

Fondamenti di Automatica

Prof. G. Ferrari Trecate

Prova scritta - 17 Luglio 2009

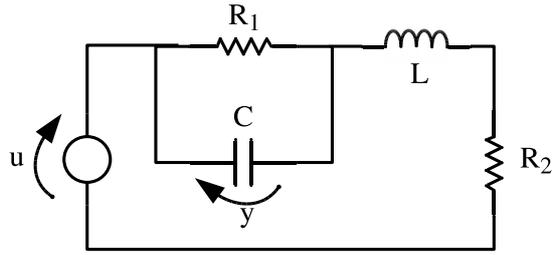
Cognome **Nome**

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 consideri la rete elettrica riportata in figura:



ove $R_1 = R_2 = 1$, $L = 1$ e $C = 6$.

1.1 Si scrivano le equazioni del sistema dinamico che descrive la rete elettrica.

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

1.3 Si determini quanto vale al tempo $t = 2$ la risposta all'ingresso $u(t) = \text{imp}(t)$.

2. Si consideri il sistema dinamico

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

$$\dot{x}_2 = -8x_1^3 - x_1 - x_2$$

$$\dot{x}_3 = x_4$$

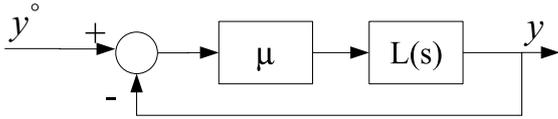
$$\dot{x}_4 = -9x_3 - x_4$$

$$y = x_1 + x_3x_4$$

2.1 Si determinino gli stati di equilibrio per $u(t) = 0$ e si ricavino i sistemi linearizzati nell'intorno di ogni equilibrio.

2.2 Si discuta la stabilità dei sistemi linearizzati ricavati al punto precedente. Si dica inoltre se da essi si possono dedurre le proprietà di stabilità degli equilibri ricavati al punto precedente.

3. Si consideri il sistema di controllo



$$L(s) = \frac{(\frac{s}{2} + 1)^2}{(-\frac{s}{0.2} + 1)^2}, \quad R(s) = \mu$$

Sapendo che $\angle L(0.632) = 180^\circ$, si utilizzi il criterio di Nyquist per determinare tutti i valori di $\mu \neq 0$ che rendono il sistema in anello chiuso 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) Sia $G(s) = \frac{s\tau+1}{(s+1)(2s+1)}$. Per $0 \leq \tau \leq 2$ la risposta allo scalino di $G(s)$ non presenta sovraelongazioni.

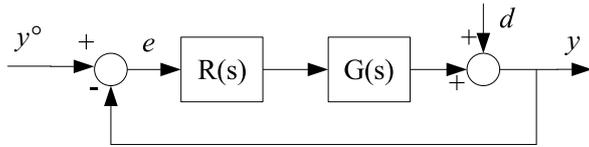
(b) Un sistema LTI con matrice $A = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ ha almeno un modo illimitato.

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

(d) Condizione necessaria perchè la connessione in parallelo di due funzioni di trasferimento sia asintoticamente stabile e che lo siano entrambe.

(e) Si consideri il sistema di controllo rappresentato nell'esercizio 3 e si assuma $L(s) = \frac{1}{s}$. Per qualunque valore $p < 0$ esiste $\mu > 0$ tale che il sistema in anello chiuso ha un polo in p .

5. Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$G(s) = 100 \frac{e^{-0.01s}}{\left(\frac{s}{10} + 1\right)(s + 1)}$$

5.1 Si progetti un **regolatore PI** in modo che:

- si abbia robusta regolazione a zero dell'errore a transitorio esaurito quando $d(t) = 10\text{sca}(t)$;
- il margine di fase ϕ_m verifichi $\phi_m \geq 75^\circ$;
- La banda passante del sistema in anello chiuso sia almeno pari a 1 rad/s .
- Un disturbo $d(t) = \sin(\omega t)$, $\omega \leq 0.1 \text{ rad/s}$ 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.

- 5.2** 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.

