

Fondamenti di Automatica

Prof. G. Ferrari Trecate

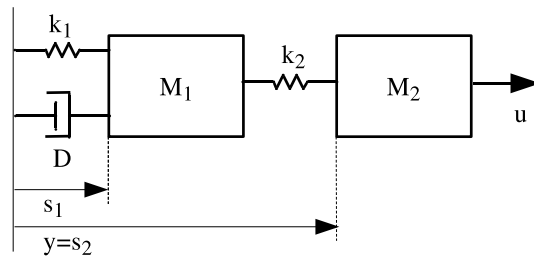
Prova scritta - 9 Settembre 2009

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 ricavino le equazioni del sistema dinamico che descrive il sistema meccanico in figura



ove $M_1 = M_2 = 3 \text{ Kg}$, lo smorzatore rappresenta una forza di attrito proporzionale, in modulo, alla velocità della massa M_1 con coefficiente d'attrito $D = 2 \text{ Kg/s}$.

2. Si consideri il sistema LTI

$$\dot{x}_1 = 2x_2 - x_3 + u$$

$$\dot{x}_2 = 3x_1 + 2x_2 - 3x_3 + u$$

$$\dot{x}_3 = 3x_1 + 5x_2 - 4x_3 + 2u$$

$$y = -x_1 - x_2 + x_3$$

2.1 Si determini se il sistema è asintoticamente stabile.

2.2 Si determini se il sistema è raggiungibile.

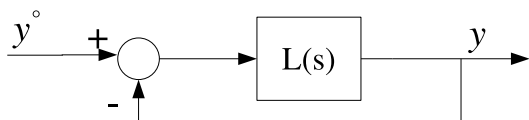
3. Si consideri il sistema nonlineare

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -x_1(x_2^2 + 1) \\ \dot{x}_2 &= -(x_2 + 1)(x_1 + 1) + u \\ y &= x_1 + \sin(x_2)\end{aligned}$$

3.1 In corrispondenza dell'ingresso $u(t) = \bar{u} = 1$ si determinino gli stati di equilibrio. Si studi la stabilità degli equilibri tramite l'uso dei sistemi linearizzati.

3.2 Si ricavino le funzioni di trasferimento dei sistemi linearizzati ricavati al punto precedente. Per ciascuna di esse si tracci il grafico qualitativo della risposta del sistema allo scalino.

4. Si consideri il sistema di controllo in figura



$$L(s) = -10 \frac{1}{s(-s+10)^3}$$

Utilizzando il criterio di Nyquist se ne studi l'asintotica stabilità.

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

V F

(a) Si consideri il sistema di controllo dell'esercizio 4. Se $L(s)$ è instabile allora lo è anche la sensitività di controllo.

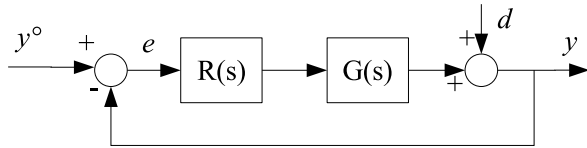
(b) Sia $g_x(t), t \geq 0$ la risposta all'impulso dello stato del sistema LTI SISO (A, B, C, D) . Allora $g_x(t) = \phi(t, 0, B, 0)$

(c) Si consideri il sistema SISO con ingresso u ed uscita y descritto dall'equazione differenziale $\ddot{y}(t) + \dot{y}(t) = \dot{u}(t)$ ove $u(0) = y(0) = \dot{y}(0) = \dot{u}(0) = 0$. Allora la funzione di trasferimento che lo rappresenta possiede due poli.

(d) La raggiungibilità di un sistema LTI non dipende ai movimenti liberi del sistema.

(e) Si consideri il sistema di controllo rappresentato nell'esercizio 4. Se $L(s)$ contiene un derivatore ed ha grado relativo 2 allora non può verificare le ipotesi del criterio di Bode.

6. Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$G(s) = 10 \frac{e^{-0.03s}}{\left(\frac{s}{7} + 1\right)\left(\frac{s}{100} + 1\right)^2}$$

6.1 Si progetti un regolatore in modo che:

- (a) si abbia robusta regolazione a zero dell'errore a transitorio esaurito quando $d(t) = 10\text{sca}(t)$;
- (b) il margine di fase ϕ_m verifichi $\phi_m \geq 15^\circ$;
- (c) La banda passante del sistema in anello chiuso sia almeno pari a 3 rad/s .
- (d) Un disturbo $d(t) = \sin(\omega t)$, $\omega \leq 2 \text{ rad/s}$ sia attenuato sull'uscita a regime di un fattore almeno pari a 10.

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

6.2 Con il regolatore progettato al punto precedente si calcoli il tempo di assestamento della risposta allo scalino del sistema in anello chiuso.

