

Fondamenti di Automatica

Prof. G. Ferrari Trecate

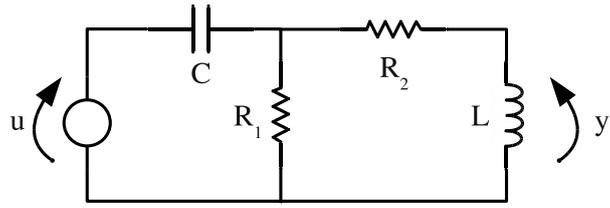
Prova scritta - 21 Giugno 2010

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 la rete elettrica in figura



ove $R_1 = R_2 = 1$, $C = 2$, $L = 0.5$.

2. Si consideri il sistema LTI

$$\dot{x}_1 = -3x_1 + 2x_2$$

$$\dot{x}_2 = -x_2 + u$$

$$\dot{x}_3 = 2x_1 + x_3 + u$$

$$y = -4x_1 + 2x_2$$

2.1 Si studi la stabilità del sistema.

2.2 Si ricavi la funzione di trasferimento e si dica se il sistema è BIBO stabile e se è in forma minima.

2.3 Si tracci il grafico qualitativo della risposta a $u(t) = 5\text{sca}(t)$.

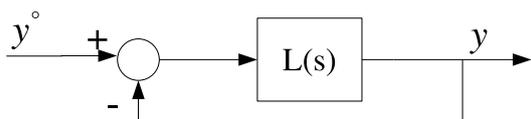
3. Si consideri il sistema nonlineare

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -e^{-x_1} x_2 \\ \dot{x}_2 &= -x_1^3 - x_2^2 - u \\ y &= \sin(x_1 x_2)\end{aligned}$$

3.1 In corrispondenza dell'ingresso $u(t) = \bar{u} \geq 0$ si determinino tutti gli stati di equilibrio e si ricavino i sistemi linearizzati attorno ad essi.

3.2 Per $\bar{u} = 0$ si studi la stabilità del sistema linearizzato e si studi la stabilità degli equilibri tramite il sistema linearizzato. Si ripetano entrambe le analisi per $\bar{u} = 1$.

4. Si consideri il sistema di controllo



$$L(s) = \rho \frac{(s+2)^2}{(s+5+j)(s+5-j)(s+5)(s-1)}$$

Utilizzando il luogo delle radici si dica per quali valori di $\rho > 0$ il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

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 un sistema di controllo con funzione di trasferimento d'anello $L(s)$ e retroazione unitaria e negativa. Se $|L(j\omega)| < 0.9, \forall \omega \geq 0$ allora il sistema di controllo è asintoticamente stabile.

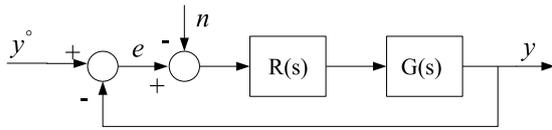
(b) La connessione in serie di due sistemi LTI SISO asintoticamente stabili può essere instabile.

(c) Si assuma che la funzione di trasferimento $G(s)$ sia asintoticamente stabile e verifichi $G(j2) = 2e^{j\pi}$ e $G(j5) = 3e^{-j\pi}$. Allora, per $t \rightarrow +\infty$, la risposta a $u(t) = -\sin(2t + \frac{\pi}{2}) + \sin(5t + \pi)$ converge alla funzione $\tilde{y}(t) = -2\sin(2t + \frac{3}{2}\pi) + 3\sin(5t)$.

(d) Il sistema LTI (A, B, C, D) con $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ e $C = [1 \quad 0]$ è osservabile.

(e) Se la risposta all'impulso dell'uscita di un sistema LTI SISO è illimitata allora il sistema è instabile.

6. Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$G(s) = \frac{\left(-\frac{s}{100} + 1\right)}{\left(\frac{s}{20} + 1\right)^3}$$

6.1 Si progetti un regolatore in modo che:

- (a) L'errore a transitorio esaurito e_∞ verifichi $|e_\infty| \leq 0.1$ quando $y^o(t) = \text{sca}(t)$;
- (b) il margine di fase ϕ_m verifichi $\phi_m \geq 65^\circ$;
- (c) La banda passante del sistema in anello chiuso sia almeno pari a 10 rad/s .
- (d) Un disturbo $n(t) = \sin(\omega t)$, $\omega \geq 100 \text{ rad/s}$ sia attenuato sull'uscita a regime di almeno 20db .

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

6.2 Si assuma che il processo sotto controllo sia $\tilde{G}(s) = G(s)e^{-s\tau}$. Utilizzando il regolatore progettato al punto precedente si determini il massimo ritardo $\tau \geq 0$ che non compromette la stabilità asintotica del sistema in anello chiuso.

