

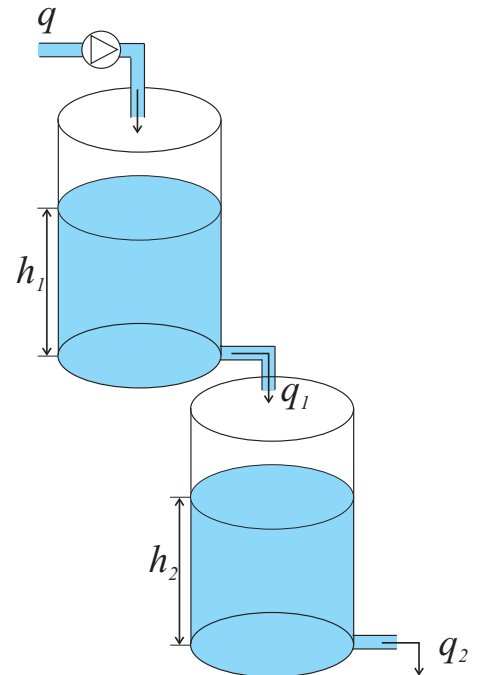
COMPITO DI CONTROLLO DIGITALE

Esercizio 1 (14 punti)

Si consideri il sistema costituito da due serbatoi descritto in figura. La dinamica del livello di liquido in ciascun serbatoio è descritta dalle equazioni

$$\begin{cases} \frac{d}{dt}h(t) = -\frac{a\sqrt{2g}}{A}\sqrt{h(t)} + \frac{1}{A}q_{in}(t) \\ q_{out}(t) = a\sqrt{2g}\sqrt{h(t)} \end{cases}$$

dove h rappresenta il livello di liquido nel serbatoio, q_{in} il flusso in ingresso, q_{out} il flusso in uscita, $A = 0.5 \text{ m}^2$, $a = 0.31944 \text{ m}^2$ rispettivamente la sezione del serbatoio e la sezione di apertura del condotto in uscita, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ l'accelerazione di gravità. Con riferimento alla figura, siano h_1 , h_2 i livelli di liquido nei serbatoi, q il flusso d'ingresso, q_1 , q_2 i flussi di uscita.



1. Supponendo che in condizioni nominali la portata di ingresso $q = q_n = 2 \text{ m}^3/\text{s}$, si determinino i livelli h_{1n} , h_{2n} all'equilibrio e si linearizzi il sistema attorno a tali valori di equilibrio.
2. Per il sistema linearizzato, si progetti mediante tecniche di posizionamento dei poli un compensatore dinamico che, basandosi sulla misura $y = q_2 - q_{2n}$ fornita da un sensore di portata, comandi il flusso di ingresso $u = q - q_{nom}$ in maniera tale da stabilizzare i livelli dei due serbatoi attorno al valore nominale. Si piazzino i poli del regolatore in $-\frac{1}{2}$ e quelli dell'osservatore in -4 .
3. Si descriva il compensatore come funzione di trasferimento da y a u .

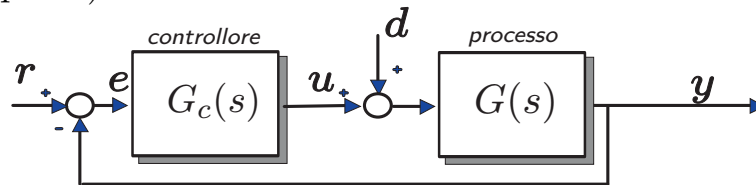
Esercizio 2 (9 punti)

Sia dato il sistema tempo discreto

$$\begin{cases} x(k+1) = \begin{bmatrix} 1 + \alpha^2 & 1 & -2\alpha & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha - \frac{1}{2} & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha + \frac{1}{2} \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u(k) \\ y(k) = \begin{bmatrix} -\alpha & 1 & -2\alpha & -4 \end{bmatrix} x(k) \end{cases}$$

Discutere al variare del parametro reale α la raggiungibilità, controllabilità e stabilizzabilità del sistema.

Esercizio 3 (7 punti)



Sia dato il sistema descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{3 - 0.1s}{s(1 + 2s + s^2)}$$

e siano y , u rispettivamente l'uscita e l'ingresso del sistema. Si supponga che sul sistema agisca un disturbo d sommato all'ingresso. Sia dato un regolatore $u = G_c(s)(r - y)$, dove

$$G_c(s) = \frac{68.58s^5 + 163.5s^4 + 403.6s^3 + 687.3s^2 + 479.5s + 102}{(s^3 + 4s)(s^6 + 8.43s^5 + 35.72s^4 + 102.4s^3 + 211.6s^2 + 312.5s + 323.4)}$$

ed r è il segnale di riferimento da inseguire.

Sapendo che il sistema ad anello chiuso è asintoticamente stabile, discutere se è in grado di inseguire un riferimento a rampa $r(t) = t$ e di rimuovere in regime stazionario disturbi sinusoidali $d(t) = \sin(2t)$.