





1. Si consideri il sistema lineare  $P$  descritto dalle seguenti equazioni

$$P: \begin{cases} \dot{\mathbf{x}}_1 &= -4\mathbf{x}_2 + 2\mathbf{u} \\ \dot{\mathbf{x}}_2 &= 2\mathbf{x}_1 - 6\mathbf{x}_2 + \mathbf{u} \\ y &= 4\mathbf{x}_2. \end{cases}$$

1.1 Si determini il sottospazio di raggiungibilit  di  $P$ .

$X_r =$

1.2 Si scriva  $P$  in forma canonica di Kalman per la raggiungibilit .

forma di Kalman:

1.3 Si scrivano le equazioni di un sistema  $P'$  del primo ordine che abbia lo stesso comportamento ingresso/uscita di  $P$ .

$P'$ :

2. Una variabile  $x$  evolve secondo l'equazione nonlineare  $\dot{x} = f(x) + u$ , dove  $f(x)$  e' la funzione rappresentata in figura.

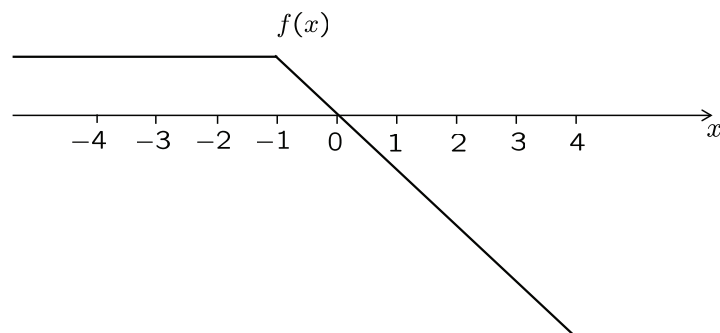


Figura 1: Funzione  $f(x)$ .

2.1 Si determini lo stato di equilibrio corrispondente  $u = 0$ .

stato di equilibrio:

2.2 Si dica se l'equilibrio e' stabile.

stabile: ☐ SI ☐ NO

2.3 Si dica se l'equilibrio e' stabile in grande.

stabile in grande: ☐ SI ☐ NO

2.4 Posto  $x(0) = -2$  e  $u = 0$ , si determini l'espressione analitica di  $x(t)$  e se ne disegni il grafico.

2.5 Si determini un valore costante di  $u$  tale che, qualunque sia il valore di  $x(0)$ , lo stato del sistema tenda al valore 3.

$u =$

3. Un sistema e' descritto dalla funzione di trasferimento

$$S(s) = \frac{25}{s^2 + 2s + 25},$$

3.1 Si calcoli guadagno, parte reale dei poli e coefficiente di smorzamento di  $S(s)$ .

$\mu =$ ; parte reale poli =      ; $\xi =$
---

3.2 Si disegni, almeno approssimativamente, la risposta alla scalino di  $S(s)$ .

3.3 Il sistema  $S(s)$  viene retroazionato con un controllore  $C(s)$  come mostrato in figura.

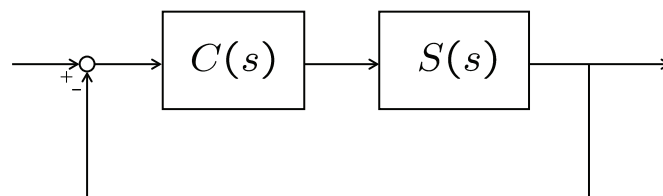


Figura 2: Sistema di controllo.

Si progetti  $C(s)$  in modo che la risposta allo scalino del sistema retroazionato tenda al medesimo valore a cui tende la risposta allo scalino di  $S(s)$  e che il tempo di assestamento della risposta del sistema retroazionato sia approssimativamente uguale a quella di  $S(s)$  ma che, a differenza di  $S(s)$ , la risposta allo scalino del sistema retroazionato presenti una sovraelongazione molto meno marcata.

$$C(s) =$$



4. In relazione al sistema

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{x}} = A\mathbf{x} + b u \\ y = c\mathbf{x}, \end{cases}$$

si risponda alle seguenti domande.

4.1 Si dia una definizione di stabilita' asintotica.

4.2 Si dia una definizione di stabilita' BIBO relativa al comportamento ingresso/uscita del sistema.

4.3 Giustificando la risposta, si dica se la stabilita' BIBO implica la stabilita' asintotica.