

# CONTROLLI AUTOMATICI - ESERCITAZIONE 6

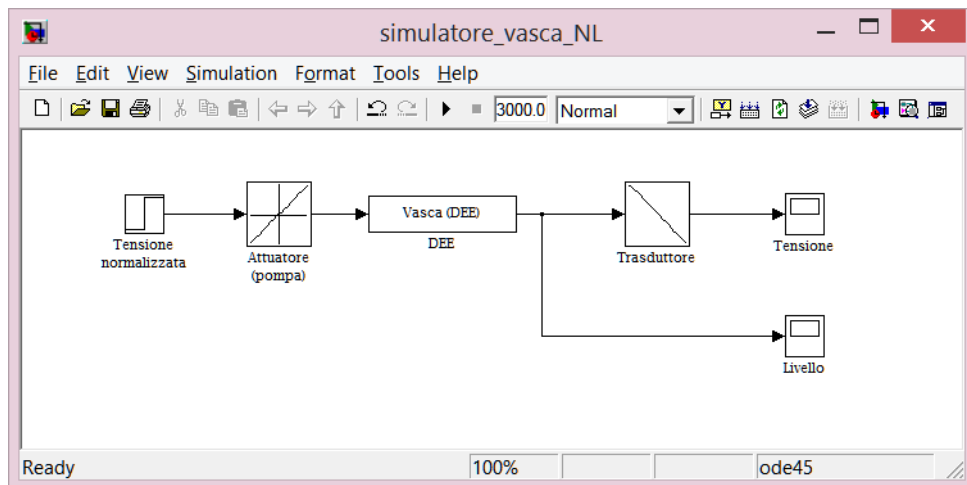
Prof. Lalo Magni, Prof. Chiara Toffanin

## Abstract

Lo scopo dell'esercitazione è introdurre il sistema vasca utilizzato in laboratorio e creare un simulatore di confronto tra non lineare e linearizzato.

## Controllo della vasca: simulazione e linearizzazione dell'impianto

Il sistema comprensivo di attuatore, vasca e trasduttore può essere rappresentato tramite lo schema Simulink in figura



ove “Attuatore” e “Trasduttore” sono blocchi di tipo `Lookup table` ed effettuano l'interpolazione lineare dei dati sperimentali. I file principali possono essere scaricati dal sito del corso.

Il blocco DEE contiene il modello della vasca descritto in modo dettagliato nel file `vasca.pdf`.

1. Simulare la risposta del sistema all'ingresso  $3.2sca(t)$  con  $x(0) = 0$  (stato iniziale: livello a 0 ovvero 9.5 cm di acqua nella vasca), durata della simulazione: 3000 sec.

A che livello si porta l'acqua nella vasca? Perché l'uscita decresce?

Si ricorda che il sensore è montato in cima alla vasca.

**Consigli:** Si suggerisce di definire le costanti del modello ed i valori da inserire nelle lookup tables in un file `.m` come il file `vettori_vasca.m` scaricabile dal sito.

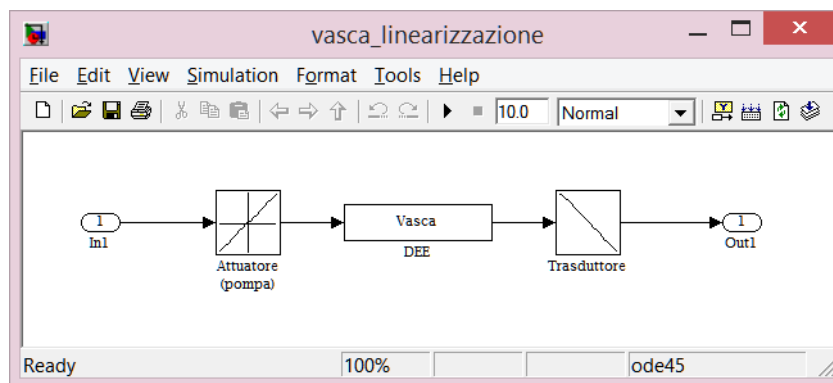
```
%% Costanti del modello della vasca
Area=0.08;
Au=43*1e-6;
g=9.81;
hu=-0.095;
% Lookup table attuatore (pompa)
% Tensioni normalizzate
Tn_A=0:0.5:5;
% Portata volumetrica
Q_A=1e-6*[0 8.8 24.6 42.0 57.1 72.4 86.1 102.3 117.6 132.0 144.9];
% etc ...
```

Nei blocchi Simulink si possono utilizzare i nomi delle variabili, una volta che queste sono presenti nel workspace di Matlab.

2. Con riferimento alla cascata attuatore-sistema-trasduttore, si calcolino l'ingresso  $\bar{u}$  e l'uscita  $\bar{y}$  di equilibrio corrispondenti ad un livello d'equilibrio dell'acqua di 0.1 m. Si linearizzi il sistema attorno al punto di equilibrio e

si calcoli la funzione di trasferimento.

**Consigli:** Si crei lo schema nella figura sottostante e lo si salvi col nome `vasca_linearizzazione`.



Le grandezze di equilibrio possono essere calcolate col comando

```
[bx,bu,by,dx] = trim('vasca_linearizzazione',bx,[],[],1)
```

ove `bx` è lo stato di equilibrio desiderato (digitare `help trim` per ulteriori dettagli).  
Il sistema linearizzato si ricava col comando

```
[A,B,C,D]=linmod('vasca_linearizzazione', bx,bu)
```

3. Si imposti uno schema Simulink per confrontare le uscite del modello nonlineare e di quello linearizzato quando lo stato iniziale del modello nonlineare è quello di equilibrio (si ricordi che il modello linearizzato utilizza le *variazioni* dei segnali rispetto ai valori di equilibrio). In particolare, si confrontino le risposte agli ingressi:

- $\bar{u} + 0.01\bar{u} \text{ sca}(t - 10)$
- $\bar{u} + 0.1\bar{u} \text{ sca}(t - 10)$

In quale caso la risposta del modello lineare approssima meglio quella del modello nonlineare? Perché?

## Riferimenti istruzioni e funzioni Matlab e Simulink

- `sources`: segnali di ingresso;
- `continuous`: blocchi per definire sistemi LTI a tempo continuo;
- `sinks`: blocchi per visualizzare un segnale;
- `math operations`: operazioni algebriche su segnali;
- `dee` (dal prompt di Matlab): editor di equazioni differenziali;
- `tf(sist)`: calcolo della funzione di trasferimento.