

# FONDAMENTI DI AUTOMATICA - ESERCITAZIONE 8 e 9

Prof. Lalo Magni, Prof. Chiara Toffanin

## Abstract

Lo scopo dell'esercitazione è regolare il livello dell'acqua nella vasca attraverso un controllo proporzionale-integrale.

## Controllo della vasca: progetto di un controllore PI per la regolazione di livello

1. Utilizzando il modello linearizzato della cascata attuatore-vasca-trasduttore,

$$G(s) = -2.8668 \frac{1}{1 + 370.92s};$$

sintetizzare un regolatore PI tale che il sistema in anello chiuso abbia una banda passante 153 volte maggiore di quella del sistema sotto controllo.

2. Si costruisca uno schema Simulink che permetta di confrontare l'utilizzo del modello nonlineare e linearizzato della vasca nello schema di controllo.
3. Utilizzando lo schema precedente, si effettui una simulazione supponendo che il sistema sia inizialmente nel punto di funzionamento nominale caratterizzato
  - dal setpoint  $\bar{y}^o = 0.1$
  - dallo stato di equilibrio del modello nonlineare della vasca  $\bar{x} = 0.1$
  - dall'uscita di equilibrio del modello nonlineare della vasca  $\bar{y} = 2.3522$
  - dal valore di equilibrio della variabile di controllo  $\bar{u} = 2.9273$

e applicando l'ingresso  $y^o(t) = \bar{y}^o + 0.08sca(t - 200)$  (durata della simulazione: 2000 sec). In particolare, utilizzando lo schema a blocchi lineari:

- (a) calcolare analiticamente il valore dell'uscita di regime e verificare che sia coerente con la simulazione. L'errore a transitorio esaurito è nullo? Perché?
- (b) calcolare il tempo di assestamento e verificarlo tramite la simulazione;

4. Si inserisca il regolatore PI nello schema riportato in Figure 1, ove il passaggio manuale-automatico è effettuato

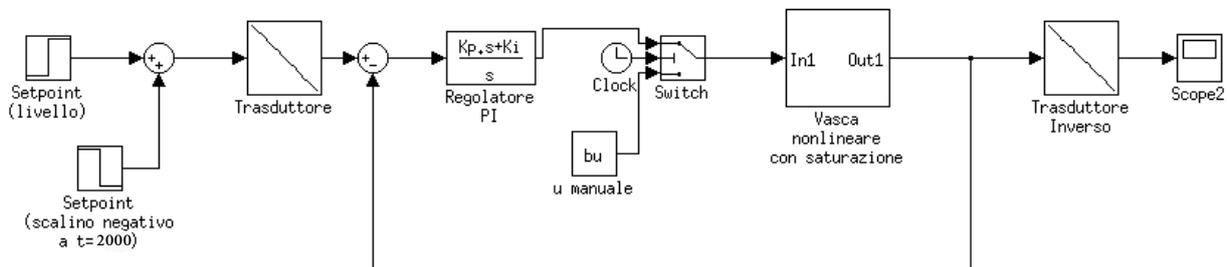


Figure 1: Schema di controllo con regolatore PI.

dal blocco "Switch" reperibile nella libreria Signal routing. L'orologio (blocco "Clock" reperibile nella libreria 'Sources) conta il tempo dall'inizio della simulazione e permette di commutare l'uscita del blocco "Switch" dal primo al terzo canale di ingresso ad un tempo prefissato. Si noti che il modello della vasca comprende ora una saturazione sulla tensione in ingresso caratterizzata da livello minimo e massimo pari a 0 e 5V, come mostrato in Figure 2. Il blocco "Saturation" si trova nella libreria Discontinuities. Si effettuino modifiche analoghe allo schema di controllo che utilizza il modello linearizzato della vasca.

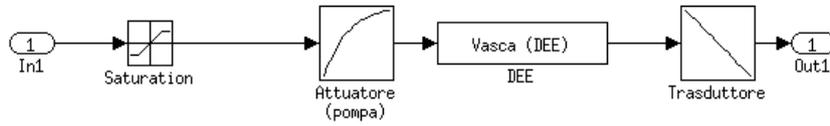


Figure 2: Schema a blocchi della vasca non lineare con saturazione

5. Effettuare una simulazione della durata di 6000 secondi quando:

- (a) lo stato iniziale del modello nonlineare della vasca è  $x(0) = 0.1$ ;
- (b) il controllo manuale è costante e pari all'ingresso  $\bar{u}$  di equilibrio;
- (c) all'istante  $\bar{t} = 500 \text{ sec.}$  si commuta al controllo automatico;
- (d) l'ingresso è  $y^o(t) = \bar{y}^o + 0.07\text{sca}(t - 2\bar{t}) - 0.16\text{sca}(t - 4\bar{t})$ .

Commentare in dettaglio l'andamento dell'uscita. Perché il livello scende dopo il passaggio manuale-automatico? Variare  $\bar{t}$  e commentare l'effetto sul passaggio manuale-automatico. Con  $\bar{t} = 500 \text{ sec.}$ , cosa succede al livello dell'acqua a causa dello scalino negativo al tempo  $4\bar{t}$ ?

6. Si faccia ora una realizzazione industriale del controllore PI comprensiva di desaturazione e passaggio manuale-automatico. Si effettui la stessa simulazione del punto precedente e si commentino i risultati.