

## Fondamenti di Automatica – 10 Marzo 2011 - A

Studente: \_\_\_\_\_ Matricola: \_\_\_\_\_

- 1) Calcolare una rappresentazione i.s.u. per il sistema di sospensione attiva schematizzato in figura. Si considerino come ingressi la quota della strada,  $x_o$ , e la forza  $u_f$  esercitata dall'attuatore  $S$  e come uscite le quote delle due masse.
- 2) Calcolare l'espressione analitica e tracciare l'andamento qualitativo della risposta indiale del sistema

$$F(s) = \frac{(0.1s + 1)}{(s + 1)(0.0333s^2 + 0.367s + 1)}$$

- 3) Calcolare la f.d.t. dei seguenti sistemi e classificarli in base alla stabilità, motivando brevemente la scelta effettuata.

$$\text{a) } \dot{x} = \begin{pmatrix} -1 & 3 \\ 2 & -2 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} u \quad \text{b) } \dot{x} = \begin{pmatrix} -3 & -2 \\ 1 & -2 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} u$$

$$y = (1 \quad 1)x \quad \quad \quad y = (1 \quad 0)x + 3u$$

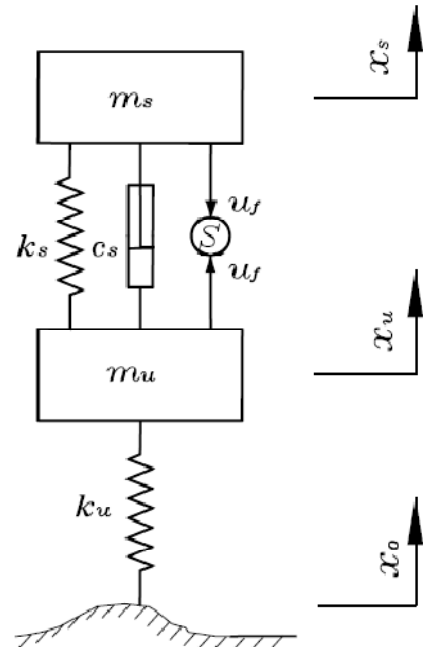
$$\text{c) } \dot{x} = \begin{pmatrix} -2 & 2 \\ a & -a \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} u$$

$$y = (0 \quad 2)x$$

- 4) Tracciare i diagrammi di Bode della f.d.t.

$$L(s) = \frac{100s(2s - 10)}{(s + 10)(4s^2 - 2s + 1)}$$

**Tempo a disposizione: 2.5 ore**



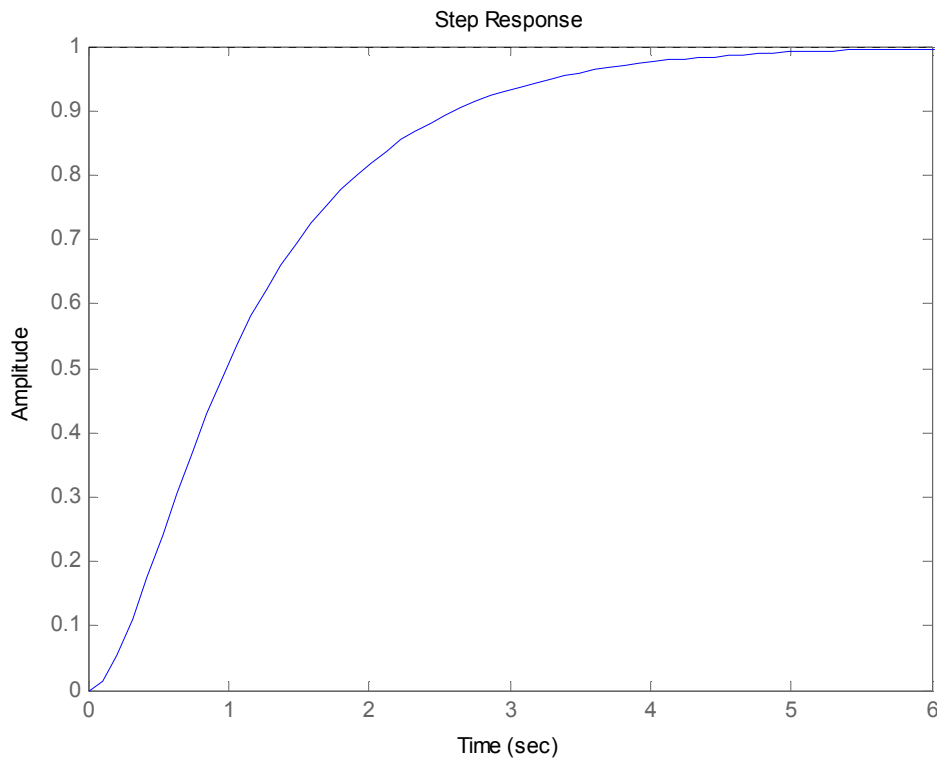
### Esercizio 1)

Ponendo  $x_1=x_s$ ,  $x_2=dx_s/dt$ ,  $x_3=x_u$ ,  $x_4=dx_u/dt$ ,  $u_1=x_o$ ,  $u_2=u_f$ , il sistema in forma i.s.u. è

$$\dot{x} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\frac{k_s}{m_s} & -\frac{c_s}{m_s} & \frac{k_s}{m_s} & \frac{c_s}{m_s} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{k_s}{m_u} & \frac{c_s}{m_u} & -\frac{k_s+k_t}{m_u} & -\frac{c_s}{m_u} \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{m_s} \\ 0 & 0 \\ \frac{k_t}{m_u} & \frac{1}{m_u} \end{pmatrix} u$$
$$y = (1 \quad 0 \quad 1 \quad 0)x$$

### Esercizio 2)

$$y(t) = [1 - 1.35e^{-t} + 0.678e^{-4.93t} - 0.327e^{-6.09t}]1(t)$$



### Esercizio 3)

a)  $\frac{2s+8}{s^2+3s-4} = \frac{2}{(s-1)}$ ,

autovalori: 1, -4  $\rightarrow$  Sistema instabile

b)  $\frac{3s^2+16s+26}{s^2+5s+8}$

autovalori:  $-2.5 \pm 1.32i$   $\rightarrow$  Sistema asintoticamente stabile

c)  $\frac{2a}{s^2+(2+a)s}$

$\rightarrow$  sistema asint. stabile per  $a > -2$

**Esercizio 4)**

