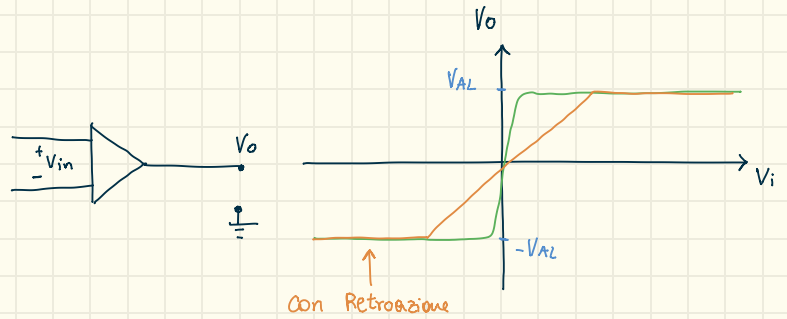


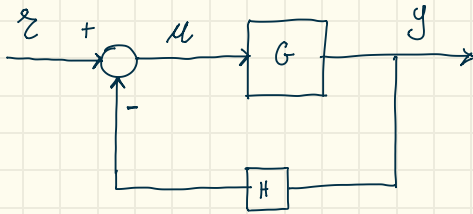
Realizzazione meccanica (fino inizio XX secolo)

- ... idraulica e pneumatica
- ... elettromeccanica ed elettrica
- ... elettronica (analogica)

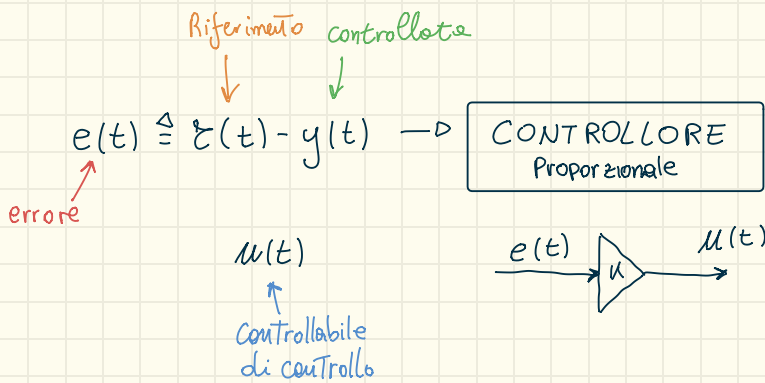
Realizzazione digitale  $\rightarrow$  SOFTWARE



La retroazione abbassa il guadagno



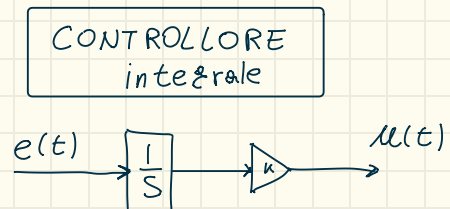
$$y = \frac{G}{1+GH} \quad \text{per } G \gg 1 \quad y \approx \frac{1}{H}$$



\* esempio macchina

Nel controllo integrale la risposta è proporzionale all'area sottesa dall'errore, di conseguenza si tiene conto della storia dell'errore.

Nel controllore integrale abbiamo la certezza che l'errore sia zero, perché è l'unico valore per il quale l'integrale dell'errore è costante.



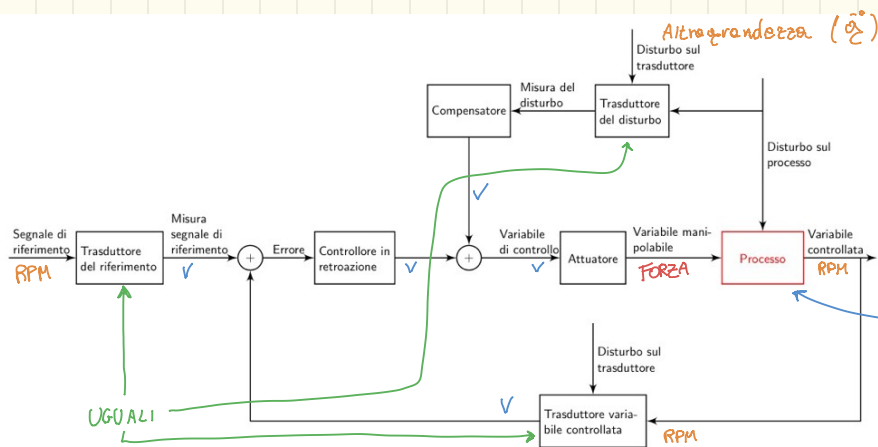
$$\int_0^t e(\tau) d\tau = c$$

A graph of the error signal  $e(t)$  versus time  $t$ . It shows a step function that starts at a positive value and then drops to zero at a certain time, illustrating the integral action.

CONTROLLATORE Prop. Int

$$\begin{cases} \text{Polo in } 0 \\ \text{Zero in } \bar{s} = -\frac{u_i}{K_P} \end{cases}$$



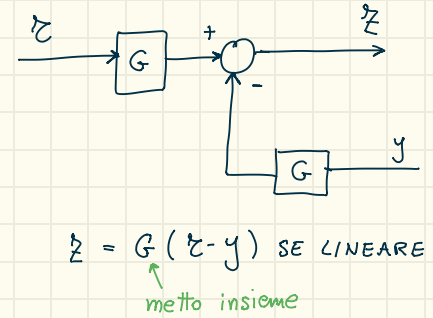


\* Discorso sulle grandezze

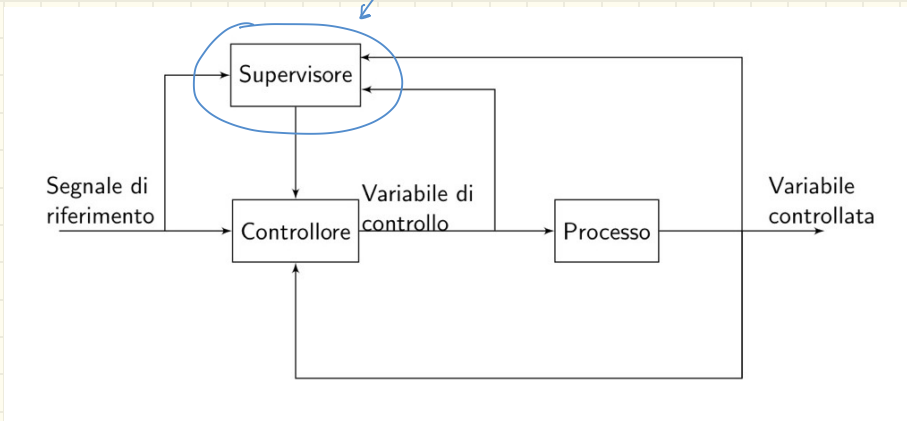
Il nostro controllore lavora direttamente sull'errore di controllo (un grado di libertà). Dobbiamo però avere a disposizione la variabile controllata.

Questa informazione ci viene data da un trasduttore (sensore) che è posto in retroazione. Ovviamente non siamo nel mondo ideale, quindi sul trasduttore ci sarà un disturbo (incertezza, rumore ecc).

Anche il valore di riferimento può provenire dal mondo analogico, quindi abbiamo bisogno di un secondo trasduttore. Ovviamente possiamo confrontare il valore di riferimento ed il valore della variabile di controllo solo se i due trasduttori sono UGUALI.



secondo controllore che interviene per modificare le prestazioni del controllore principale



#### ► Controllori statici:

$$u(t) = f(e(t))$$

#### ► Controllori a relè

$$u(t) = k \operatorname{rel}(e(t))$$

#### ► Controllori dinamici:

$$u(t) = k_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

Controllo integrale

Il relay Apre o chiude il circuito se il segnale di controllo è positivo o negativo. è di tipo on off. Possiamo modellarlo come un amplificatore operazionale che non è controllato con retroazione, e che quindi va in saturazione