

# Fondamenti di Automatica

Prof. G. Ferrari Trecate

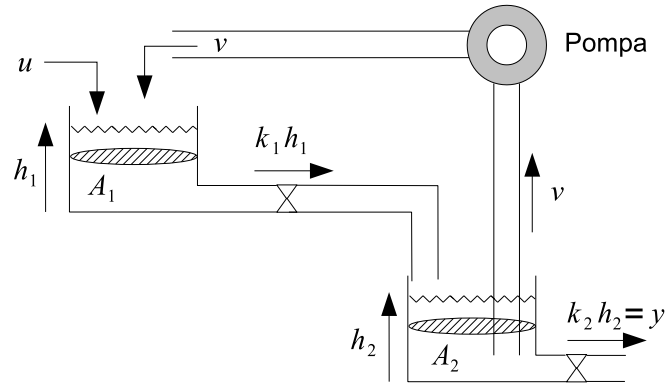
Prova scritta - 30 Giugno 2009

**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 il sistema idraulico riportato in figura:



ove  $u$  è una portata di ingresso (misurata in  $m^3/s$ ),  $h_1$  e  $h_2$  sono i livelli di liquido nei serbatoi (misurati in  $m$ ) ed  $y$  è la portata di uscita. I serbatoi hanno sezioni  $A_1 = A_2 = 1 m^2$  e le portate uscenti da ogni serbatoio sono proporzionali al livello del liquido con costanti  $k_1 = k_2 = 1 m^2/s$ . La pompa preleva una portata  $v$  dal serbatoio 2 che dipende dall'altezza  $h_2$  tramite il sistema dinamico

$$\begin{aligned}\dot{x} &= -x + h_2 \\ v &= \alpha x\end{aligned}$$

**1.1** Si ricavino le equazioni del sistema dinamico che descrive l'impianto.

**1.2** Si determini per quali  $\alpha > 0$  il sistema ricavato al punto precedente è asintoticamente stabile.

**1.3** Per  $\alpha = 10$  si determini se tutti gli autovalori del sistema ricavato al punto 1.1 sono raggiungibili.

2. Si consideri il sistema dinamico

$$\dot{x}_1 = -2x_1 + x_2 + u$$

$$\dot{x}_2 = -(x_1 - 2)u$$

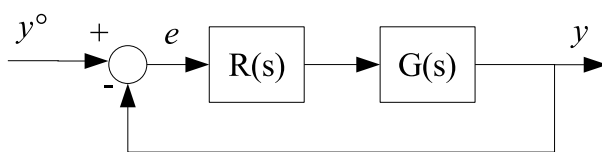
$$y = x_1 - x_2$$

**2.1** Si determini lo stato di equilibrio per  $u(t) = 1$  e si ricavi l'espressione del sistema linearizzato nell'intorno dell'equilibrio.

**2.2** Si ricavi la funzione di trasferimento  $G(s)$  del sistema linearizzato e si dica se esso è in forma minima.

**3.3** Si tracci l'andamento qualitativo della risposta di  $G(s)$  all'ingresso  $u(t) = -5\text{sca}(t)$

3. Si consideri il sistema di controllo



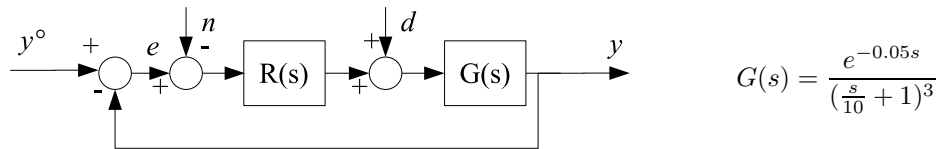
$$G(s) = \frac{(s+1)^2}{s^2(\frac{s}{3}+1)}, \quad R(s) = k$$

Utilizzando il luogo delle radici si determinino tutti i valori di  $k \in \mathbb{R}$  che rendono il sistema in anello chiuso asintoticamente stabile.

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

- |   | <i>V</i>                 | <i>F</i>                 |
|---|--------------------------|--------------------------|
| (a) Se un modo di un sistema LTI è illimitato allora il sistema è instabile.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (b) Il problema della realizzazione minima ammette una ed una sola soluzione.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (c) Un regolatore PI ha funzione di trasferimento $\mu \frac{1+s\tau}{1+sT}$ , $T \neq 0$ , $\tau \neq 0$ .   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (d) Se una funzione di trasferimento è a fase minima allora non contiene poli a parte reale strettamente maggiore di zero.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (e) Si consideri il sistema di controllo rappresentato nell'esercizio 3. Se $R(s) = 1$ e $G(s) = \frac{-3s+1}{s^2+2s+2}$ allora la sensitività complementare non è asintoticamente stabile. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. Si consideri il sistema di controllo in figura:



**5.1** Si determini la funzione di trasferimento del regolatore  $R(s)$  in modo che:

- l'errore a transitorio esaurito verifichi  $|e_\infty| \leq 0.1$  quando  $d(t) = 10\text{sca}(t)$ ;
- il margine di fase  $\phi_m$  verifichi  $\phi_m \geq 30^\circ$ ;
- la banda passante del sistema di controllo sia almeno pari a  $10 \text{ rad/s}$ .
- Un disturbo  $n(t) = \sin(\omega t)$ ,  $\omega \geq 100 \text{ rad/s}$  sia attenuato sull'uscita a regime di un fattore almeno pari a 10.

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



**5.2** Utilizzando il regolatore progettato al punto precedente, si stimi il tempo di assestamento della risposta allo scalino prodotta dal sistema di controllo.

