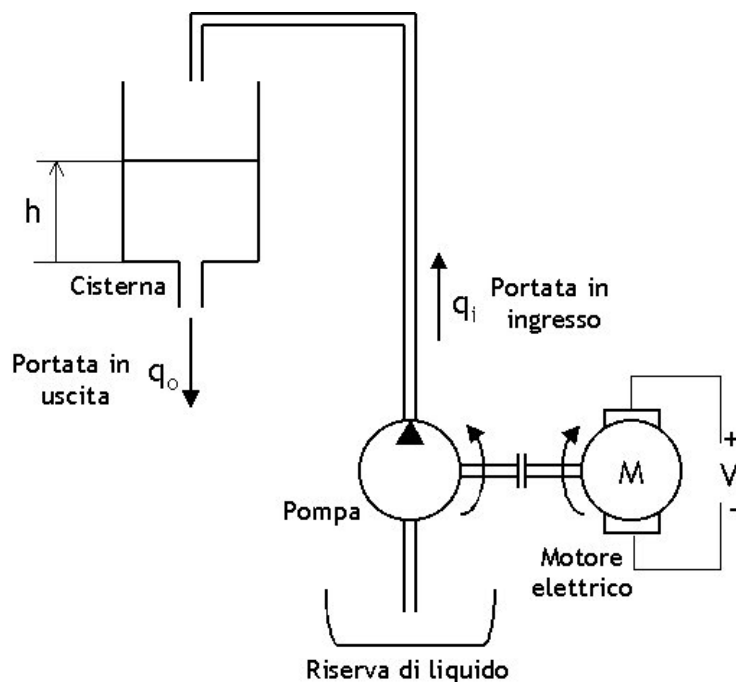


Corso di laurea in Ingegneria dell'Informazione  
 Prova di laboratorio di Fondamenti di Automatica

Svolgere i seguenti esercizi, facendo uso dei pacchetti MATLAB e SIMULINK. È richiesta una breve relazione, corredata del codice usato e dei grafici prodotti, con un commento dei passi svolti e dei risultati conseguiti. La relazione va spedita tramite posta elettronica in formato pdf all'indirizzo `schenato@dei.unipd.it`

Si consideri il seguente sistema di regolazione del livello di liquido in una cisterna:



La portata di ingresso  $q_i$  ( $[cm^3/s]$ ) alla cisterna è proporzionale, secondo una costante  $K_p$  ( $[cm^3/s/V]$ ), alla tensione applicata al motore elettrico, mentre la portata in uscita  $q_o$  ( $[cm^3/s]$ ) dipende dall'apertura dell'orifizio presente nel fondo della cisterna. Un sensore di pressione, presente sul fondo, misura la pressione esercitata dal liquido presente nella cisterna, rispetto alla pressione atmosferica: in questo modo, con cisterna vuota il sensore fornisce segnale nullo. Si assumano i seguenti dati per l'impianto:

- la sezione della cisterna abbia area pari a  $A_t = 13 \text{ cm}^2$
- la sezione dell'orifizio abbia area pari a  $A_o = 0.15 \text{ cm}^2$
- $K_p = 5.30$ , dove  $q_i = K_p V$

Scopo dell'impianto è quello di mantenere costante (entro certi livelli di tolleranza) il livello del liquido nella cisterna.

- a. verificare che l'equazione differenziale non lineare che lega la tensione  $V$  del motore all'altezza  $h$  del livello del liquido nella cisterna è:

$$\dot{h} = \frac{1}{A_t} (K_p V - A_o \sqrt{2gh})$$

dove  $g$  è l'accelerazione di gravità

- b. si linearizzi l'equazione che lega la variazione di tensione  $\Delta V$  sull'armatura del motore alla variazione di altezza del liquido  $\Delta h$  nella cisterna (dove  $V = V_0 + \Delta V$  e  $h = h_0 + \Delta h$ , e  $V_0, h_0$  individuano il punto di lavoro)

- c. si consideri il livello nominale  $h_0 = 28 \text{ cm}$ : calcolare il corrispondente valore di  $V_0$ . Successivamente, tracciare le risposte al gradino unitario del sistema linearizzato e non-lineare attorno al punto di lavoro determinato in precedenza. Dalla risposta al gradino, determinare la costante di tempo del sistema linearizzato
- d. si progetti un controllore PI che regoli la tensione  $V$  in modo da soddisfare le seguenti specifiche:
- tempo di assestamento:  $t_s < 5s$
  - sovravelazione alla risposta al gradino rispetto al segnale di riferimento  $r$  (in  $\Delta h$ ):  $\%M_p < 2.5$
  - l'incremento dell'input  $\Delta V$  rispetto a  $V_0$  dovuto alla risposta a gradino unitaria del riferimento sia  $\Delta V \leq 3 [\text{Volt}]$

Si consideri  $h_0 = 28 \text{ cm}$

- e. Tracciare le risposte al gradino del sistema controllato con il controllore PI progettato al punto precedente. Calcolare l'ampiezza della sovravelazione nella risposta al gradino rispetto ad  $r$ , il tempo di assestamento e il massimo incremento dell'input  $\Delta V$ . Si consideri  $h_0 = 28 \text{ cm}$ .

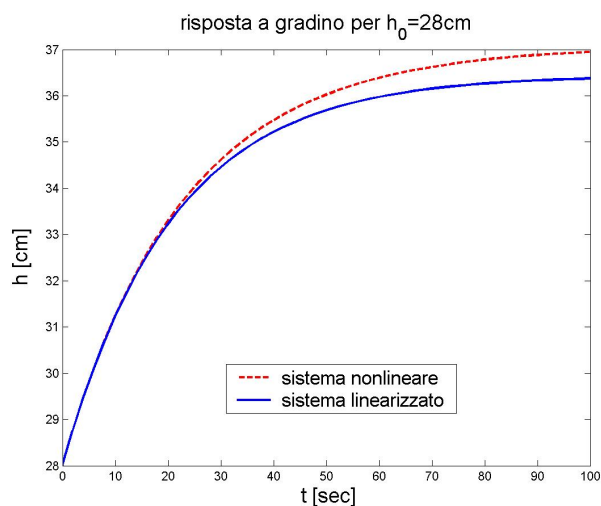


Figura 1: Risposta in catena aperta del sistema nonlineare e linearizzato per livello di equilibrio  $h_0 = 28 \text{ cm}$ .