▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽▽

Fondamenti di Automatica

13 Giugno 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 lineare

$$\mathcal{S}: \begin{cases} \overset{\circ}{\mathrm{x}} = \begin{bmatrix} -13 & 12 \\ -8 & 7 \end{bmatrix} \mathrm{x} + \begin{bmatrix} 4 \\ 3 \end{bmatrix} u \\ \\ \mathrm{y} = \begin{bmatrix} 2 & -2 \end{bmatrix} \mathrm{x}. \end{cases}$$

1.1 Si determini il sottospazio di osservabilità di $\mathcal{S}$.

sottospazio di oss.:

1.2 Si effettui la scomposizione di Kalman per l'osservabilità.

scomposizione di Kalman per l'oss.:

1.3 Si ponga $\mathtt{u}(t) = 0$ e condizione iniziale arbitraria. Si determini la costante di tempo con cui l'uscita $\mathtt{y}(t)$ del sistema tende a zero.

costante di tempo =

2. Il carrello in figura ha massa unitaria ($m = 1$) ed è sottoposto alle

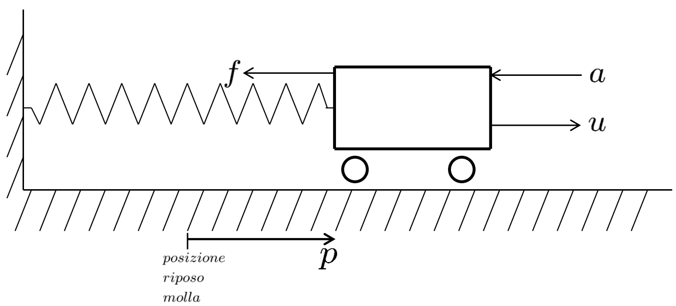

Figura 1: Carrello con molla.

seguenti forze:
- forza di attrito proporzionale alla velocità: $a = 2v = 2\frac{d\mathtt{p}}{d\mathtt{t}}$;
- forza esercitata da una molla nonlineare: $f = (p/10)^3$;
- forza esterna: u.

2.1 Si scrivano le equazioni di stato del sistema.

eq. di stato:

2.2 Si determini un valore costante della forza esterna $\mathtt{u}$ tale che il carrello sia in equlibrio fermo nella posizione $\bar{\mathtt{p}} = 5$.

$\mathtt{u} =$

2.3 Con ingresso fissato al valore trovato al punto precedente, il carrello viene posto fermo in una posizione prossima a $\bar{\mathtt{p}} = 5$, diciamo in $5 + \epsilon$ con ϵ piccolo. Si dica se il carrello torna asintoticamente nella posizione $\bar{\mathtt{p}}$.

torna in $\bar{\mathtt{p}}$: ☐ SI ☐ NO

3.

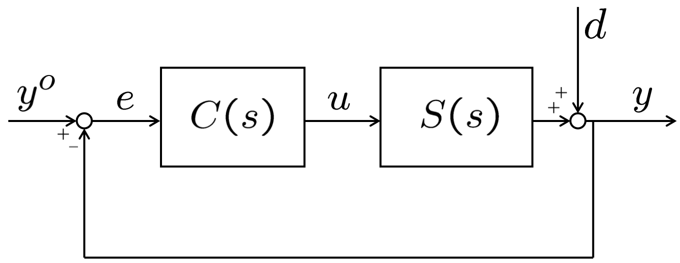

Figura 2: Sistema di controllo.

In figura è mostrato un sistema di controllo in cui l'impianto è descritto dalla funzione di trasferimento:

$$S(s) = \frac{5000}{(s+5)(s+100)}.$$

3.1 Si progetti $C(s)$ in modo tale da soddisfare le seguenti specifiche:
(i) $\omega_c \simeq 10$;
(ii) $\Phi_m \geq 70^o$;
(iii) se $\mathtt{y}^o(\mathtt{t})$ è costante e $\mathtt{d}(\mathtt{t}) = 0$, allora $\mathtt{y}(\mathtt{t}) \to \mathtt{y}^o(\mathtt{t})$;
(iv) un disturbo $\mathtt{d}(\mathtt{t})$ a pulsazione inferiore a 0.1 abbia un effetto a regime sull'uscita attenuato almeno di un fattore 80;

$$\boxed{C(s) = \qquad\qquad\qquad\qquad}$$

3.2 Si supponga ora che l'impianto contenga un ritardo τ che non era stato modellizzato in $S(s)$, così che la vera funzione di trasferimento dell'impianto sia $S(s)e^{-s\tau}$. Si determini, almeno approssimativamente, il massimo valore del ritardo τ prima che il sistema di controllo con il controllore progettato al punto precedente si destabilizzi.

τ max =

4. In relazione a un sistema lineare (A, b, c), si risponda alle domande che seguono.

4.1 Si dia una definizione di stato raggiungibile.

4.2 Si enunci il criterio per la determinazione del sottospazio di raggiungibilità X_r.

4.3 Si supponga che $x \in R^3$, che la matrice di stato A abbia 3 autovettori linearmente indipendenti e che il vettore di ingresso b sia combinazione lineare di due degli autovettori. Giustificando la risposta, si dica se il sistema è completamente raggiungibile.