

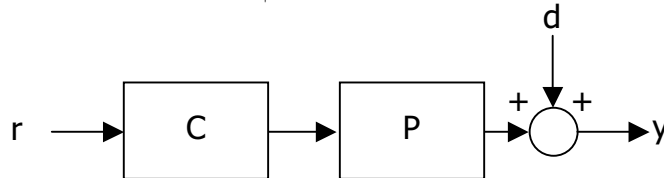
VANTAGGI DEL CONTROLLO IN RETROAZIONE

(a cura di Matteo Marano)

Cerchiamo di capire quali sono i vantaggi che si ottengono utilizzando un controllo in retroazione.

- Disturbo sull'uscita:

Consideriamo un sistema di controllo a catena aperta:



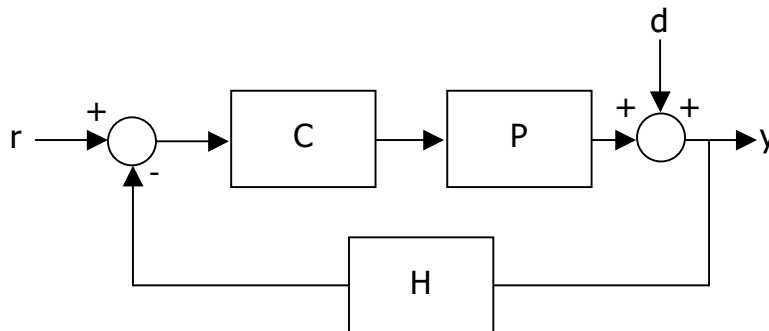
ci domandiamo: come il disturbo influisce sull'uscita?

Calcolando l'uscita si ottiene:

$$y = CPr + d$$

coè il disturbo si somma inalterato all'uscita

Consideriamo un sistema di controllo a catena chiusa:



Calcolando l'uscita si ottiene:

$$y = \frac{CP}{1+CPH} r + \frac{1}{CPH} d$$

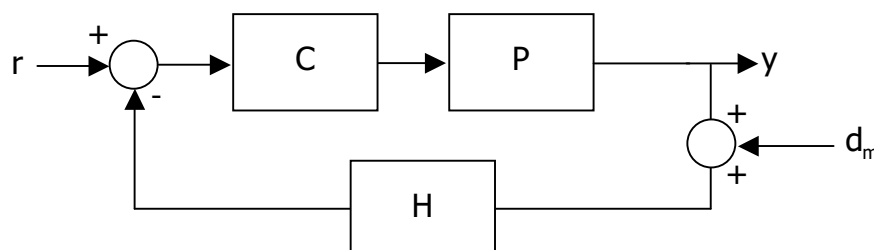
se $CPH \gg 1$ l'effetto del disturbo sull'uscita sarà ridotto.

Primo vantaggio: il controllo in retroazione permette di diminuire l'effetto del disturbo sull'uscita.

Nota: impiego del sensore (f.d.t. **H**)

Vediamo qual'è l'effetto di un disturbo di misura (introdotta dal sensore) sull'uscita.

Utilizziamo lo schema:



calcoliamo l'uscita:

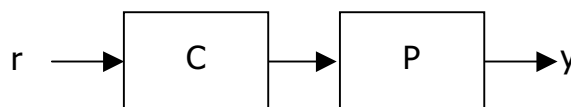
$$y = \frac{CP}{1+CPH}r - \frac{CPH}{1+CPH}d_m$$

se $CPH \gg 1$ il disturbo di misura tenderà a passare inalterato sommandosi all'uscita.

Per quanto visto prima nella sintesi di sistemi di controllo in retroazione si cerca di separare in bande differenti i riferimenti e i disturbi di misura (in genere $B_r < B_{d_m}$). Si cerca di ottenere CPH grande in B_r e piccolo in B_{d_m} in maniera da ottenere un migliore inseguimento del riferimento e un'attenuazione del disturbo. E' chiaro che nel controllo a c.a. non ho bisogno di sensori dunque il problema dei disturbi di misura non si pone.

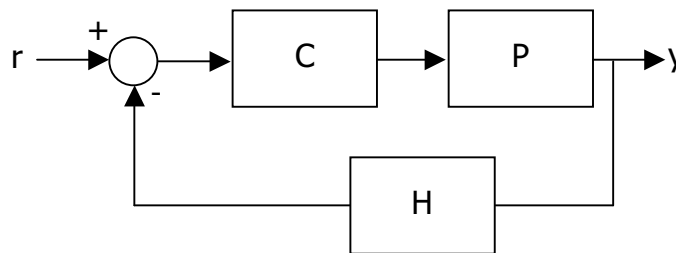
- Sensibilità alle variazioni parametriche

Dato lo schema di controllo a c.a.



chiameremo $W_0 = CP$

Dato lo schema di controllo a c.c.



chiameremo $W_C = \frac{CP}{1+CPH} \left(= \frac{F_{y/u}}{1-F_{D'ANELLO}} \right)$ dove con u si indica l'ingresso al compensatore.

In generale il plant da controllare può essere anche funzione di un qualche parametro variabile: $P(s, \alpha)$

Ci chiediamo: come varia $P(s, \alpha)$ al variare del parametro α ?

Definiamo la funzione sensitività come: $S_W^\alpha = \frac{\frac{\partial W}{\partial \alpha}}{\frac{W}{\alpha}} = \frac{\partial W}{\partial \alpha} \frac{\alpha}{W}$

indicando con la notazione S_W^α le variazioni di W rispetto al parametro α .

Consideriamo prima il controllo a c.a.:

$$S_{W_0}^\alpha = \frac{\partial W_0}{\partial \alpha} \frac{\alpha}{W_0} = \frac{\partial [CP(s, \alpha)]}{\partial \alpha} \frac{\alpha}{CP} = \frac{\partial P(s, \alpha)}{\partial \alpha} \frac{\alpha}{P} = S_P^\alpha$$

$$\boxed{S_{W_0}^\alpha = S_P^\alpha}$$

Il controllo a c.a. non varia la sensitività del sistema.

Vediamo cosa succede a c.c.

$$S_{W_c}^\alpha = \frac{\partial W_c}{\partial \alpha} \frac{\alpha}{W_c} = \frac{\partial \left[\frac{CP}{1+CPH} \right]}{\partial \alpha} \frac{\alpha(1+CPH)}{CP} = \frac{\partial \left[\frac{CP}{1+CPH} \right]}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial \alpha} \frac{\alpha(1+CPH)}{CP} =$$

$$= \frac{C(1+CPH) - C^2PH}{(1+CPH)^2} \frac{\alpha(1+CPH)}{CP} = \frac{C\alpha}{P(1+CPH)} \frac{\partial P}{\partial \alpha} = \frac{1}{1+CPH} S_P^\alpha$$

$$S_{W_c}^\alpha = \frac{1}{1+CPH} S_P^\alpha$$

se $CPH \gg 1$ la sensitività delle variazioni parametriche di P rispetto ad α a c.c. diminuisce di un fattore $\frac{1}{1+CPH}$ rispetto a quanto si ottiene a c.a.

Secondo vantaggio: il controllo in retroazione permette di diminuire la sensitività alle variazioni parametriche del plant.

Nota: impiego del sensore (f.d.t. H)

In generale anche il sensore può essere funzione di un qualche parametro variabile: $H(s, \beta)$

Analizziamo l'effetto delle variazioni del parametro di $H(s, \beta)$ (solo a c.c. poiché a c.a. non c'è sensore):

$$S_{W_c}^\beta = \frac{\partial W_c}{\partial \beta} \frac{\beta}{W_c} = \frac{\partial W_c}{\partial H} \frac{\partial H}{\partial \beta} \frac{\beta}{W_c} = \frac{-C^2P^2}{(1+CPH)^2} \frac{\partial H}{\partial \beta} \frac{\beta(1+CPH)}{CP} \frac{H}{H} = -\frac{CPH}{1+CPH} S_H^\beta$$

$$S_{W_c}^\beta = -\frac{CPH}{1+CPH} S_H^\beta$$

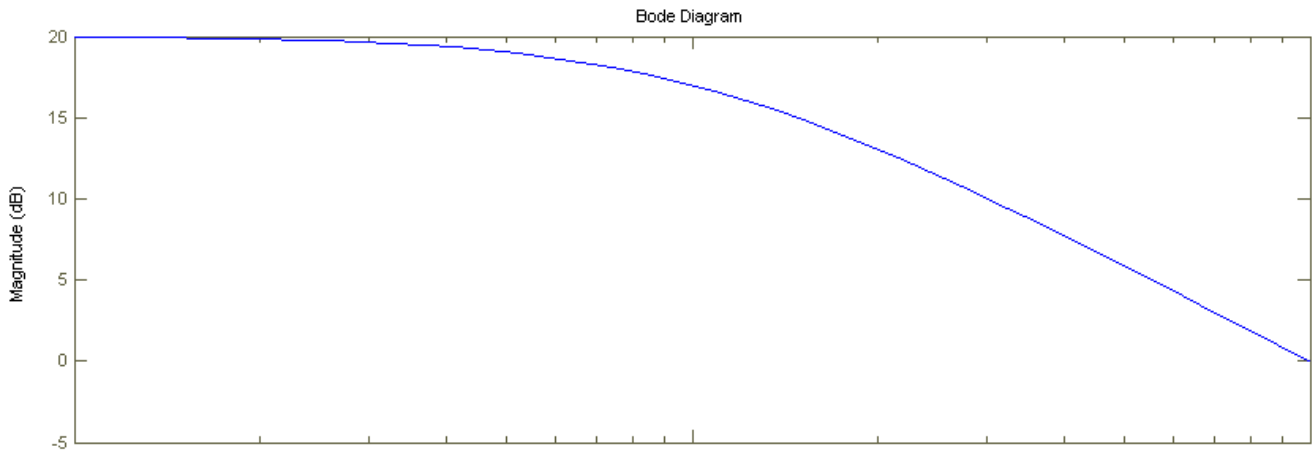
gli eventuali errori del sensore vengono riportati in uscita.

Per questo motivo il convertitore A/D deve essere molto preciso. Mentre l'attuatore D/A può anche funzionare con un solo bit.

- Banda passante

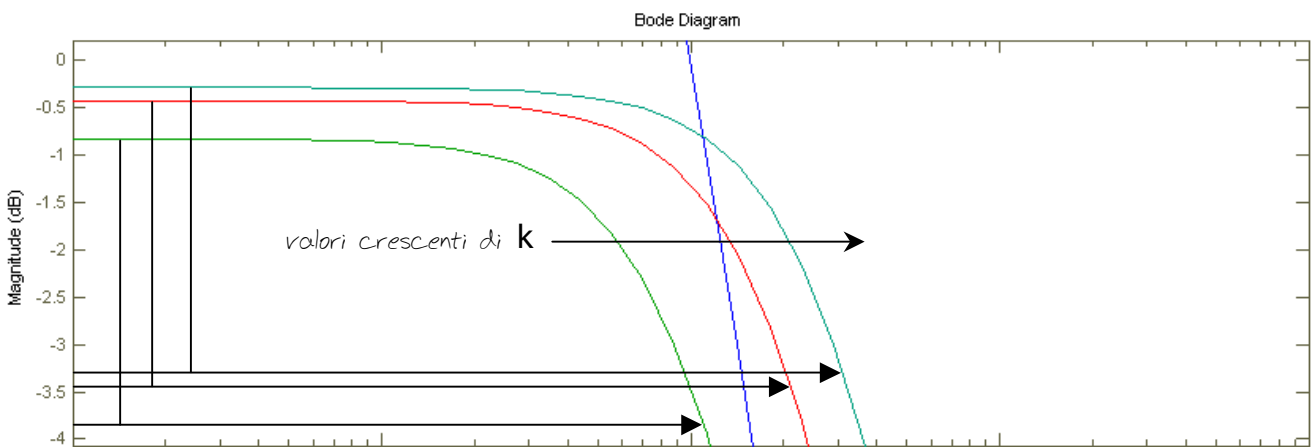
Supponiamo di avere $P(s) = \frac{10}{s+1}$

Il diagramma dei moduli vale:



Se retroazioniamo il sistema con un guadagno k otteniamo:

$$W(s) = \frac{10k}{s+10k+1}$$



Nel diagramma sopra sono tracciati i moduli di P (tratto blu) e di W per valori di $k = i, i=1,2,3$.

Da notare come la banda passante si allarga all'aumentare del guadagno $k > 1$. Inoltre è facile rendersi conto che per le basse frequenze $W \rightarrow 1$ mentre per le alte frequenze $W \rightarrow CP$.

Terzo vantaggio: il controllo in retroazione permette di allargare la banda passante.

I vantaggi della retroazione possono essere cos' riassunti:

- attenuazione dei disturbi
- diminuzione della sensitività rispetto alle variazioni parametriche
- allargamento della banda passante

Lo svantaggio consiste nell'utilizzo del sensore che, principalmente, vincola le prestazioni in termini di attenuazione del disturbo.