

Fondamenti di Automatica

Prof. G. Ferrari Trecate

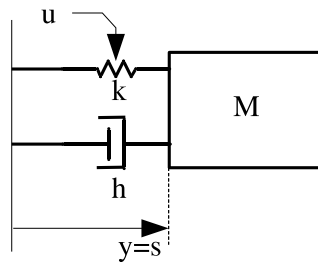
Prova scritta - 09 Settembre 2008

Cognome..... Nome.....
Matricola..... Firma.....

- Compilare a penna questo foglio all'inizio della prova.
- Durante la prova non è consentito uscire dall' aula per nessun motivo se non consegnando il compito o ritirandosi.
- Durante lo svolgimento della prova, non è consentito l'uso di materiale diverso dai comuni strumenti di calcolo, scrittura e disegno. In particolare non è consentito l'uso di calcolatrici **programmabili e/o con display grafico**.
- Le risposte vanno fornite **esclusivamente negli spazi predisposti**. Solo in caso di correzioni o se lo spazio non è risultato sufficiente, utilizzare la seconda facciata del fascicolo.
- Al termine della prova va consegnato **solo il presente fascicolo**. Ogni altro foglio eventualmente consegnato non sarà preso in considerazione.

Utilizzare questa pagina SOLO in caso di correzioni o se lo spazio a disposizione per qualche domanda non è risultato sufficiente

1. Si consideri il sistema meccanico in figura



ove $M = 1 \text{ Kg}$, lo smorzatore rappresenta una forza di attrito proporzionale, in modulo, alla velocità della massa con coefficiente di attrito $h = 1 \text{ Kg/s}$ e la molla che collega la massa al riferimento fisso esercita una forza elastica di modulo $k(t)s(t)$ ove $s(t)$ rappresenta la posizione della massa. La costante elastica è l'uscita del seguente sistema dinamico del primo ordine con ingresso $u(t)$

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= \alpha x(t)s(t) + s(t) + u(t) \\ k(t) &= -x(t)\end{aligned}$$

ove $\alpha \in \mathbb{R}$ è un parametro.

1.1 Si ricavino le equazioni del sistema dinamico che descrive il sistema meccanico.

1.2 Si ricavino gli stati di equilibrio quando $u(t) = \bar{u} = -1$ e si determinino le equazioni dei sistemi linearizzati nell'intorno di ogni punto di equilibrio.

1.3 Per $\alpha = -1$ si dica se i sistemi linearizzati ricavati al punto precedente sono asintoticamente stabili.

2. Si consideri il sistema lineare

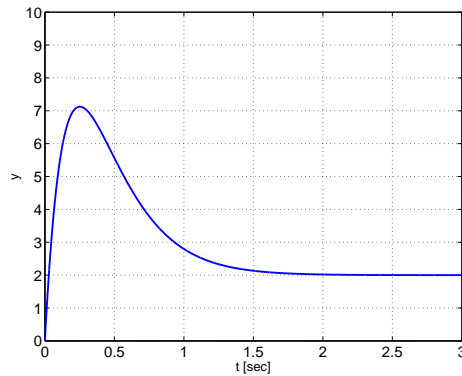
$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -\alpha_0 x_1 - \alpha_1 x_2 + u \\ y &= \beta_0 x_1 + \beta_1 x_2\end{aligned}$$

Si determini, **motivando la risposta** quale tra le seguenti scelte dei parametri

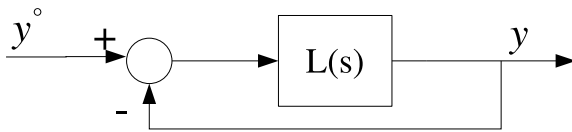
(A) $\beta_1 = \frac{4}{5}$, $\beta_0 = 4$, $\alpha_1 = \frac{9}{2}$, $\alpha_0 = 2$

(B) $\beta_1 = 80$, $\beta_0 = 40$, $\alpha_1 = 9$, $\alpha_0 = 20$

ha generato la risposta allo scalino unitario rappresentata nella figura seguente partendo dallo stato iniziale $x_1(0) = x_2(0) = 0$.



3. Si consideri il sistema di controllo



$$L(s) = \mu \frac{s+2}{s(s+10)^2}$$

Si utilizzi il criterio di Nyquist per determinare tutti i valori di $\mu \neq 0$ che rendono il sistema di controllo asintoticamente stabile.

4. Dire se le seguenti affermazioni sono vere o false. Punteggio: risposta esatta= 1, errore= -0.5, non risponde= 0.

V F

(a) La connessione in serie di due sistemi LTI in forma minima è un sistema LTI in forma minima.

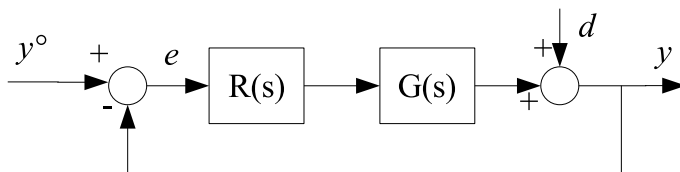
(b) La risposta all'impulso del sistema LTI SISO del primo ordine $\dot{x} = ax + bu$, $y = x$ con condizioni iniziali $x(0) = 0$ è $y(t) = be^{at}$.

(c) Se un movimento di stato di un sistema LTI è asintoticamente stabile allora il sistema è asintoticamente stabile.

(d) Si consideri il sistema di controllo dell'esercizio 3. Se $L(s)$ è instabile allora lo è anche la funzione di sensitività.

(e) Un regolatore PID ha una funzione di trasferimento propria.

5. Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$G(s) = 10 \frac{e^{-2s}}{(5s + 1)^2}$$

5.1 Si determini la funzione di trasferimento del regolatore $R(s)$ in modo che:

(a) l'errore a transitorio esaurito verifichi $|e_\infty| < 1$ quando $d(t) = 10\text{sca}(t)$;

(b) il margine di fase ϕ_m verifichi $\phi_m \geq 75^\circ$;

(c) il tempo di assestamento della risposta allo scalino del sistema di controllo sia al più di 46 sec.

Usare, se necessario, il foglio di carta semilogaritmica alla fine del fascicolo.

5.2 Utilizzando il regolatore trovato al punto precedente, si stimi il fattore di attenuazione di un disturbo $d(t) = D \sin(0.01t)$, $D \neq 0$ sull'uscita a regime.

