

Fondamenti di Automatica

Prof. G. Ferrari Trecate

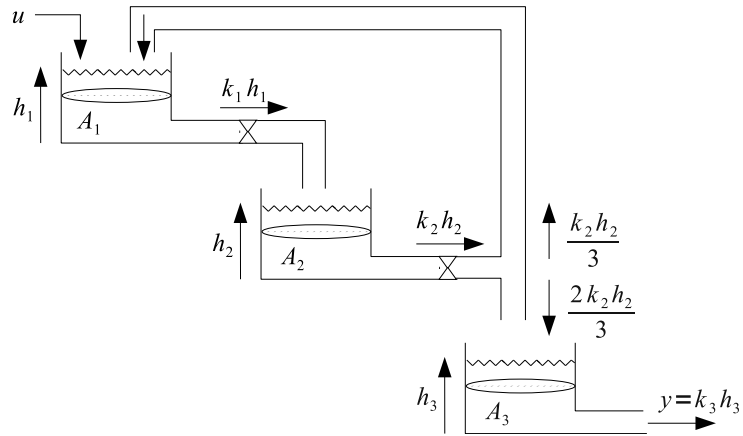
Prova scritta - 08 Febbraio 2010

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 ricavino le equazioni del sistema dinamico che descrive il sistema idraulico 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 $A_1 = A_2 = A_3 = 1 m^2$ e le portate uscenti da ogni serbatoio sono proporzionali al livello del liquido con costanti $k_1 = 1 m^2/s$, $k_2 > 0 m^2/s$ $k_3 = 3 m^2/s$.

2. Si consideri il sistema LTI

$$\dot{x}_1 = x_2$$

$$\dot{x}_2 = 2x_1 - x_2 + u$$

$$y = -2x_1 + 2x_2$$

2.1 Si determini la funzione di trasferimento e si dica se da essa si possono dedurre le proprietà di stabilità del sistema.

2.2 Si determini se il sistema è raggiungibile ed osservabile.

2.3 Si determini quanto vale la risposta allo scalino del sistema all'istante di tempo $t = 3 \text{ s}$ quando $x(0) = 0$.

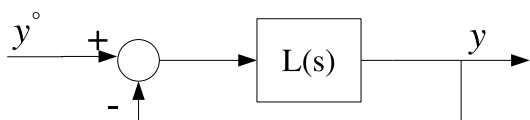
3. Si consideri il sistema nonlineare

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -x_1(x_2^2 - 1) \\ \dot{x}_2 &= -x_2^2(x_1 + 1) + u \\ y &= x_1x_2\end{aligned}$$

3.1 In corrispondenza dell'ingresso $u(t) = \bar{u} = 1$ si determinino tutti gli stati di equilibrio e si ricavino le espressioni dei sistemi linearizzati attorno ad ogni equilibrio.

3.2 Si studi la stabilità dei sistemi linearizzati. Si utilizzino poi i sistemi linearizzati per studiare la stabilità degli equilibri.

4. Si consideri il sistema di controllo



$$L(s) = \rho \frac{(s - 10)}{(s + 10)^3}$$

Per $\rho > 0$ si tracci il luogo delle radici e si determini per quali valori di ρ il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

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

V *F*

(a) La risposta all'impulso dello stato di un sistema LTI asintoticamente stabile converge a zero per $t \rightarrow +\infty$.

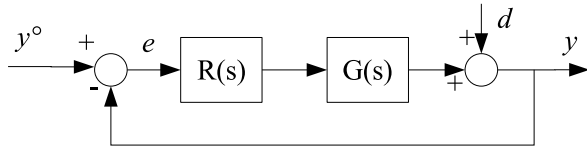
(b) Si consideri il sistema di controllo dell'esercizio 4. Se $L(s)$ ha tre poli, e se nel formare $S(s)$ non si hanno cancellazioni tra poli e zeri, allora $S(s)$ ha tre poli.

(c) Se una funzione di trasferimento $G(s)$ è a fase minima il diagramma polare della risposta in frequenza gira solo in senso antiorario.

(d) Dato un sistema LTI del secondo ordine e gli stati iniziali $\tilde{x}_0 = [1, 0]'$, $\tilde{x}_0 = [0, 1]'$ si ha $\phi(t, 0, x_0 + 2\tilde{x}_0, 0) = \phi(t, 0, x_0, 0) + 2\phi(t, 0, \tilde{x}_0, 0)$.

(e) Se due sistemi LTI sono equivalenti hanno la stessa funzione di trasferimento.

6. Si consideri il sistema di controllo in figura:



$$G(s) = 10 \frac{e^{-5s}}{(20s + 1)(100s + 1)}$$

6.1 Si progetti un regolatore $R(s)$ in modo che:

- (a) l'errore a transitorio esaurito e_∞ verifichi $|e_\infty| \leq 1$ quando $y^o(t) = 10\text{sca}(t)$;
- (b) il margine di fase ϕ_m verifichi $\phi_m \geq 70^\circ$;
- (c) la banda passante del sistema di controllo sia maggiore o uguale a 0.05 rad/s .
- (d) Un disturbo $d(t) = \sin(\omega t)$, $\omega \leq 0.005 \text{ rad/s}$ sia attenuato sull'uscita a regime di un fattore almeno pari a 10db .

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

6.2 Si stimi il tempo di assestamento della risposta allo scalino prodotta dal sistema di controllo.

