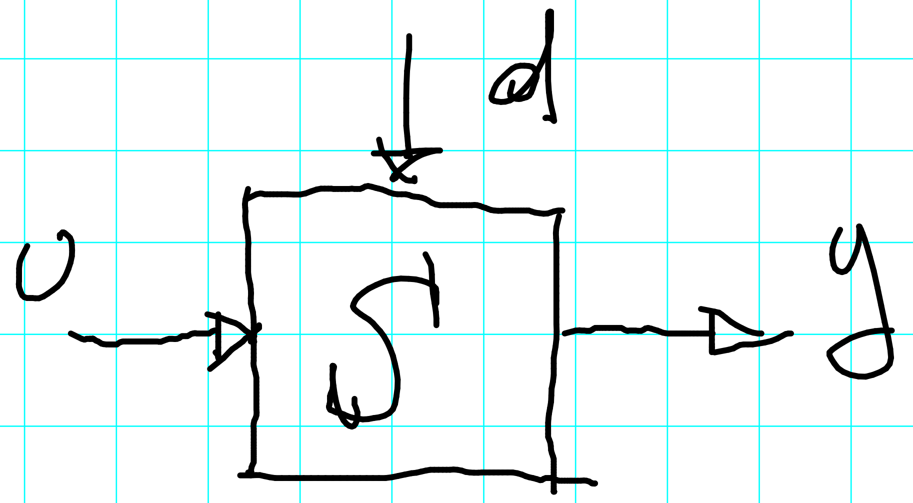
09/03/2020

IL PROBLEMA DEL CONTROLLO

w



S: sistema da controllare
u: variabili di controllo o in generale d'ingresso
y: variabili d'uscita
w: andamento desiderato di y o segnale/i di riferimento o set point
d: disturbi

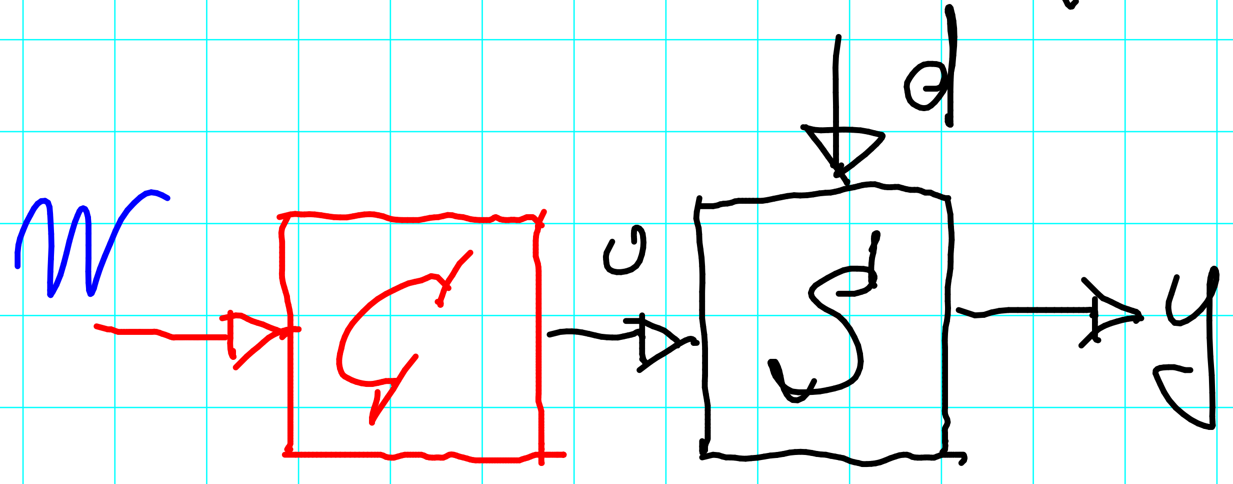
OBIETTIVO:

$y \simeq w$ nonostante d e nonostante una conoscenza potenzialmente imperfetta di S

STRATEGIE DI CONTROLLO

1) Controllo in anello aperto (AA)

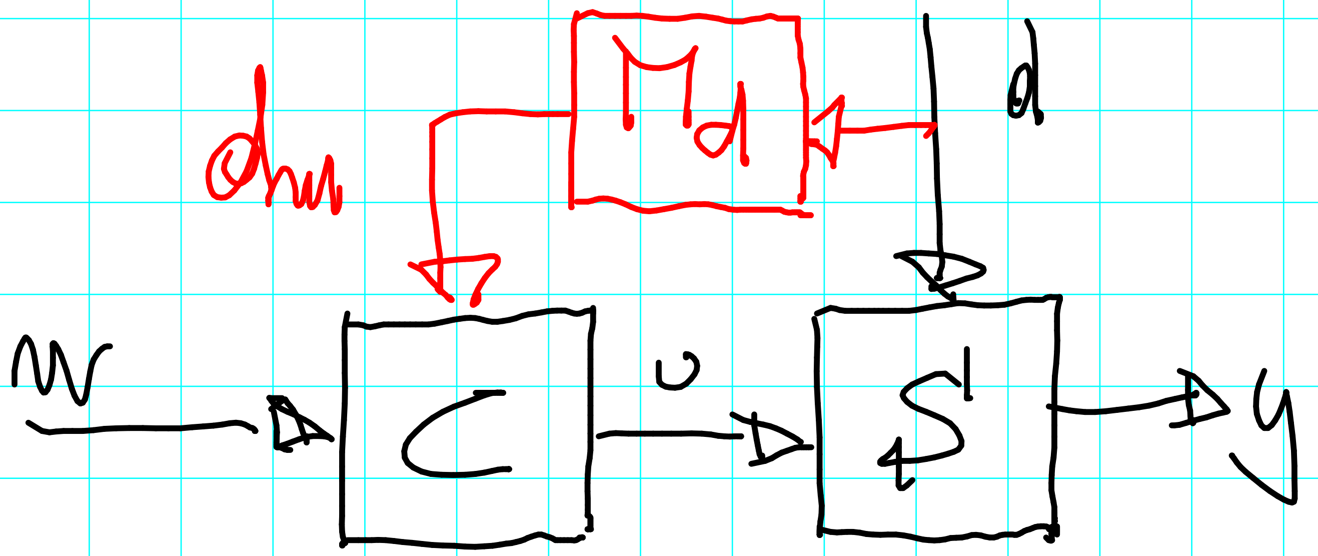
$\mathcal{C}$: controllore



NON SA cosa succede su y e non conosce d

Funziona se il legame $u \to y$ è esattamente noto e se non ci sono disturbi

2) AA con compensazione del disturbo (se misurabile)



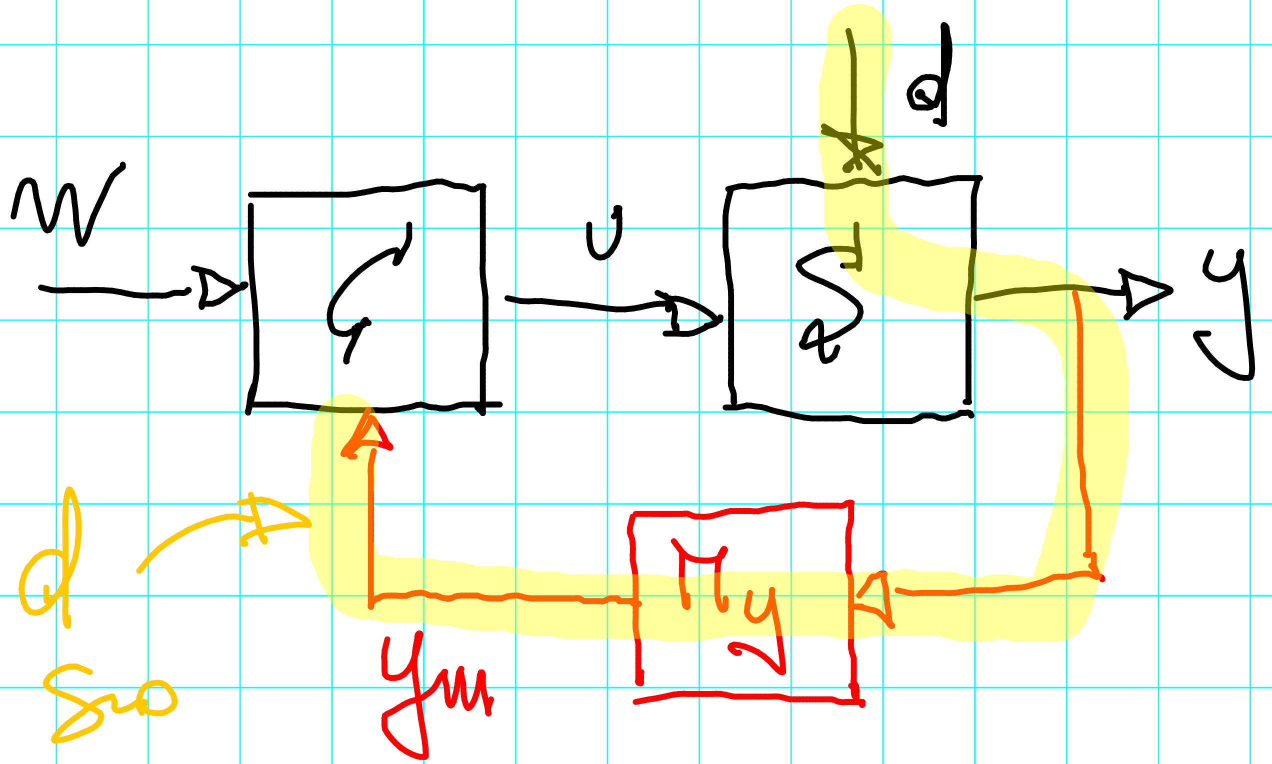
M_d: misuratore del disturbo

d_m: misura di d

ma vede y ma vede d (d_m)

Funziona se il legame $(u, d) \to y$ è esattamente noto e se $d_m = d$

3) Controllo in anello chiuso (AC) o in retroazione o Feedback



C "conosce" d tramite il suo effetto su y

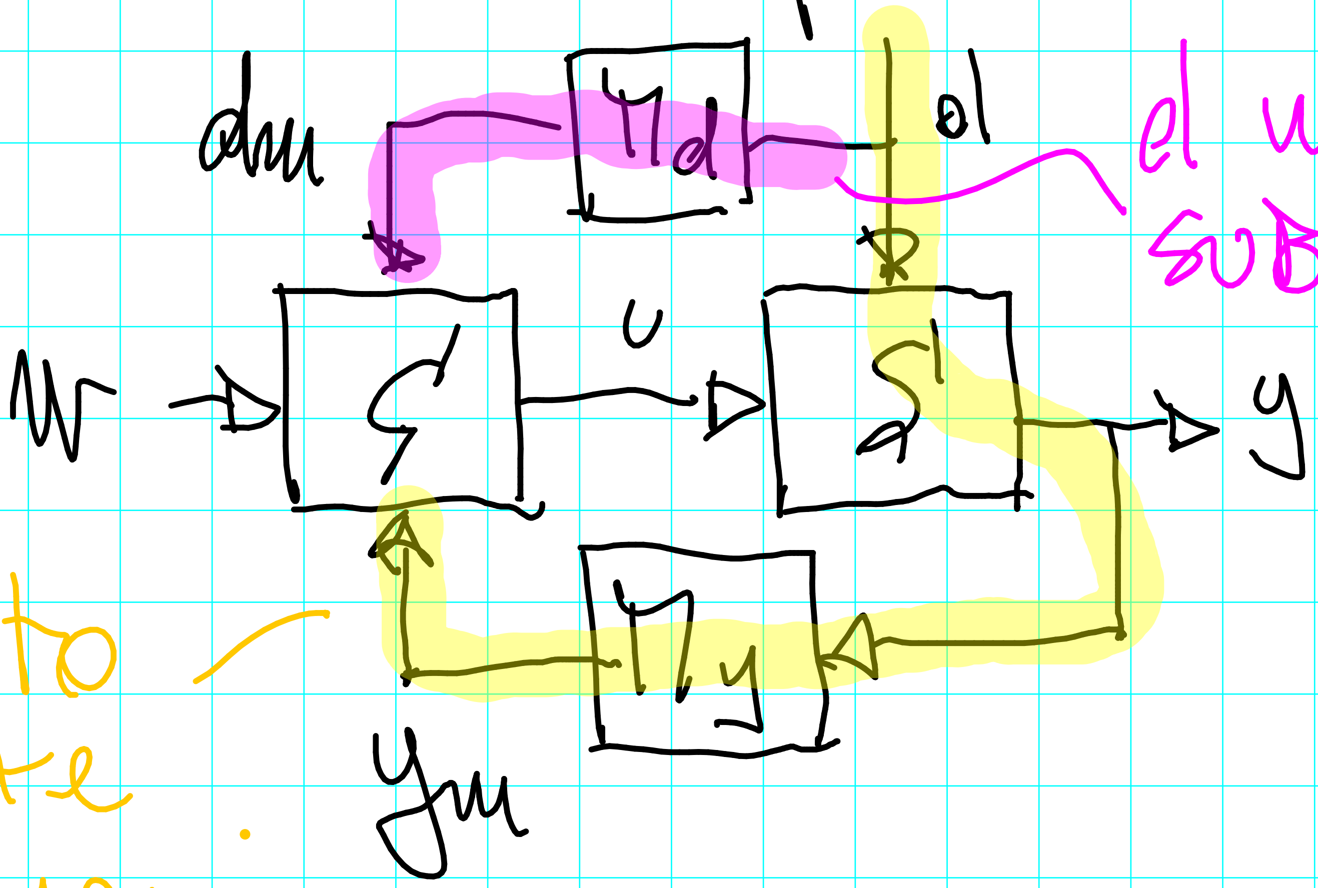
M_y, y_m: misuratore e misura di y

Può contrastare disturbi ed errori di modello perchè C ne vede gli effetti tramite y_m

Naturalmente occorre sempre $y_m = y$

NOI REGOLIAMO MISURE

4) AC con compensazione del disturbo



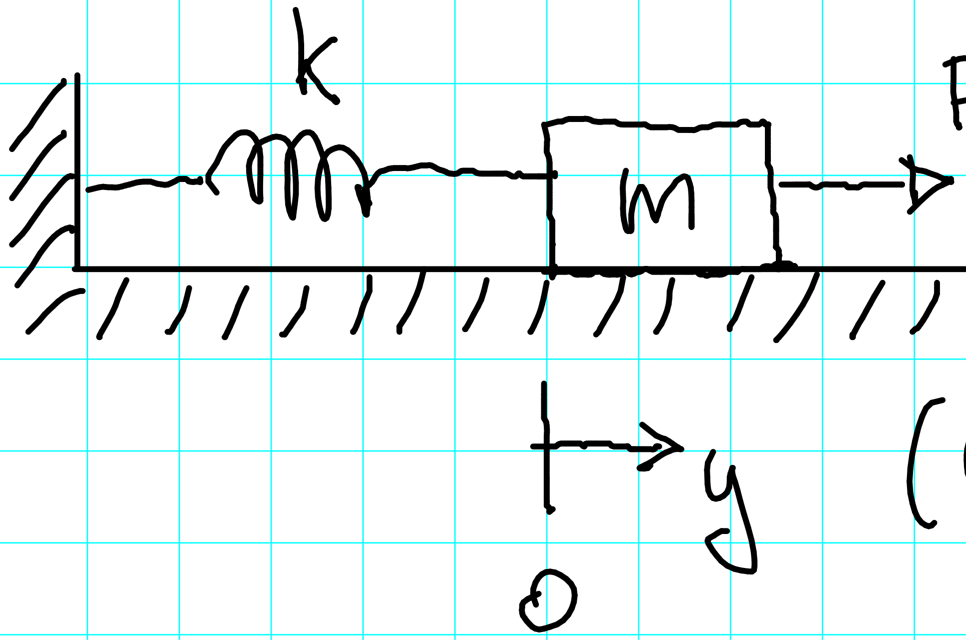
d visto SUBITO

d visto tramite la dinamica di S'

Come caso precedente ma più pronto nel reagire a d

NB la precisione di Md conta meno di quella di My

ESEMPIO



$F = u$ (è l'ingresso, lo imponiamo al sistema)

(uscita)

$$F_{molla} = -k y \qquad k, h > 0$$

$$F_{attrito} = -h \frac{dy}{dt} = -h \dot{y}$$

$$\left(\dot{\ } = \frac{d}{dt} \ , \quad \ddot{\ } = \frac{d^2}{dt^2} \right)$$

① modello statico (all'equilibrio)

vel. nulla $\Rightarrow F_{attrito} = 0$ $\qquad F + F_{molla} = 0$

$\bar{F} - k\bar{y} = 0$ ← valore di equilibrio

$\bar{y} = \dfrac{\bar{F}}{k}$ $\qquad (\bar{F}$ costante$)$

desiderato

Quindi se voglio $y = y^0$ dovrò applicare $F = k y^0$

- Controllo in AA supponendo che $K = K_n + \Delta K$

$\uparrow$ nominale $\quad \uparrow$ incognito

Applicherò $F = K_n y^0$

e otterrò $y = \dfrac{F}{K_n + \Delta K} = \dfrac{K_n}{K_n + \Delta K} y^0$

QUINDI

errore di modello $(\Delta K) \Rightarrow$ errore nel controllo $(y \neq y^0)$

$$\frac{y - y^0}{y^0} \simeq - \frac{\Delta K}{K}$$

- **ESEMPIO** di controllo in AC

$$\underset{\text{v. di controllo}}{F} = \underset{\text{Proporzionale}}{\alpha} \underbrace{(y^{o} - y)}_{\text{dell'errore}} \qquad \alpha > 0$$

Ottengo

$$y = \frac{F}{K_n + \Delta K} = \frac{\alpha(y^\circ - y)}{K_n + \Delta K}$$

$$\dots \quad \underbrace{\frac{y - y^\circ}{y^\circ}}_{\text{errore normalizzato}} = \frac{K}{K + \alpha}$$

① se $K = K_n$ ho errore $\neq 0$

② però con α abbastanza grande posso rendere l'errore piccolo a piacere (...)

possibili problemi di stabilità, ne parleremo + avanti

QUINDI

controllo in AA basato solo su modello (K_u) — $e = 0$ se modello esatto, se no non si può contrastare l'incertezza

" " AC basato su misure (y° - y) — può essere $e \neq 0$ anche con modello esatto, ma può rendere errore piccolo (quasi) a piacere

(2) Vediamo ora il movimento ⇒ modello DINAMICO

$$m \cdot \text{accelerazione} = \sum \text{Forze}$$

$$m\ddot{y} = F - ky - h\dot{y}$$

Cioè $m\ddot{y}(t) + h\dot{y}(t) + k\,y(t) = F(t)$ $\quad t$ tempo

- AA: $F(t)$ non dipende da $y(t)$
  $\Rightarrow$ l'integrale generale non cambia $\forall F(t)$

- AC: se PER ESEMPIO

$$F(t) = \alpha\left(y^{o}(t) - y(t)\right) + \beta\,\dot{y}(t)$$

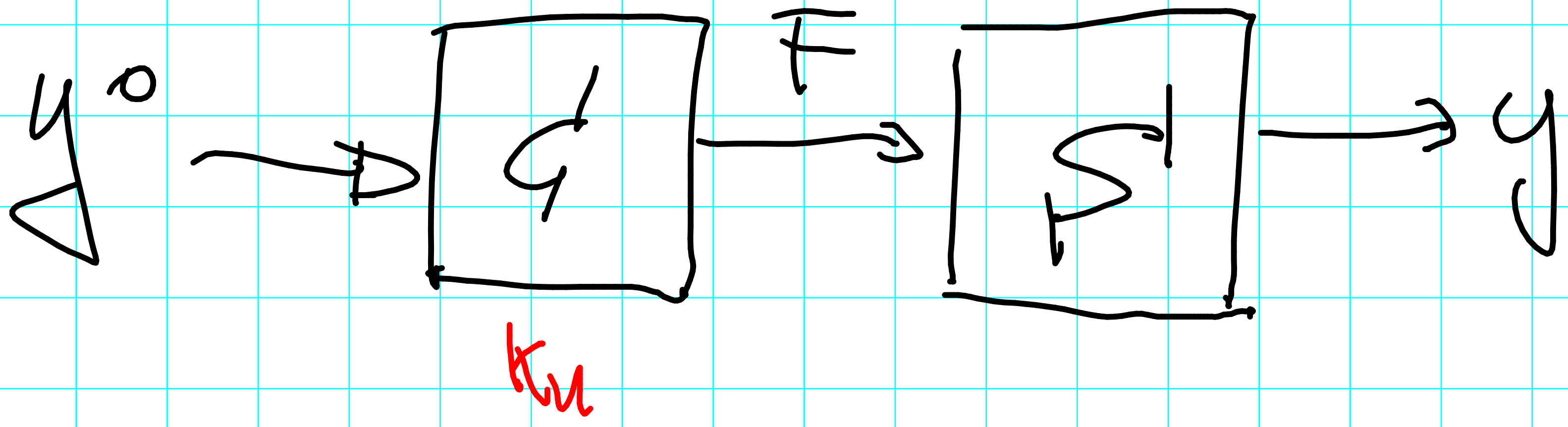
$$m\ddot{y}(t) + h\dot{y}(t) + k\,y(t) = \alpha\left(y^{\circ}(t) - y(t)\right) + \beta\,\dot{y}(t)$$

cioè

$$m\ddot{y}(t) + (h-\beta)\dot{y}(t) + (k+\alpha)\,y(t) = \alpha\, y^{\circ}(t)$$

e quindi l'integrale generale dipende dai parametri di controllo α e β. $\square$

AA:



Scilab

wxMaxima

OpenModelica

AC: