 = 1$ e' uno stato di equilibrio del sistema.

3.2 Si scriva il sistema linearizzato attorno all'equilibrio $\bar{x}_1 = 0$ e $\bar{x}_2 = 1$.

sistema linearizzato:

3.3 Si mostri che $\bar{x}_1 = 0$ e $\bar{x}_2 = 1$ e' uno stato di equilibrio instabile.

Si vuole stabilizzare lo stato di equilibrio $\bar{x}_1 = 0$ e $\bar{x}_2 = 1$. A tal fine, viene misurato il segnale x_1 e la misura viene elaborata da un controllore che calcola il valore dell'ingresso u. In relazione a questo problema, si eseguano i punti che seguono.

3.4 Utilizzando il sistema linearizzato trovato al punto 2, si determini una legge di controllo proporzionale ($\Delta u = \mu \Delta x_1$) in modo tale che il sistema linearizzato divenga asintoticamente stabile.

$\mu =$

3.5 Si scriva la legge di controllo nelle variabili iniziali (cioe' non incrementali) u e x_1.

legge di controllo:

3.6 Si giustifichi la seguente affermazione: *con la legge di controllo scritta al punto precedente, per perturbazioni sufficientemente piccole attorno allo stato di equilibrio $\bar{x}_1 = 0$ e $\bar{x}_2 = 1$, lo stato del sistema tende a tornare nella condizione di equilibrio.*

4. 4.1 Si ricavi la formula

$$G(s) = c(sI - A)^{-1}b \tag{1}$$

che descrive la funzione di trasferimento del sistema

$$\mathcal{S} : \begin{cases} \overset{\circ}{\mathtt{x}} &= A\mathtt{x} + b\mathtt{u} \\ \mathtt{y} &= c\mathtt{x}. \end{cases} \tag{2}$$

4.2 Si supponga che $\mathcal{S}$ sia asintoticamente stabile. Lavorando nel dominio del tempo, si ricavi l'espressione dello stato di equilibrio e della corrispondente uscita di equilibrio del sistema (2) quando $\mathtt{u}(t) = sca(t)$. Si mostri quindi che l'uscita di equilibrio conincide con il guadagno della funzione di trasferimento (1).