

FONDAMENTI DI AUTOMATICA  
FONDAMENTI DI AUTOMATICA I

19 giugno 2001

COGNOME .....

NOME .....

MATRICOLA .....

ANNO DI CORSO .....

FIRMA .....

Controllare che il fascicolo sia costituito da 9 pagine compreso il frontespizio.

La chiarezza, la precisione e l'ordine nelle risposte costituiscono elementi di valutazione. Gli spazi che seguono ogni domanda sono stati predisposti in funzione della presunta lunghezza delle risposte. In caso di cancellazioni andare sul retro.

Non consegnare fogli addizionali.

Non si possono consultare libri, appunti, dispense, etc..

1.1 Si enunci con la massima precisione possibile il teorema della risposta in frequenza.

1.2 Alla luce del teorema della risposta in frequenza, si giustifichi la seguente affermazione: "se un sistema asintoticamente stabile e' alimentato dall'ingresso  $u(t) = \sin(t)$ , la sua uscita tende a regime ad un segnale della forma  $y(t) = Y\sin(t + \phi)$ ".

1.3 Si determini la risposta in frequenza  $G(i\omega)$  del sistema

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$
$$y = \begin{bmatrix} 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

$G(i\omega) =$

1.4 Si alimenti il sistema del punto precedente con  $u(t) = \sin(t)$ . Si calcoli il segnale di uscita  $y(t)$  di regime.

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**  
**RAPPRESENTANTI DEGLI STUDENTI**  
**ATTO PRIMO**

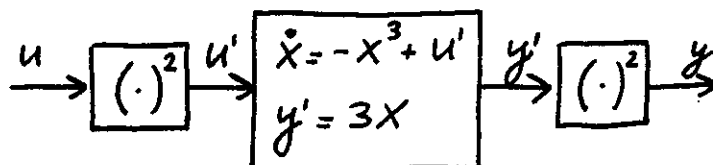
$y(t) =$

2.1 Si consideri un sistema nonlineare con una variabile di stato:

$$\begin{cases} \dot{x} = f(x, u) \\ y = g(x) \end{cases} \quad (1)$$

Senza dare alcuna giustificazione del risultato, si scrivano le equazioni del sistema lineare ottenuto linearizzando (1) attorno ad un equilibrio  $\bar{x}$  corrispondente ad un ingresso costante  $\bar{u}$ .

2.2 Si consideri ora il sistema nonlineare in figura dove il primo e l'ultimo blocco eseguono il quadrato:  $u'(t) = u(t)^2$  e  $y(t) = y'(t)^2$ .



Si scrivano le equazioni del sistema nella forma (1).

2.3 Si ponga  $\bar{u} = 1$ . Si trovi  $\bar{x}$  di equilibrio.

FACOLTA' DI INGEGNERIA  
RAPPRESENTANTI DEGLI STUDENTI  
ATTO PRIMO

$\bar{x} =$

2.4 Si scrivano le equazioni del sistema linearizzato attorno a  $(\bar{x}, \bar{u})$ .

equazioni del  
sistema linearizzato:

2.5 Basandosi sul risultato del punto precedente, si dica se il movimento di equilibrio e' asintoticamente stabile.

as. stabile: ☐ SI ☐ NO

2.6 (qualora questo punto dia delle difficoltà, si consiglia di saltarlo e di riprenderlo successivamente)

Giustificando la risposta, si dica se la seguente affermazione e' vera:

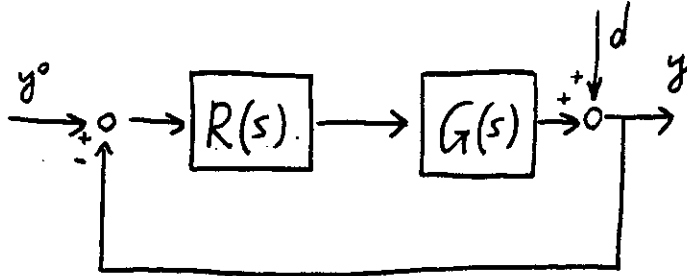
"qualunque sia  $x(0)$ , se  $u(t) = \bar{u} = 1$ , allora  $x(t) \rightarrow \bar{x}$ , per  $t \rightarrow \infty$ ".

VERA ☐ FALSA ☐

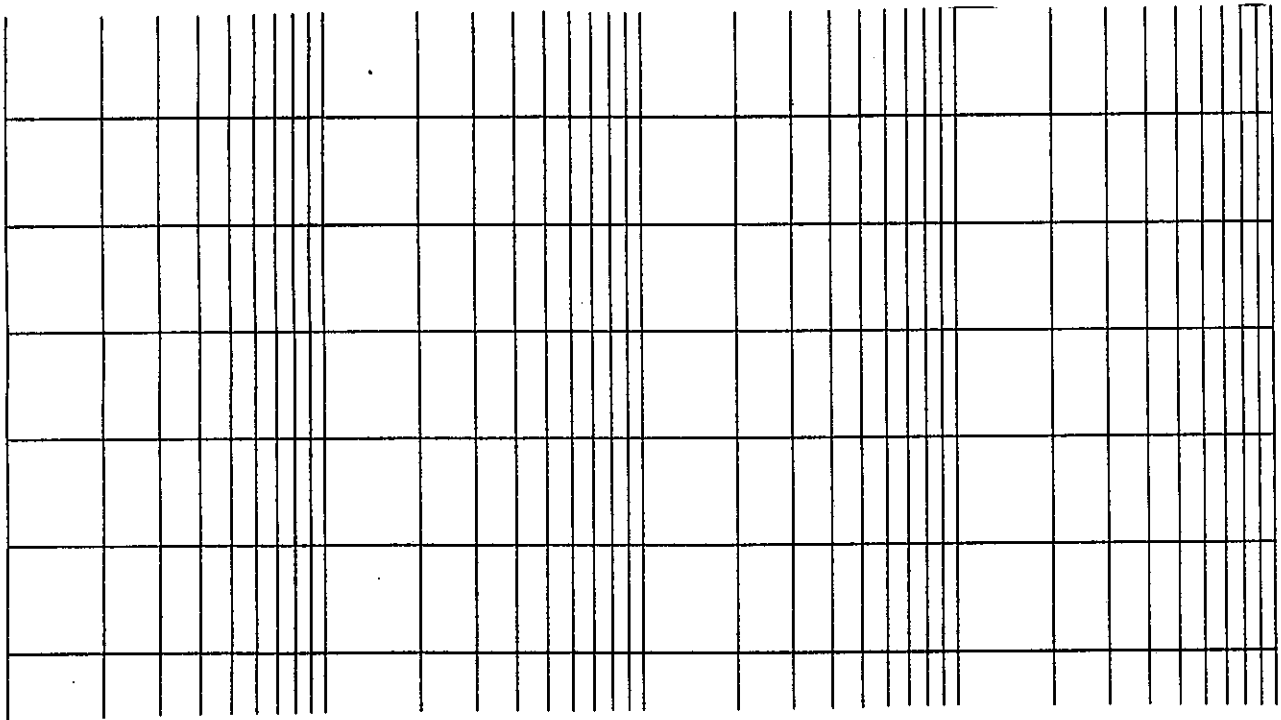
3. In figura e' rappresentato un sistema di controllo in cui

$$G(s) = \frac{1}{s(0.25s + 1)(0.01s + 1)},$$

$$R(s) = 10.$$



3.1 Si rappresenti il diagramma di Bode di  $L(s) = R(s)G(s)$ .



3.2 Si dica se il sistema retroazionato e' asintoticamente stabile

☐ SI   ☐ NO

giustificazione:

3.3 Si supponga  $y^\circ(t) = 3$  e  $d(t) = 0$ . Si dica a quale valore tende  $y$ .

$y(\infty) =$

giustificazione:

3.4 Si supponga  $y^\circ(t) = 0$  e  $d(t) = 3$ . Si dica a quale valore tende  $y$ .

$y(\infty) =$

giustificazione:

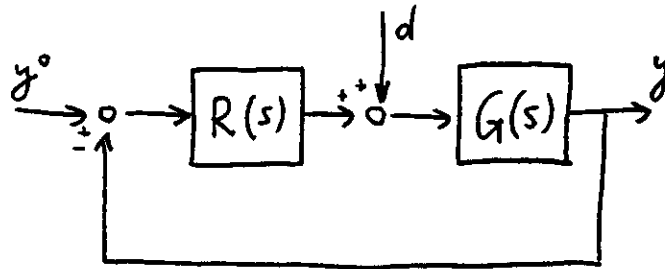
3.5 Sia  $d(t) = \sin(0.1t)$ . A partire dal diagramma di Bode del punto 3.1, si dica quanto vale approssimativamente l'ampiezza della sinusoide di regime generata da  $d(t)$  su  $y(t)$ .

ampiezza di  $y(t) =$

giustificazione:

3.6 Si rappresenti graficamente la risposta approssimata di  $y(t)$  quando  $y^\circ(t) = \text{sca}(t)$  e  $d(t) = 0$ . (si ricorda che  $S\% = 100\exp(-\pi\xi/\sqrt{1-\xi^2})$ )

3.7 Si consideri ora un disturbo sulla variabile di controllo (vedi figura).

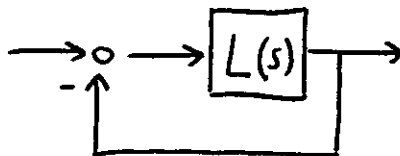


Si supponga  $y^o(t) = 0$  e  $d(t) = 3$ . Si dica a quale valore tende  $y$ .

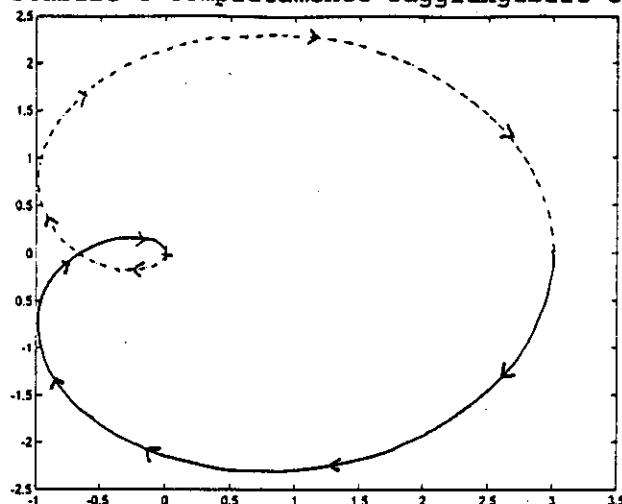
$y(\infty) =$

giustificazione:

4.1 Si enunci con precisione il teorema di Nyquist per la verifica della stabilita' del sistema in figura (si assuma che  $L(s)$  rappresenti un sistema completamente raggiungibile e completamente osservabile).

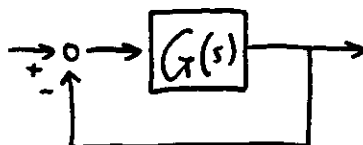


4.2 In figura e' rappresentato il diagramma polare di un sistema  $G(s)$  asintoticamente stabile e completamente raggiungibile ed osservabile.



Giustificando la risposta, si dica quali fra i sistemi retroazionati sottostanti e' asintoticamente stabile.

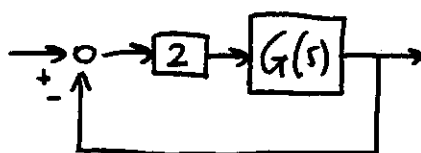
a)



stabile?: ☐ SI ☐ NO

giustificazione:

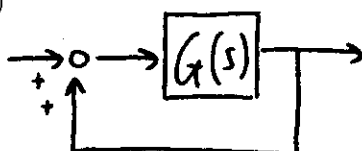
b)



stabile?: ☐ SI ☐ NO

giustificazione:

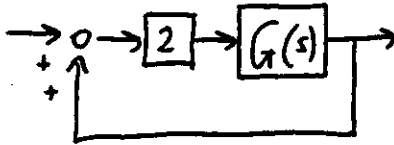
c)



stabile?: ☐ SI ☐ NO

giustificazione:

d)



stabile?: ☐ SI   ☐ NO

giustificazione:

4.3. (qualora questo punto dia delle difficoltà, si consiglia di saltarlo e di riprenderlo successivamente)

Si dica se è possibile che un sistema  $L(s)$  asintoticamente stabile abbia il diagramma polare rappresentato in figura.

