

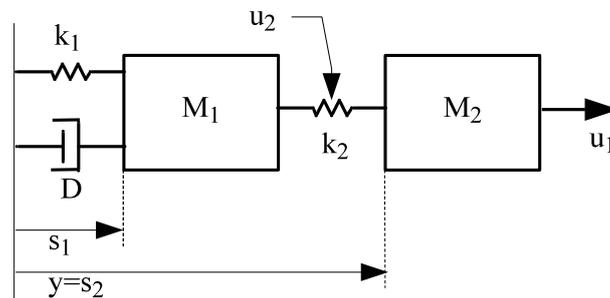
# Fondamenti di Automatica Ingegneria Industriale

Prof. D.M. Raimondo

Testo Prova scritta - 24 Giugno 2019

## Esercizio 1 (5 punti)

Si consideri il sistema meccanico in figura



con masse  $M_1 = 1Kg$  e  $M_2 = 2Kg$ . Siano  $k_1 = 25Kg/s^2$ ,  $D = 2.50Kg/s$ . La molla che collega la massa  $M_1$  alla massa  $M_2$  ha una costante elastica  $k_2(t)$  tempo variante il cui andamento è regolato dal seguente sistema dinamico:

$$\dot{k}_2(t) = (\alpha s_2(t) - \beta s_1(t))k_2(t) + 4\sqrt[5]{u_2(t)}$$

ove  $\alpha = 3/ms$ ,  $\beta = 2/ms$ .

Si ricavano le equazioni del sistema dinamico che descrivono il sistema meccanico complessivo.

## Esercizio 2 (4 punti)

Si consideri la seguente funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{1 - \alpha s}{s^2 + 2\alpha + s}$$

con  $\alpha \in \mathbb{R}$ .

- Per quali valori di  $\alpha > 0$  il sistema presenta una risposta inversa a fronte di uno scalino di ingresso unitario?
- Si dica per quali valori di  $\alpha$  il sistema è BIBO stabile.
- Sia  $\alpha = 1$ . Si determini una realizzazione in forma minima di  $G(s)$ .

## Esercizio 3 (5 punti)

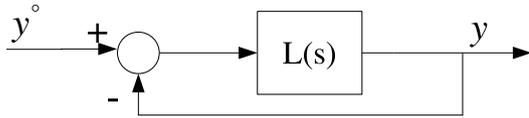
Si consideri il sistema dinamico

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= (x_2(t) - 1)(x_1(t) + 2) \\ \dot{x}_2(t) &= x_1(t)^2 - x_2(t)u(t) \\ y(t) &= \sin(x_1(t))^2 + \cos(x_2(t))^2\end{aligned}$$

- (a) Si determinino lo/gli stati di equilibrio per  $u(t) = 1, \forall t \geq 0$ .
- (b) Si ricavi l'espressione del sistema linearizzato nell'intorno dell' equilibrio avente componente  $x_1 > 0$ .
- (c) Si analizzi la stabilità dello stato di equilibrio tramite il corrispondente sistema linearizzato.

### Esercizio 4 (5 punti)

Si consideri il sistema di controllo



$$L(s) = \rho \frac{(s+3)^2}{(s+1)(s+5+j)(s+5-j)}$$

- (a) Per  $\rho < 0$  si tracci il luogo delle radici con la massima precisione.
- (b) Si determini inoltre per quali valori di  $\rho < 0$  il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

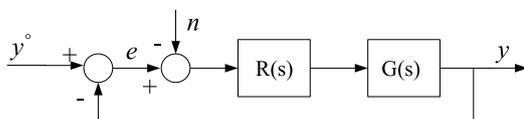
### Esercizio 5 (5 punti)

Dire se le seguenti affermazioni sono vere o false. Punteggio: risposta esatta= 1, errore= -0.5, non risponde= 0.

- |   | V                        | F                        |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. La risposta allo scalino di un sistema del primo ordine non può essere mai oscillatoria.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Un sistema a fase minima è sempre asintoticamente stabile.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. La risposta forzata allo scalino del sistema avente $G(s) = \frac{1}{s+4}$ è $y(t) = \frac{1}{4}(1 - e^{-4t})$ .   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Si consideri un sistema di controllo in anello chiuso con funzione di trasferimento d'anello $L(s)$ e retroazione unitaria e negativa. Se $L(s)$ ha due poli a parte reale maggiore di zero e un diagramma delle fasi compreso tra $0^\circ$ e $-180^\circ$ , allora non esiste $\mu \neq 0$ per cui il sistema in anello chiuso risulti essere asintoticamente stabile. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Un sistema in forma minima è completamente raggiungibile.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### Esercizio 6 (8 punti)

Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$G(s) = 5 \frac{e^{-0.04s} \left( \frac{s}{30} + 1 \right)}{\left( \frac{s}{10} + 1 \right) \left( \frac{s}{100} + 1 \right)}$$

- Si determini la funzione di trasferimento del regolatore  $R(s)$  in modo che:
  1. si abbia robusta regolazione a zero dell'errore quando  $y^o(t) = 15\text{sca}(t)$ ;
  2. il margine di fase  $\phi_m$  verifichi  $\phi_m \geq 70^\circ$ ;
  3. la banda passante del sistema di controllo sia almeno pari a  $2 \text{ rad/s}$ ;
  4. il disturbo  $n(t) = \sin(\omega t)$ ,  $\omega \geq 100 \text{ rad/s}$  sia attenuato sull'uscita a regime di almeno  $40\text{db}$ .
- Utilizzando il regolatore progettato al punto precedente, si stimi il fattore di attenuazione di  $y^o(t) = \sin(0.2t)$  sull'errore a regime.