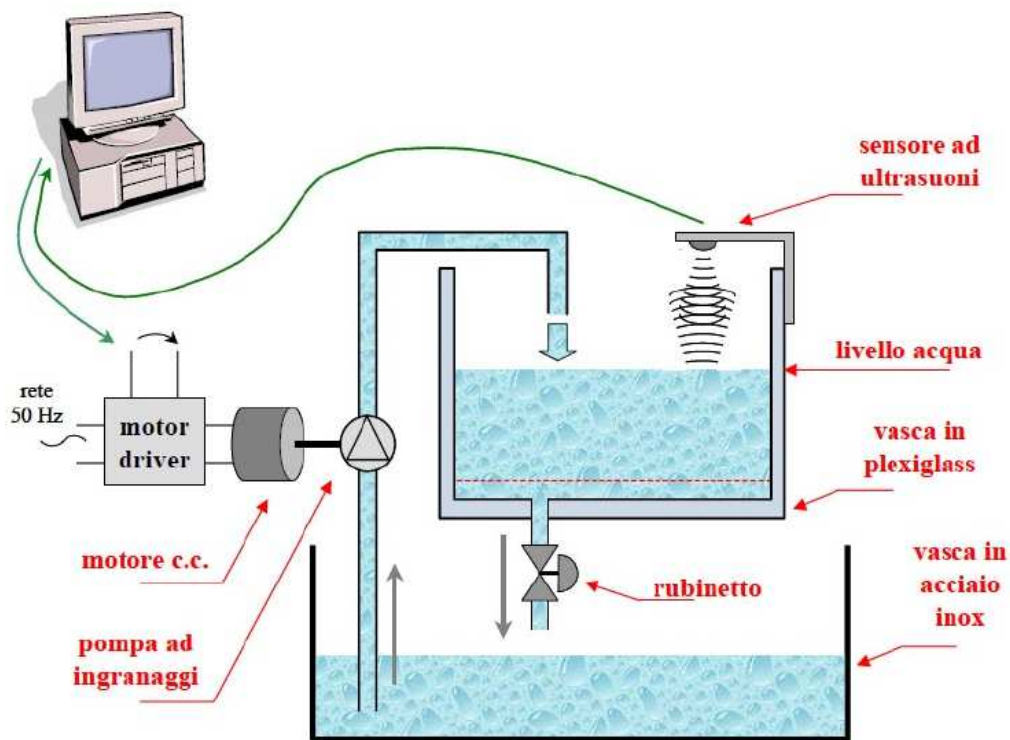


Controllo del livello di una vasca

1 Descrizione dell'impianto

L'impianto è formato da una vasca della capacità di circa 25 litri al bordo di cui si trova una pompa volumetrica ad ingranaggi da $250 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ nominali che consente di immettere acqua. La vasca è inoltre dotata di un rubinetto, sul proprio fondo, che ne consente il completo svuotamento. All'interno è montato un sensore di livello (ad ultrasuoni). Tutto il complesso è montato al di sopra di una seconda vasca in che svolge la funzione di bacino di raccolta.



Obiettivo

Progettare e testare un opportuno controllo automatico del livello h dell'acqua nella vasca superiore. A tale scopo la variabile di controllo è la portata volumetrica q_e in ingresso alla vasca. Si assume che il rubinetto venga mantenuto completamente aperto. Il punto di funzionamento nominale è definito da un livello di acqua nella vasca pari a $h = 0.10 \text{ m}$.

2 Modello del sistema

2.1 Bilancio di massa

Il modello fisico del sistema si ottiene facendo il bilancio delle masse e risulta essere:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{1}{A}(q_e - A_u\sqrt{2g(h - h_u)}).$$

Il livello zero dell'acqua nella vasca è misurato ad altezza $-h_u$ rispetto al fondo della stessa, dove è presente un dispositivo di riscaldamento che occupa spazio e interferisce con le misure del sensore. Il livello zero è rappresentato in figura da una linea rossa tratteggiata.

2.2 Dimensionamento dell'impianto

Vasca superiore in policarbonato		
larghezza	0.4 m	
profondità	0.2 m	
altezza	0.35 m	
h_u	-0.095 m	livello del fondo della vasca superiore rispetto allo 0
A	0.08 m ²	area di fondo

Rubinetto vasca superiore		
A_u	43 · 10 ⁻⁶ m ²	sezione utile

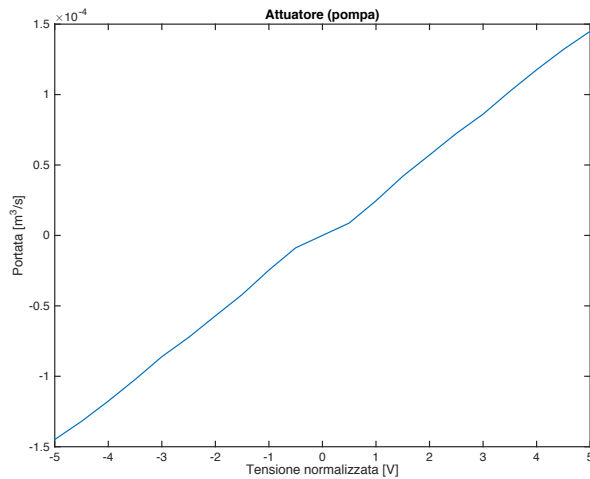
Pompa di ingresso		
Q_e^{max}	166.7 · 10 ⁻⁶ m ³ /s	portata massima nominale

Costanti fisiche		
ρ	1000 kg/m ³	densità dell'acqua
g	9.81 m ² /s	accelerazione di gravità

2.3 Attuatori e trasduttori dell'impianto

2.3.1 Pompa di immissione

La pompa per l'immissione di acqua nel processo è di tipo volumetrico ad ingranaggi ed è azionata da un motore in corrente continua pilotato con un driver a comando PWM (pulse width modulation). Il segnale di comando del driver è caratterizzato da un segnale in tensione di bassa potenza, variabile fra 0 e 24 Volt. Nel grafico in figura di seguito è rappresentato il legame statico tra tensione normalizzata e portata volumetrica. Si supponga che il legame dinamico sia trascurabile così come il ritardo introdotto dal cammino esistente tra la pompa e la vasca.



2.3.2 Transcaratteristica del trasduttore di livello ad ultrasuoni

Il sensore ad ultrasuoni si basa sulla misura del tempo impiegato da un'onda ultrasonica a percorrere la distanza tra l'emettitore e la superficie riflettente del fluido. Il sensore emette in successione brevi impulsi ultrasonici che vengono riflessi dalla superficie del fluido; l'intervallo temporale che intercorre tra l'emissione e il ritorno dell'impulso è proporzionale alla distanza percorsa. Nella figura di seguito è rappresentato il legame statico tra livello e tensione normalizzata. Anche in questo caso si può trascurare il legame dinamico.

