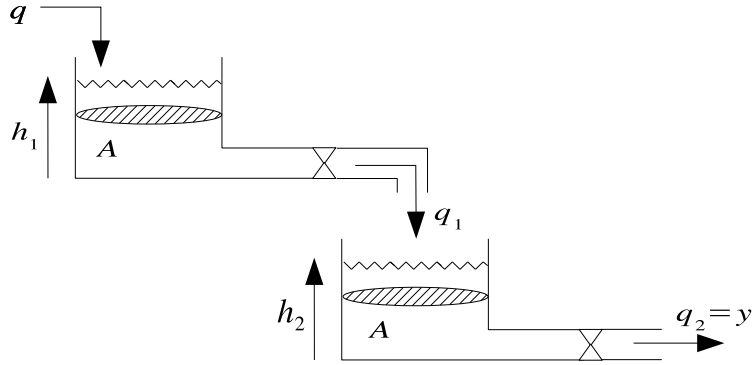


Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere
II Sessione 2008
Previgente ordinamento (Prova Pratica)
(Tema 10)

Si consideri il sistema rappresentato in figura, costituito da due serbatoi



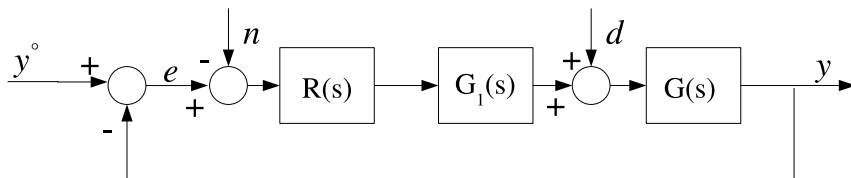
ove $q(t)$ e $q_2(t)$ sono, rispettivamente, i flussi volumetrici d'ingresso e di uscita (in m^3/s). Nella figura sono inoltre indicati i livelli di liquido h_1 e h_2 nei due serbatoi (in m) ed il flusso di uscita q_1 (in m^3/s) del primo serbatoio. La dinamica del livello di liquido in ogni serbatoio è descritta dalle equazioni

$$\dot{h}(t) = -\frac{a\sqrt{2g}}{A}\sqrt{h(t)} + \frac{1}{A}q_{in}(t)$$

$$q_{out}(t) = a\sqrt{2g}\sqrt{h(t)}$$

ove h è il livello di liquido nel serbatoio, q_{in} è il flusso di ingresso, q_{out} è il flusso di uscita, A ed a sono, rispettivamente, la sezione del serbatoio e l'apertura del condotto di uscita (in m^2) e g è l'accelerazione di gravità.

1. Si ricavino le equazioni del sistema complessivo. Si calcolino inoltre gli stati di equilibrio quando $q(t) = \bar{q} = 2 \text{ m}^3/s$ e si derivi l'espressione del sistema linearizzato attorno all'equilibrio.
2. Per $A = 0.5 \text{ m}^2$, $a = (9.8)^{-0.5} \text{ m}^2$ e $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ si ricavi la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema linearizzato. Si tracci inoltre l'andamento qualitativo della risposta di $G(s)$ all'ingresso $q(t) = 5\text{sca}(t)$.
3. Si consideri il sistema di controllo rappresentato nella figura seguente ove la funzione di



trasferimento $G(s)$ è stata ricavata al punto 2 e $G_1(s) = 100$.

- (a) Supponendo che $R(s)$ sia un regolatore proporzionale, si determinino tutti i valori del guadagno che rendono il sistema in anello chiuso asintoticamente stabile.
 - (b) Si progetti il regolatore $R(s)$ in modo che, oltre all'asintotica stabilità del sistema, siano verificate le seguenti specifiche:
 - i. l'errore a transitorio esaurito sia nullo quando $d(t) = -0.1\text{sca}(t)$;
 - ii. la banda passante in anello chiuso sia maggiore o uguale a 10 rad/s ;
 - iii. i disturbi $n(t) = \sin(\omega t)$, $\omega > 100 \text{ rad/s}$ siano attenuati sull'uscita a regime di un fattore almeno pari a 75;
 - iv. i disturbi $d(t) = \sin(\omega t)$, $\omega < 1 \text{ rad/s}$ siano attenuati sull'uscita a regime di un fattore almeno pari a 10.
4. Utilizzando il regolatore progettato al punto 3(b):
- si determini, in via approssimata, il tempo di assestamento della risposta allo scalino del sistema in anello chiuso;
 - Sia ora $G_1(s) = 100e^{-s\tau}$. Si determinino tutti i valori di $\tau \geq 0$ tali per cui il sistema in anello chiuso rimane asintoticamente stabile.
5. Si discuta l'implementazione digitale del regolatore $R(s)$ ricavato al punto 3(b).