

# GENERALITA' SUI SISTEMI DI CONTROLLO

Definizione: Per CONTROLLO si intende l'azione o l'insieme delle azioni volte a far assumere ad una grandezza fisica un valore o un andamento temporale assegnato.

PROCESSO  $\rightarrow$  oggetto che si vuole controllare

FUNZIONAMENTO DESIDERATO  $\rightarrow$  si richiede che l'andamento nel tempo di alcune variabili del processo (VARIABILI CONTROLLATE) coincida con quello di altre variabili pressegnate (SEGNALI DI RIFERIMENTO)

Condizionare l'andamento delle VARIABILI CONTROLLATE  $\rightarrow$  si suppone di poter agire sul processo attraverso altre variabili dette VARIABILI DI CONTROLLO

Obiettivo di controllo "IDEALE":

VARIABILE CONTROLLATA  $\equiv$  SEGNALE DI RIFERIMENTO



Le variabili controllate non dipendono soltanto dalle variabili di controllo e dal segnale di riferimento, ma anche da altri ingressi, che non sono manipolabili, e che si chiamano DISTURBI.

Obiettivo di controllo:

VARIABILE CONTROLLATA  $\simeq$  SEGNALE DI RIFERIMENTO

Si introduce quindi la variabile ERRORE:

$$\text{ERRORE} = \frac{\text{SEGNALE DI RIFERIMENTO}}{\text{RIFERIMENTO}} - \frac{\text{VARIABILE CONTROLLATA}}{\text{CONTROLLATA}}$$

L'errore deve essere "scetticamente piccolo" in tutte le condizioni di funzionamento di interesse.

PROBLEMA DI CONTROLLO  $\longrightarrow$  imporre a certe variabili del processo (variabili controllate / uscite del processo) un comportamento desiderato



# SISTEMA DI CONTROLLO



è la risposta del problema di controllo; deve essere tale che l'uscita del processo segua il più fedelmente possibile l'andamento desiderato (segnale di riferimento), nonostante la presenza di disturbi e/o variazioni parametriche

si realizza tramite il progetto (inteso) del controllore, la cui uscita coincide con l'ingresso del processo ed è in grado di condizionare il funzionamento dell'uscita controllata allie l'andamento desiderato

Le sono due possibili soluzioni nella progettazione del controllore

CATENA APERTA

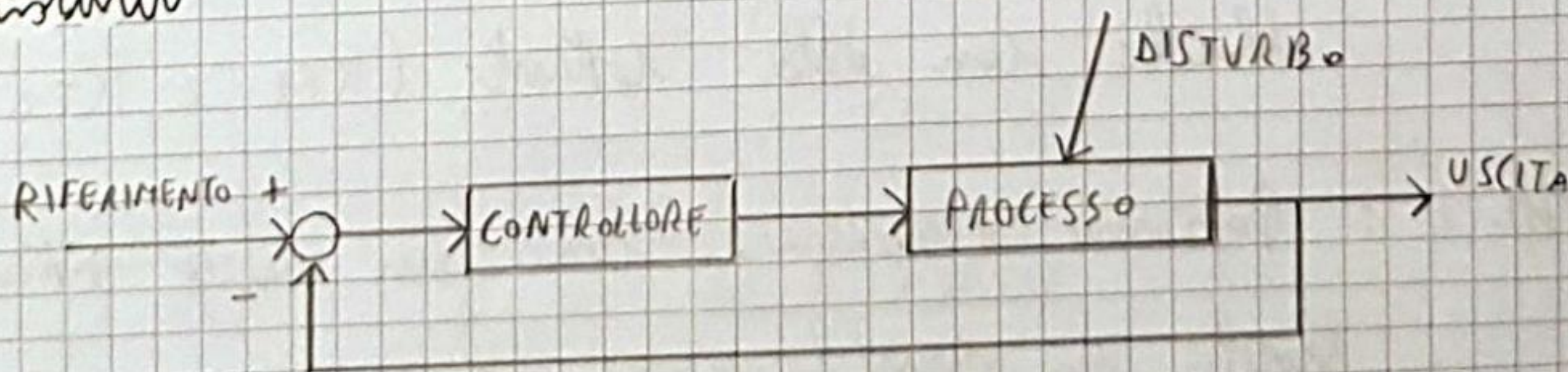
(COMPENSAZIONE DIRETTA)

↓  
consorzio del disturbo

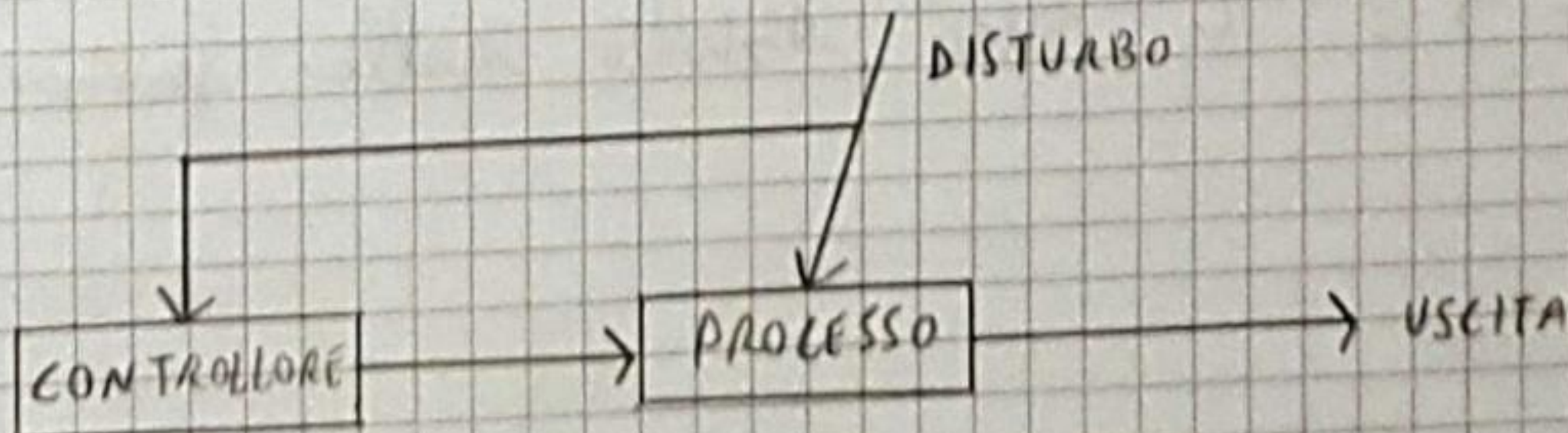
CATENA CHIUSA (CONTROREAZIONE)

↓  
consorzio dell'errore

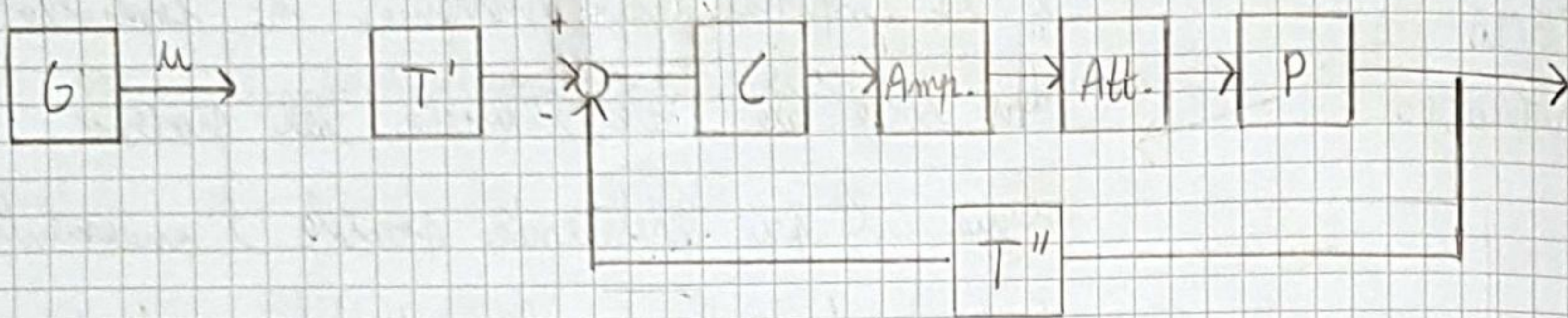
CONTROREAZIONE



COMPENSAZIONE DIRETTA







$G$  = generazione del riferimento

$T', T''$  = trasduzione  $\rightarrow$  SENSORI

$C$  = controllore  $\rightarrow$  RICEVE L'ERRORE

$Amp$  = amplificazione

$Att$  = attuazione  $\rightarrow$  TRASFORMA IL SEGNALE IN QUALCOSA DI FISICO

$P$  = processo

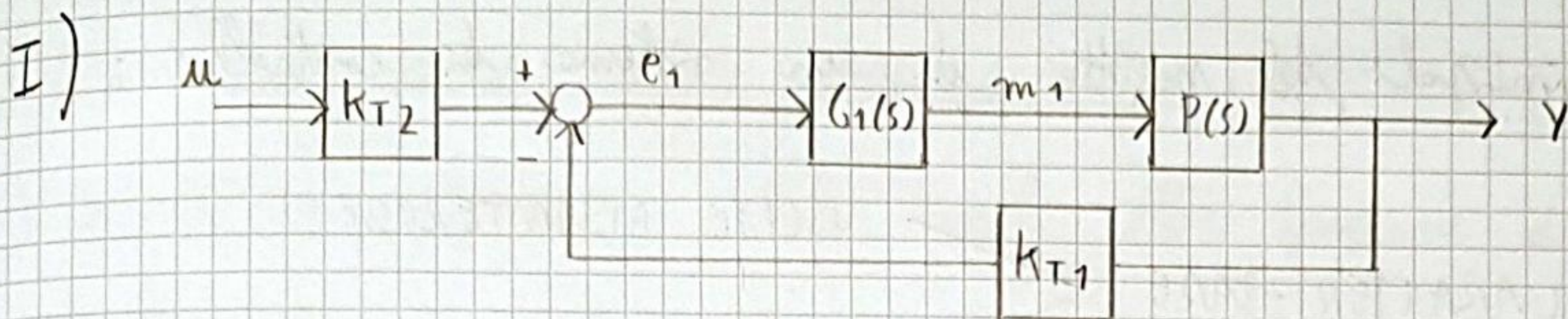
Faremo l'ipotesi che tutti i singoli blocchi siano caratterizzati da funzione di trasferimento, sono SISO e descritti da sistemi lineari stazionari a dimensione finita.

H<sub>1</sub> : i due trasduttori sono istantanei (la loro dinamica è trascurabile), quindi possiamo descrivere questi due blocchi con delle costanti ( $K_{T1}$  e  $K_{T2}$ )

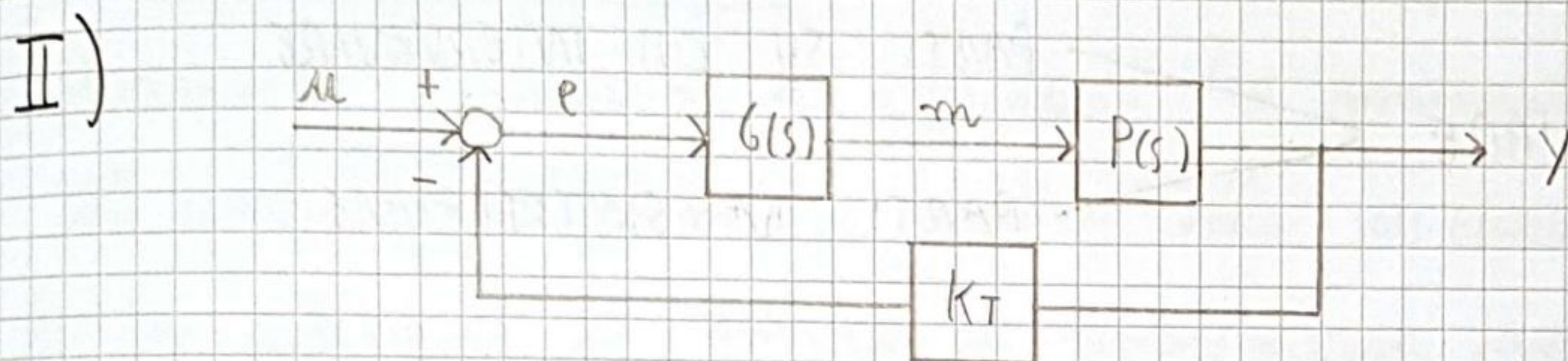
H<sub>2</sub> : Possiamo considerare come un unico sistema i tre blocchi di amplificazione, attuazione e processo ( $P(s)$ )

H<sub>3</sub> :  $C$  verrà descritto dalla funzione di trasferimento  $G_c(s)$ .





Proviamo a dimostrare che è equivalente a :



DIM.: I)  $\frac{Y(s)}{U(s)} = W_I(s)$

$$y = P \cdot m_1 = P \cdot G_1 \cdot e_1 = P \cdot G_1 \cdot (K_{T2} \cdot u - K_{T1} \cdot y)$$

$$W_I(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{P(s) G_1(s) K_{T2}}{1 + P(s) G_1(s) K_{T1}}$$

II)  $y = P \cdot G \cdot e = P \cdot G \cdot (u - K_T \cdot y)$

$$W_{II}(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{P(s) G(s)}{1 + K_T P(s) G(s)}$$

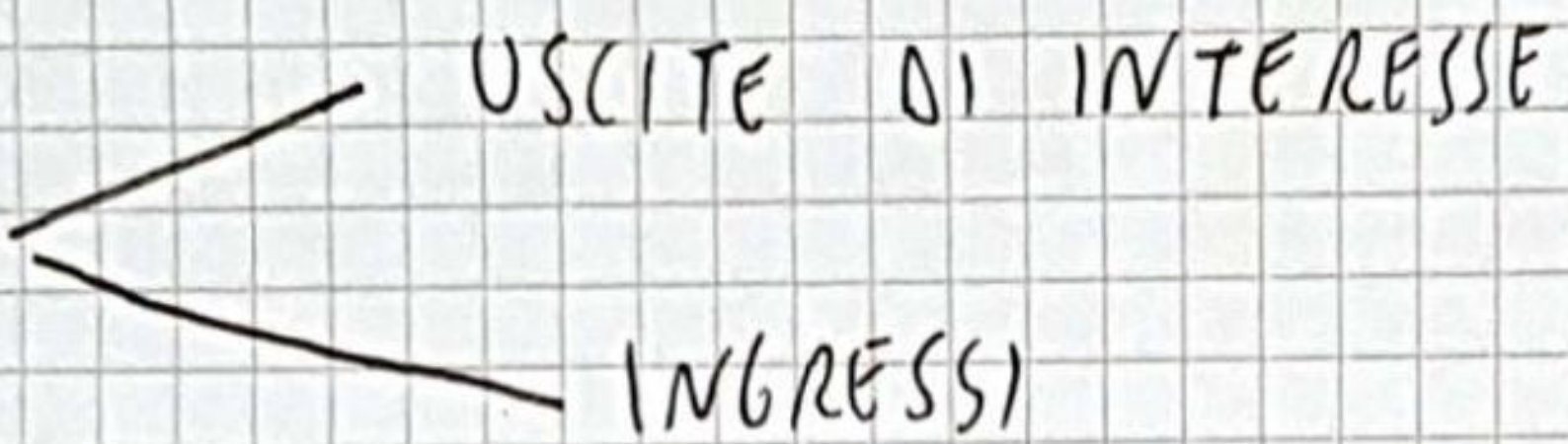
$$W_I = \frac{P \cdot G_1 \cdot K_{T2}}{1 + P \cdot G_1 \cdot K_{T1}} = \frac{P \cdot \overbrace{(G_1 \cdot K_{T2})}^{G(s)}}{1 + P \cdot \underbrace{\overbrace{(G_1 \cdot K_{T2})}^{G(s)} \cdot \underbrace{K_{T1}}_{K_T}}_{K_T}}$$

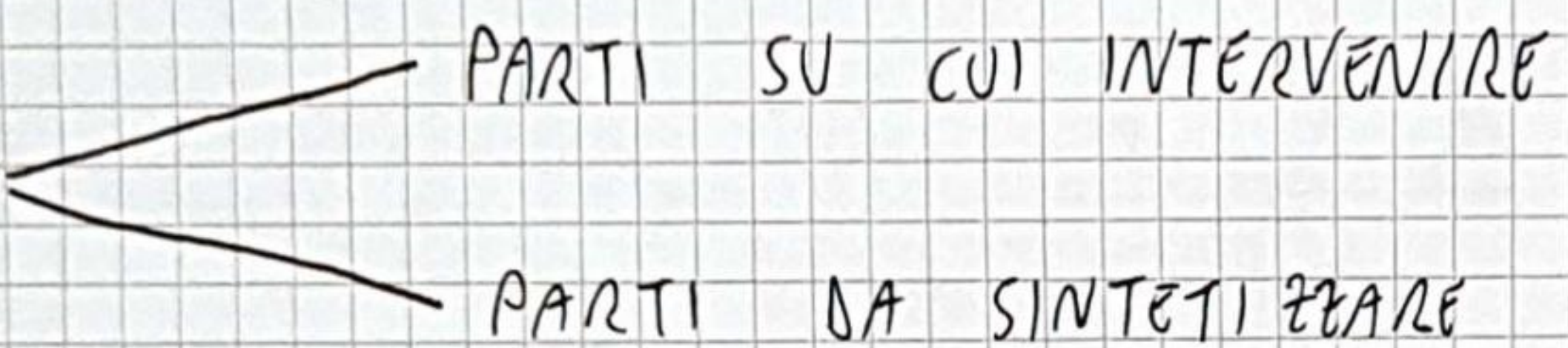
$$\begin{cases} G(s) = G_1(s) \cdot K_{T2} \\ K_T = \frac{K_{T1}}{K_{T2}} \end{cases}$$

$$\underbrace{W(s)}_{\text{CATENA CHIUSA}} = \frac{\overbrace{P \cdot G}^{\text{CATENA DIRETTA}}}{1 + \underbrace{K_T \cdot P \cdot G}_{\text{CATENA APERTA}}} = \frac{F}{1 + K_T \cdot F}$$



Fasi principali del progetto di un sistema di controllo :

1) CARATTERIZZARE 

2) INDIVIDUARE 

3) Definire le caratteristiche degli elementi che compongono il sistema

4) Definire quantitativamente gli obiettivi di controllo  
( $\equiv$  specifiche : caratteristiche che deve avere l'uscita rispetto ai disturbi e all'ingresso di riferimento)

5) Individuare corrispondenze tra le specifiche e le caratteristiche di elementi del sistema

6) Dal punto 5), ricavare la struttura del controllore

7) Progetto e realizzazione



Le proprietà che il sistema deve possedere sono:

- 1) STABILITA' ESTERNA: tutti i poli della funzione di trasferimento in catena chiusa  $W(s)$  devono avere  $\operatorname{Re} < 0$
- 2) FEDelta' DI RISPOSTA: l'uscita deve seguire il più fedelmente l'ingresso di riferimento (= andamento desiderato dell'uscita). Utilizziamo il metodo della SOLUZIONE PARZIALE: facendo riferimento al principio di sovrapposizione degli effetti, prima studieremo la fedeltà di risposta rispetto all'ingresso di riferimento  $u(t)$  e poi studieremo la fedeltà di risposta rispetto ai disturbi. Dobbiamo particolareggiare il nostro studio su particolari classi di ingressi:

- POLINOMIALI  $\longrightarrow u(t) = \frac{t^k}{k!}$
- SINUSOIDALI  $\longrightarrow u(t) = \sin(\omega t)$

### 3) RISPOSTA AI DISTURBI

### 4) SENSIBILITA' RISPETTO ALLE VARIAZIONI PARAMETRICHE:

un sistema di controllo deve essere il più possibile insensibile alle variazioni parametriche.