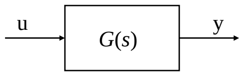
Il Problema del Controllo

Dato un sistema



si vuole far sì che si comporti in modo desiderato.

Se il modello fosse esatto e avesse solo ingressi manipolabili (comandi) il problema sarebbe concettualmente semplice.

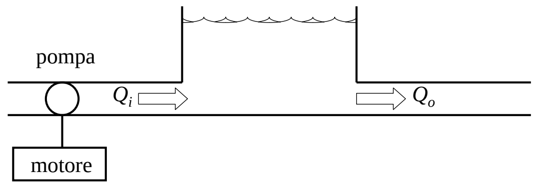
Però ci sono

- ingressi non manipolabili (disturbi)
- incertezze parametriche
- errori di modello

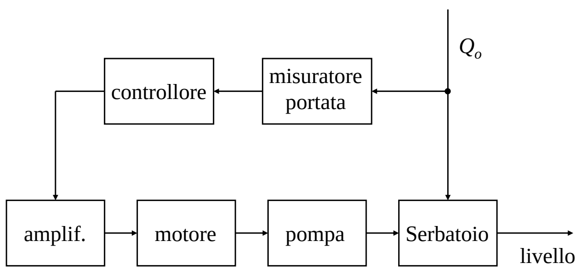
Possibile strategia per eliminare i disturbi: misurarli e aggiungere un segnale che compensi il disturbo.

Esempio:

si vuole mantenere costante il livello nel serbatoio

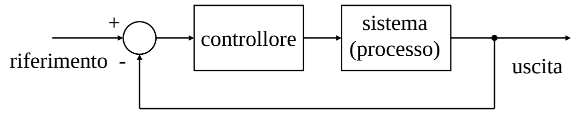


Si misura la portata in uscita per comandare il motore della pompa.



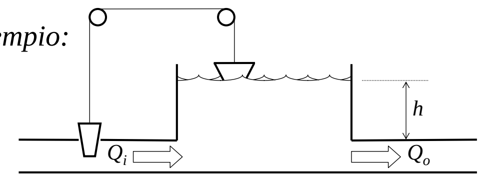
La strategia di controllo in catena aperta può funzionare quando si hanno disturbi misurabili, **ma fallisce quando i disturbi non sono misurabili.**

Controllo in Catena Chiusa



L'uscita effettiva viene confrontata con l'uscita desiderata. In base allo scostamento tra i due valori si opera sul sistema.

Esempio:



Dinamica del sistema (processo):

$$\pm \frac{dh}{dt} \mid Q_i \; 4 \; Q_0$$

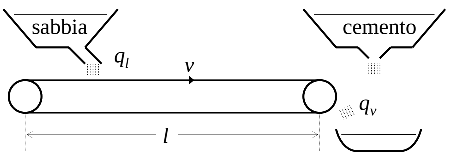
$$Q_i \mid k_v \; \int a \quad \begin{cases} \text{proporzionalità tra flusso } Q_i \\ \text{in ingresso e apertura } a \text{ della valvola} \end{cases}$$

$$\div h \mid h \; 4 \; h_0$$
$$a \mid a_0 \; 2 \; K_\pi \div h$$

a_0 è l'apertura della valvola quando h=h_0 e serve per garantire un flusso in condizioni di equilibrio.

Si ipotizza che Q_o sia sempre positivo e che possa variare attorno ad un certo valore che è quello che si ha in ingresso quando l'apertura della valvola è a_0.

Esempio:



Supposto costante il flusso di cemento anche quello della sabbia deve essere costante e pari a q_d.

q_v è la variabile da controllare.

Posto che la velocità v del nastro sia costante si può solo variare la bocca di apertura del silos facendo variare q_l;

se non ci fossero perdite

$$q_v = q_l = q_d$$

con le perdite

$$q_v(t) = q_l(t\text{-}T) - q_p(t)$$

dove T è il ritardo introdotto dal nastro.

Supponiamo noto e pari a $\bar{q}_p$ il valore medio delle perdite, allora:

Anello aperto

$$q_l = q_d + \bar{q}_p$$

Ma in generale $\bar{q}_p \neq q_p(t)$ e quindi $q_v(t) \neq q_d$

Anello chiuso

$$q_l = q_d + \bar{q}_p$$

ma se, quando $q_v(t) \neq q_d$, si fa variare q_l in modo proporzionale allo scarto $q_d - q_v$

$$q_l(t) = [q_d + \bar{q}_p] + k(q_d - q_v(t))$$

Siccome

$$q_v(t) = q_l(t - T) - q_p(t)$$

risulta

$$q_v(t) = (q_d + \bar{q}_p) + k(q_d - q_v(t - T)) - q_p(t)$$

se le perdite sono costanti (ma non pari a $\bar{q}_p$), posto $q_p(t) = \tilde{q}_p =$ cost. risulta $q_v(t) = \tilde{q}_v =$ cost.

$$\tilde{q}_v(t) = q_d + \bar{q}_p + k(q_d - \tilde{q}_v) - \tilde{q}_p$$

Da cui

$$\tilde{q}_v(1 + k) = (1 + k)q_d + \bar{q}_p - \tilde{q}_p$$

e quindi

$$\tilde{q}_v = q_d + \frac{1}{1 + k}[\bar{q}_p - \tilde{q}_p]$$

ad anello aperto si otterrebbe

$$\tilde{q}_v = q_l - \tilde{q}_p = q_d + [\bar{q}_p - \tilde{q}_p]$$