

# Fondamenti di Automatica

Prof. G. Ferrari Trecate

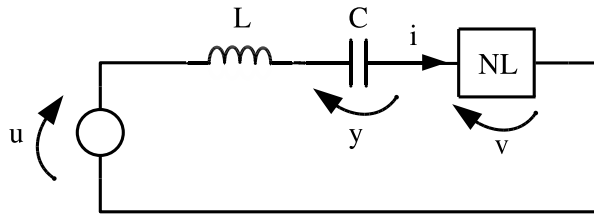
Prova scritta - 16 Febbraio 2009

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  $L = 1$ ,  $C = 1$  e l'elemento NL stabilisce tra la corrente  $i$  e la tensione  $v$  ai suoi capi la relazione  $v = i^3 + i$ .

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

**1.2** Si determini lo stato di equilibrio corrispondente all'ingresso costante  $u(t) = \bar{u} = 1$ .

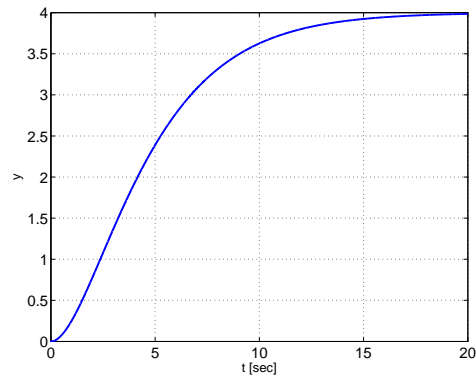
**1.3** Si ricavano le equazioni del sistema linearizzato nell'intorno del punto di equilibrio trovato al punto precedente e si discuta la stabilità dell'equilibrio tramite l'analisi del sistema linearizzato.

1.4 Si ricavi la funzione di trasferimento del sistema linearizzato.

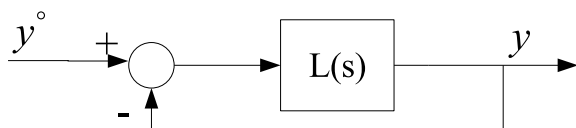
2. Si determini, **motivando la risposta**, quale tra i seguenti sistemi lineari

$$G_1(s) = \frac{1}{2} \frac{4 - 8s}{(0.5 + s)(1 + 3s)}, \quad G_2(s) = \frac{1}{s^2 + \frac{s}{3} + \frac{1}{4}}, \quad G_3(s) = \frac{2}{3} \frac{1}{(0.5 + s)(s + \frac{1}{3})}, \quad G_4(s) = \frac{4}{(1 + 100s)(1 + 0.01s)}$$

ha generato la risposta allo scalino unitario rappresentata nella figura seguente



3. Si consideri il sistema di controllo



$$L(s) = a \frac{0.5s - 1}{(s + 1)(0.5s + 1)^2}$$

Utilizzando il luogo delle radici, si determinino tutti i valori di  $a > 0$  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) Si assuma che la funzione di trasferimento  $G(s)$  sia asintoticamente stabile e verifichi  $G(j2) = 2e^{j\pi}$  e  $G(j4) = e^{-j\pi}$ . Allora, per  $t \rightarrow +\infty$ , la risposta a  $u(t) = \sin(2t + \frac{\pi}{2}) - \sin(4t + \pi)$  converge alla funzione  $\tilde{y}(t) = 2 \sin(2t + \frac{3}{2}\pi) - \sin(4t)$ .

(b) Sia  $G(s)$  la funzione di trasferimento di un sistema LTI. Se i poli di  $G(s)$  hanno parte reale negativa allora il sistema non può avere autovalori con parte reale strettamente positiva.

(c) I modi di un sistema LTI con  $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{bmatrix}$  sono  $e^{-2t}$ , 1 e  $t$ .

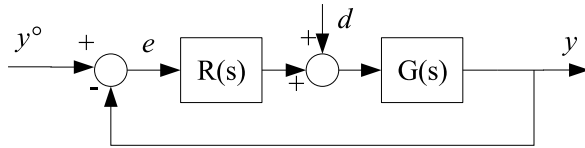
  

(d) Si consideri il sistema di controllo dell'esercizio 3. Se  $L(s) = \frac{5}{s+\alpha}$  allora il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile per qualunque  $\alpha > 0$ .

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

5. Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$G(s) = \frac{1 - \frac{s}{200}}{\left(\frac{s}{2} + 1\right) \left(\frac{s}{220} + 1\right)}$$

**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  $d(t) = 10.1sca(t)$ ;
- (b) il margine di fase  $\phi_m$  verifichi  $\phi_m \geq 88^\circ$ ;
- (c) la banda passante del sistema in anello chiuso sia almeno pari a  $10 \text{ rad/s}$ ;

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



**5.2** Utilizzando il regolatore trovato al punto precedente, si stimi il tempo di assestamento della risposta allo scalino del sistema in anello chiuso.

