

Corso di Fondamenti d'Automatica

Prof. Giovanni Ulivi

Dipartimento di Informatica ed Automazione

Via Vasca Navale 79, Roma

e-mail: ulivi@dia.uniroma3.it

Definire le strategie (**leggi di controllo**) affinché un **sistema** (processo industriale, macchina, allevamento, ...) svolga i suoi compiti con ridotto o nullo intervento umano.



Dotare il sistema di **capacità decisionale** (intelligenza ?).



Importanza delle tecnologie di **calcolo automatico**

Sistema: insieme complesso e organizzato di componenti legati da relazioni di causa e effetto

Analisi e Controllo dei Sistemi Dinamici

- Modellazione

- Ottenere una rappresentazione matematica basata sulla fisica del sistema Σ da controllare (analiticamente o sperimentalmente)

- Studio delle soluzioni (comportamento di Σ)

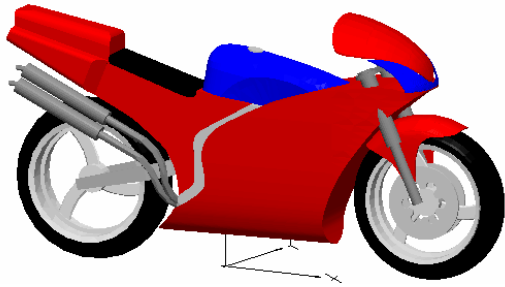
- Analitiche (in forma chiusa)
- Computazionali (simulazioni)

- Modifica, Controllo

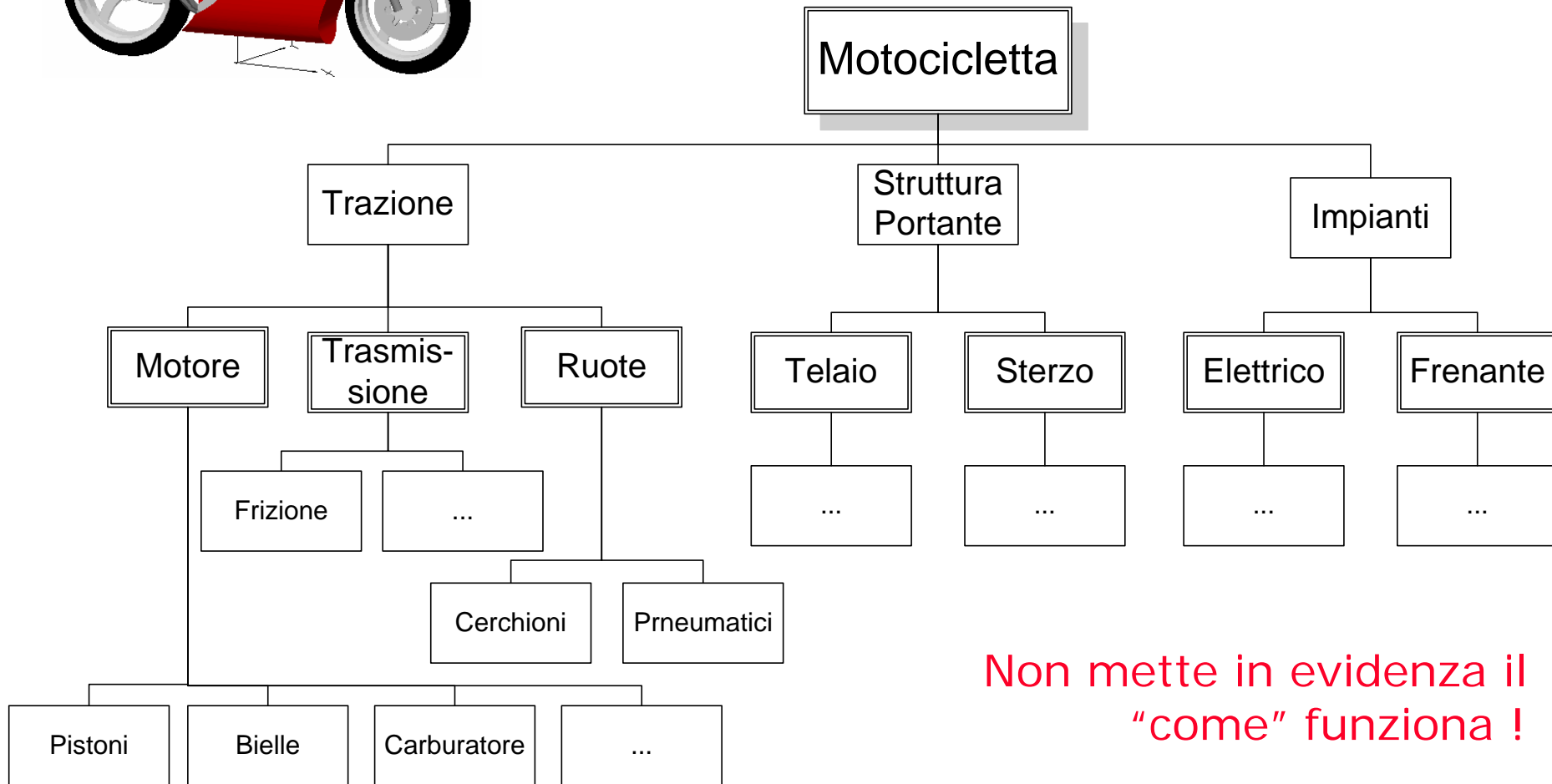
- Ricerca di metodi per controllare senza intervento umano il comportamento del sistema Σ

Il sistema da controllare è spesso detto **Processo**
(processo industriale, qcosa che evolve in modo regolare)

Decomposizione Gerarchica di un Sistema

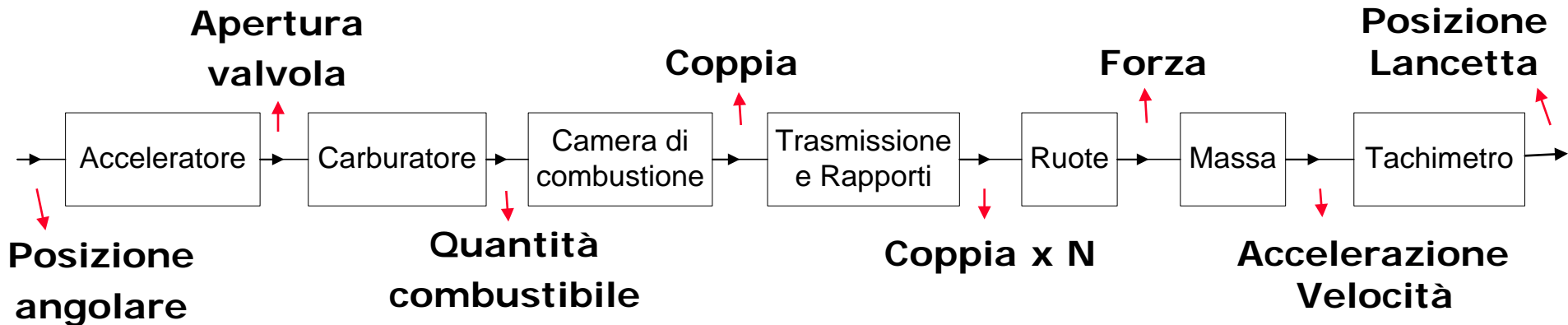
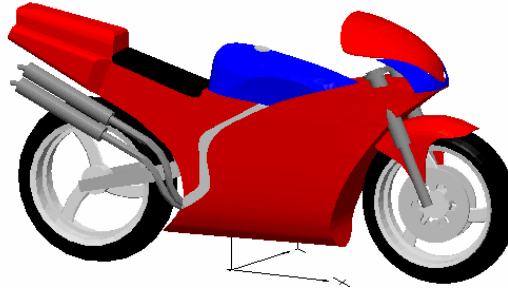


Utile per un autoricambi
Simile al modello di esplorazione del Web



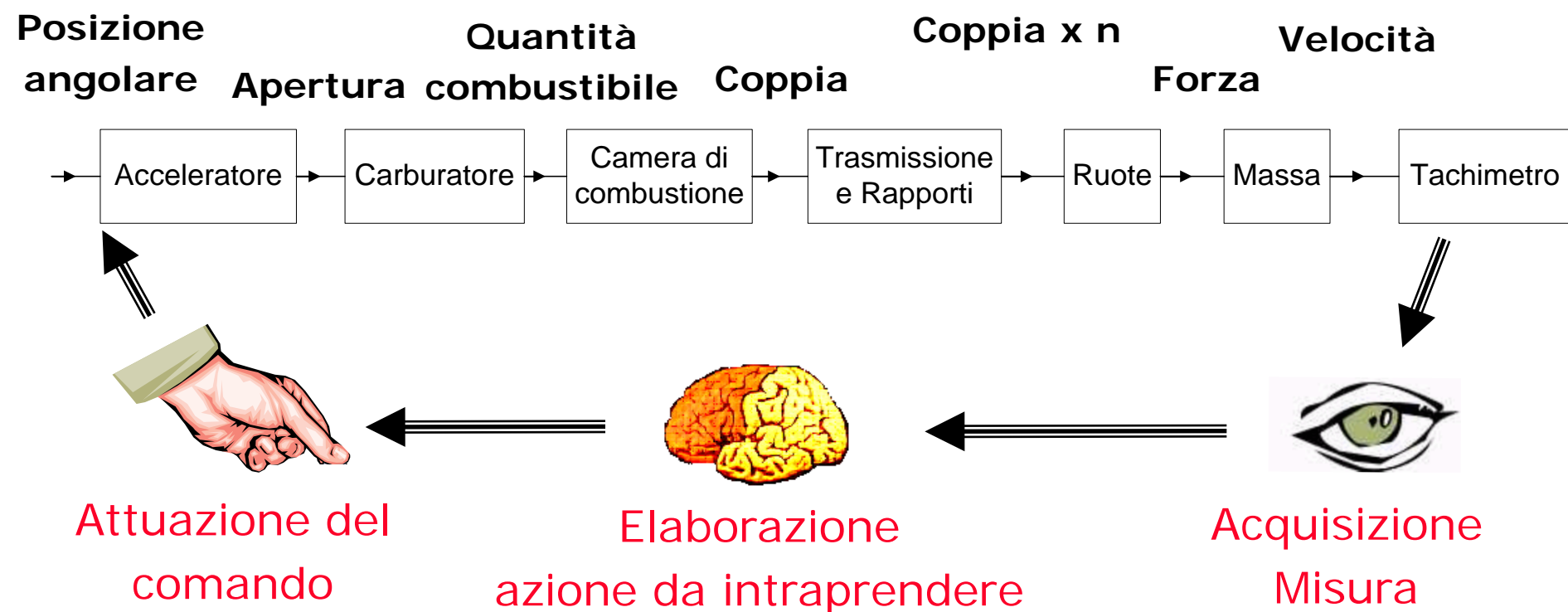
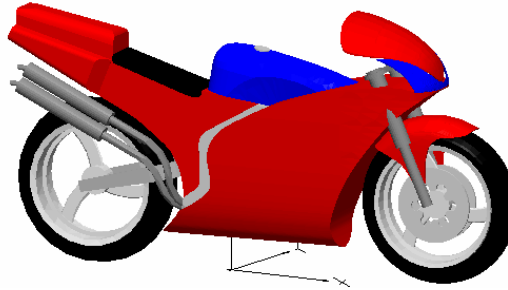
Non mette in evidenza il
"come" funziona !

Decomposizione Strutturale di un Sistema



Esprime quelle relazioni di **causa-effetto** a noi necessarie per capire il funzionamento del sistema e per poter intervenire su di esso !

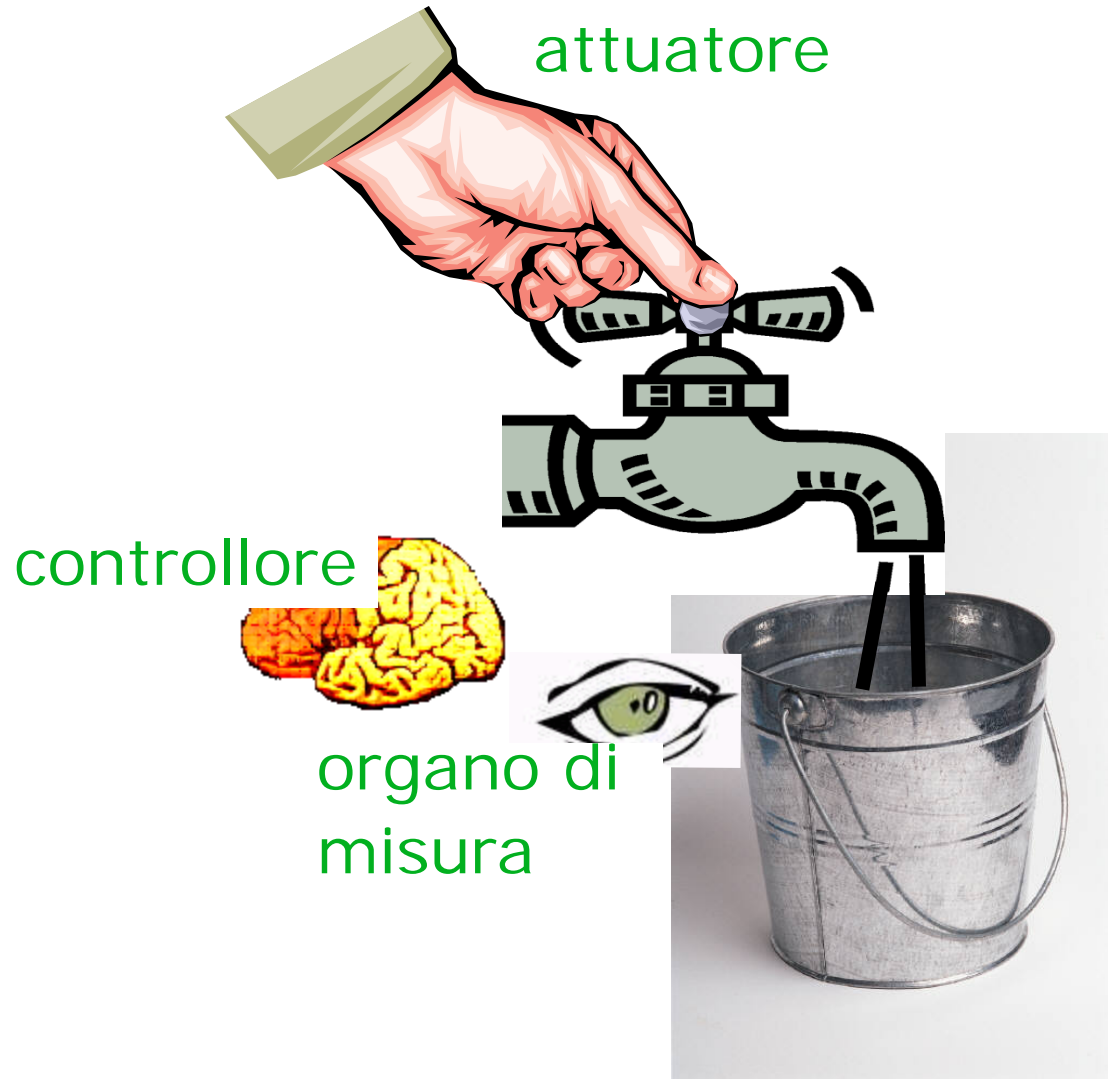
Controllo manuale della velocità



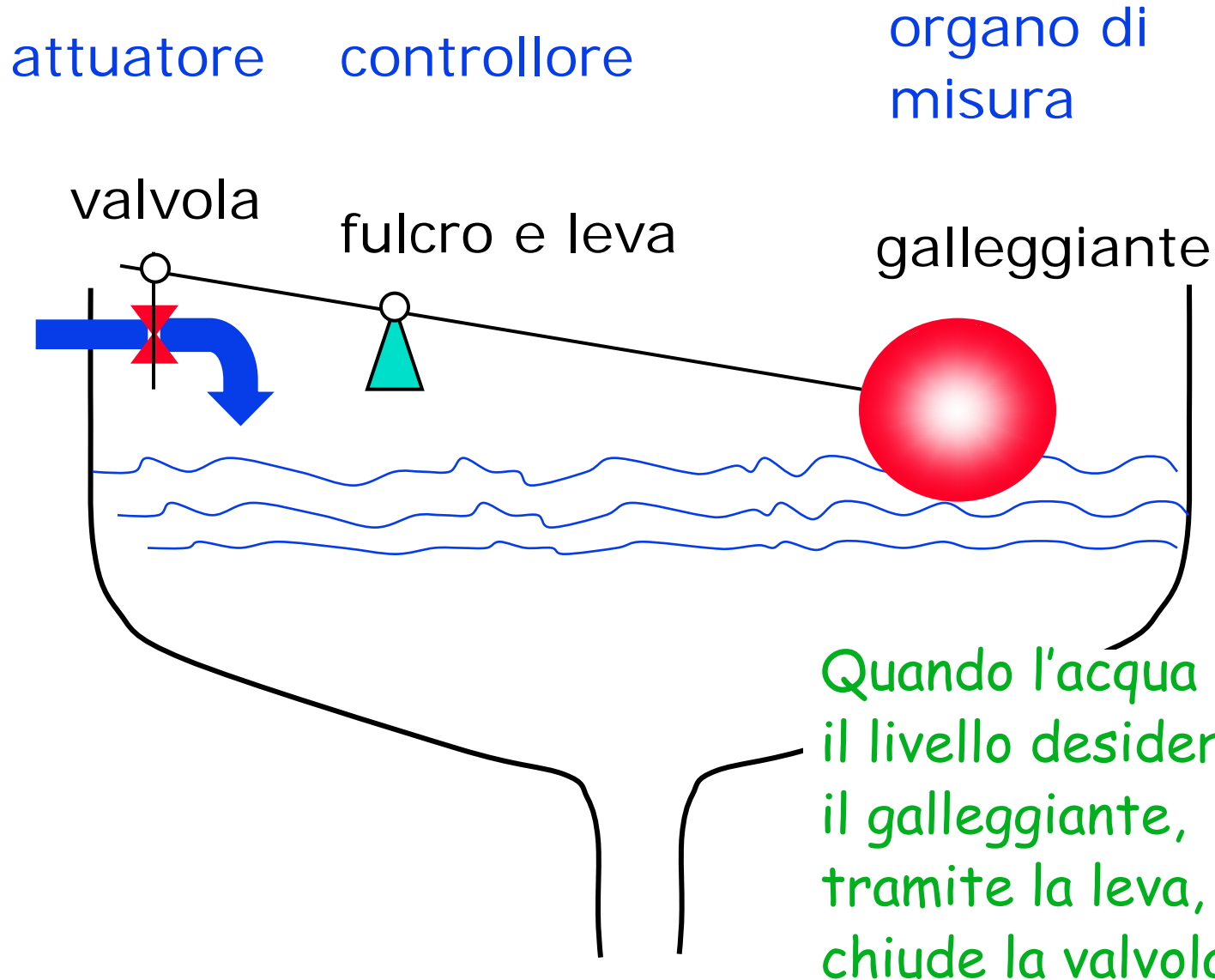
Controllo manuale del livello

- Riempire un secchio di acqua è un'operazione che richiede l'intervento di:

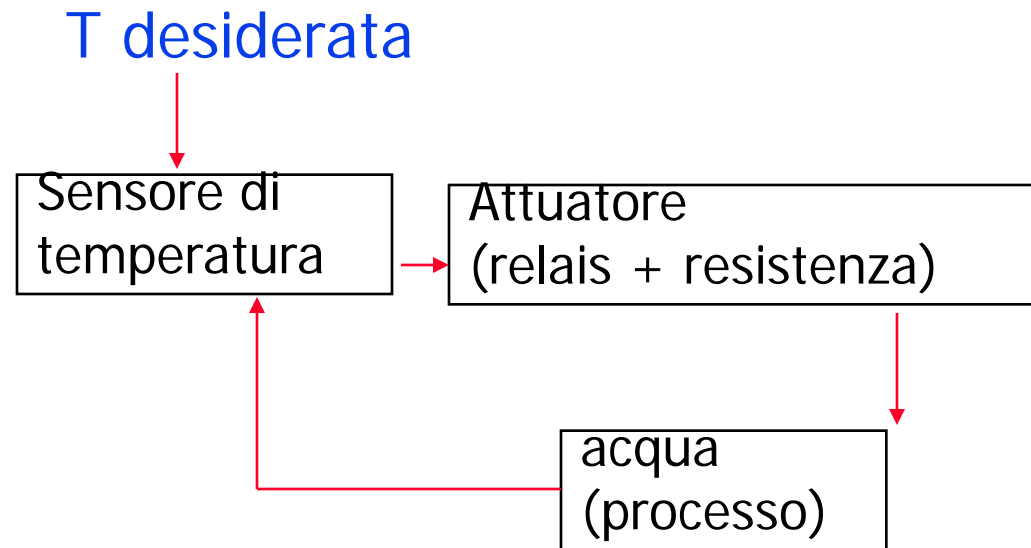
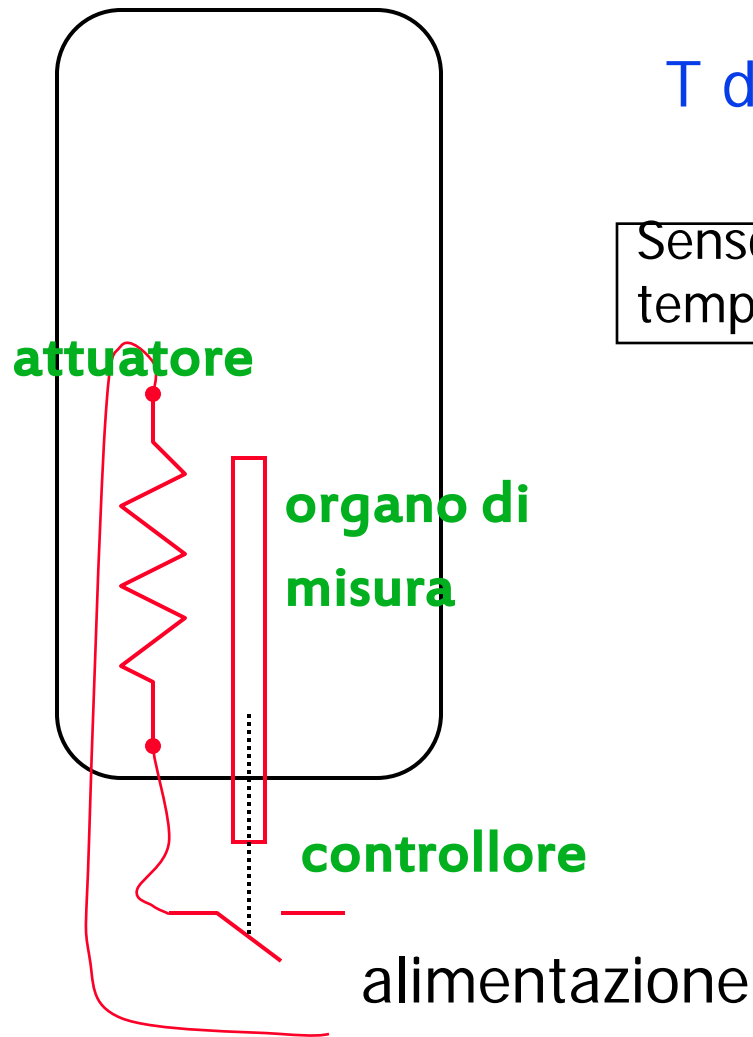
- Un sistema di **misura**
- Un sistema di **controllo**
- Un sistema di **attuazione**



Controllo automatico del livello



Controllo di temperatura

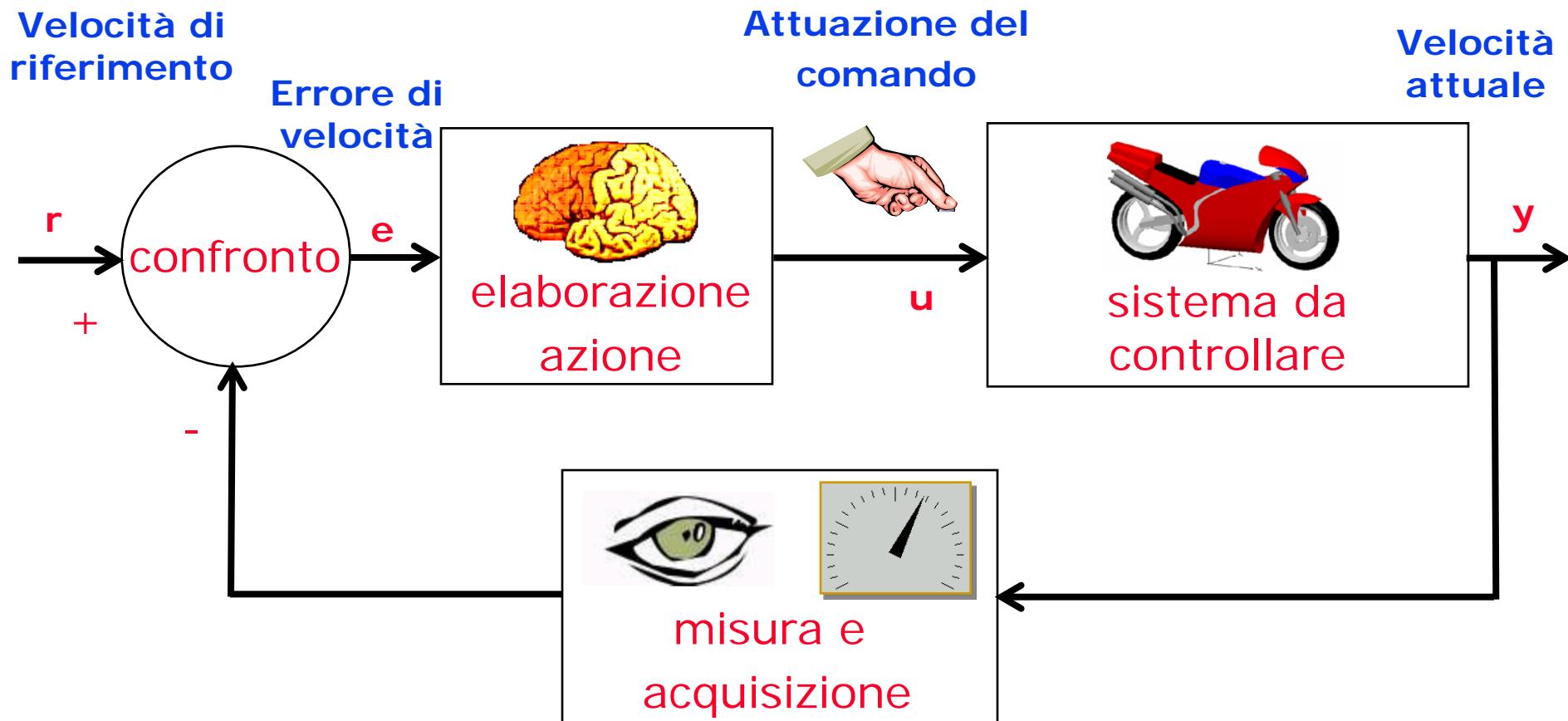


Quando l'acqua si fredda,
la barretta si accorcia e
chiude l'interruttore

Notare che la temperatura
oscilla intorno a T_{des}

La controreazione (feedback)

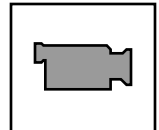
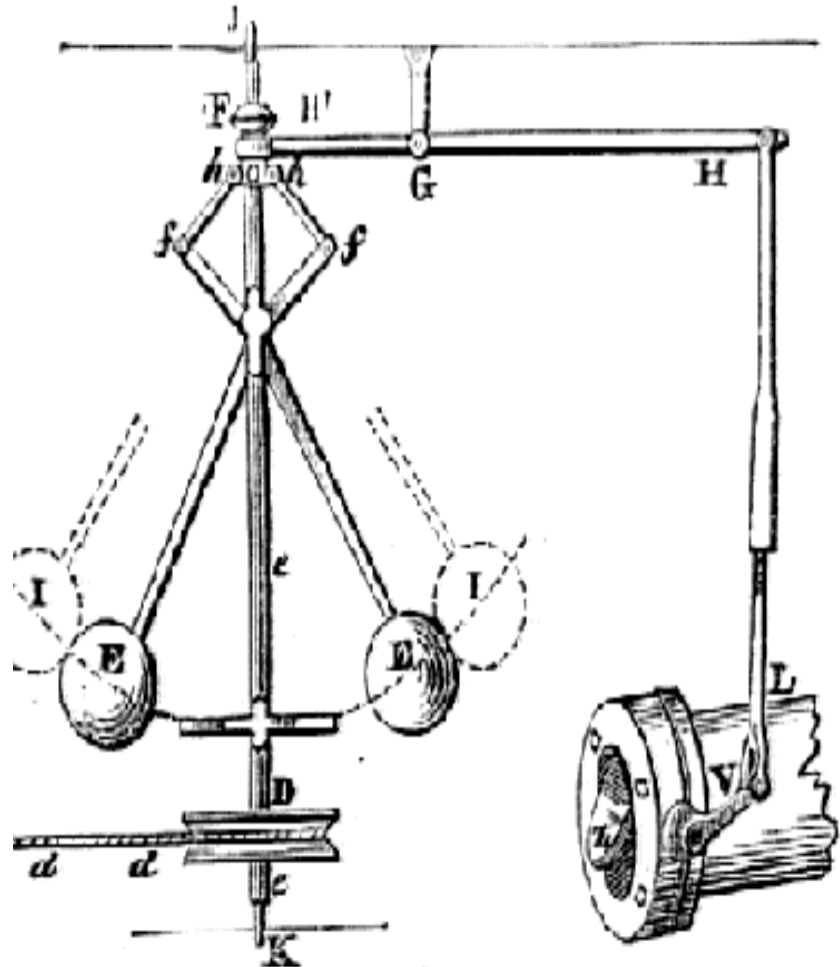
Negli schemi di controllo visti sino ad ora si evidenzia la presenza di un **LOOP**



- Governor (1787)

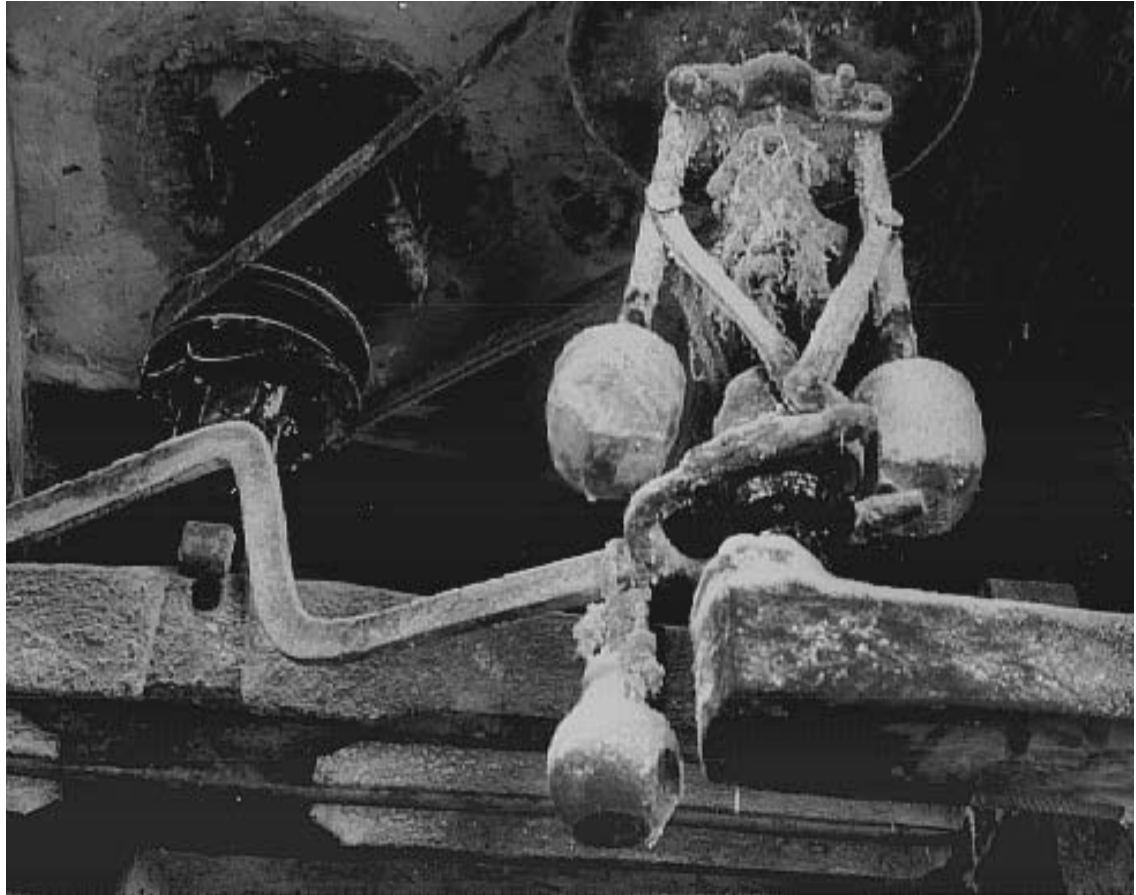
L'applicazione di questo congegno alla **macchina a vapore (1765)** riveste una grande importanza nella storia della tecnica perchè esso fu il capostipite di una numerosissima famiglia di apparecchi automatici di controllo, tutti indispensabili per il corretto funzionamento degli impianti.

Il "governor" faceva accelerare la macchina se rallentava per il troppo carico o la faceva rallentare dopo una accelerazione dovuta a diminuzione di carico.

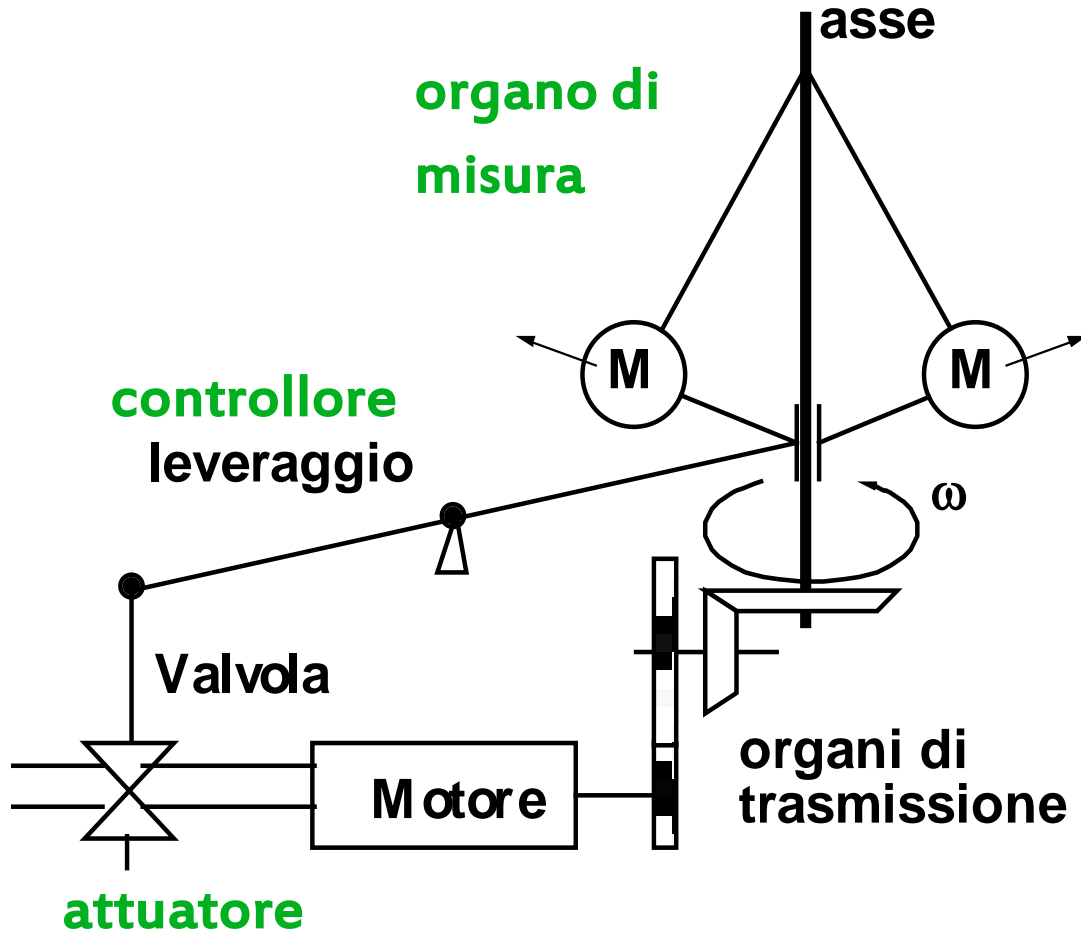


Governor per Mulino a vento

- Automatismo in un mulino a vento di epoca precedente quella di Watt.
- Questo ingegnoso meccanismo regolava in modo automatico la distanza tra le due macine, distanza che tendeva a cambiare in seguito ad ogni variazione di velocità del mulino.
Il mugnaio doveva fare la regolazione manualmente, per mezzo di una leva.



Regolatore di Watt



Più veloce gira l'asse,

più le masse sono
spinte dalla forza
centrifuga,

più la valvola si chiude.

Come scegliere i parametri (M , rapp. di trasm.)?
Occorre un modello dinamico matematico.

Tecnologie

Meccanica (<1940)

+ elettronica
analogica

+ calcolatori (>1965)

+ microprocessori

Le tecnologie si
sono stratificate

Fase:

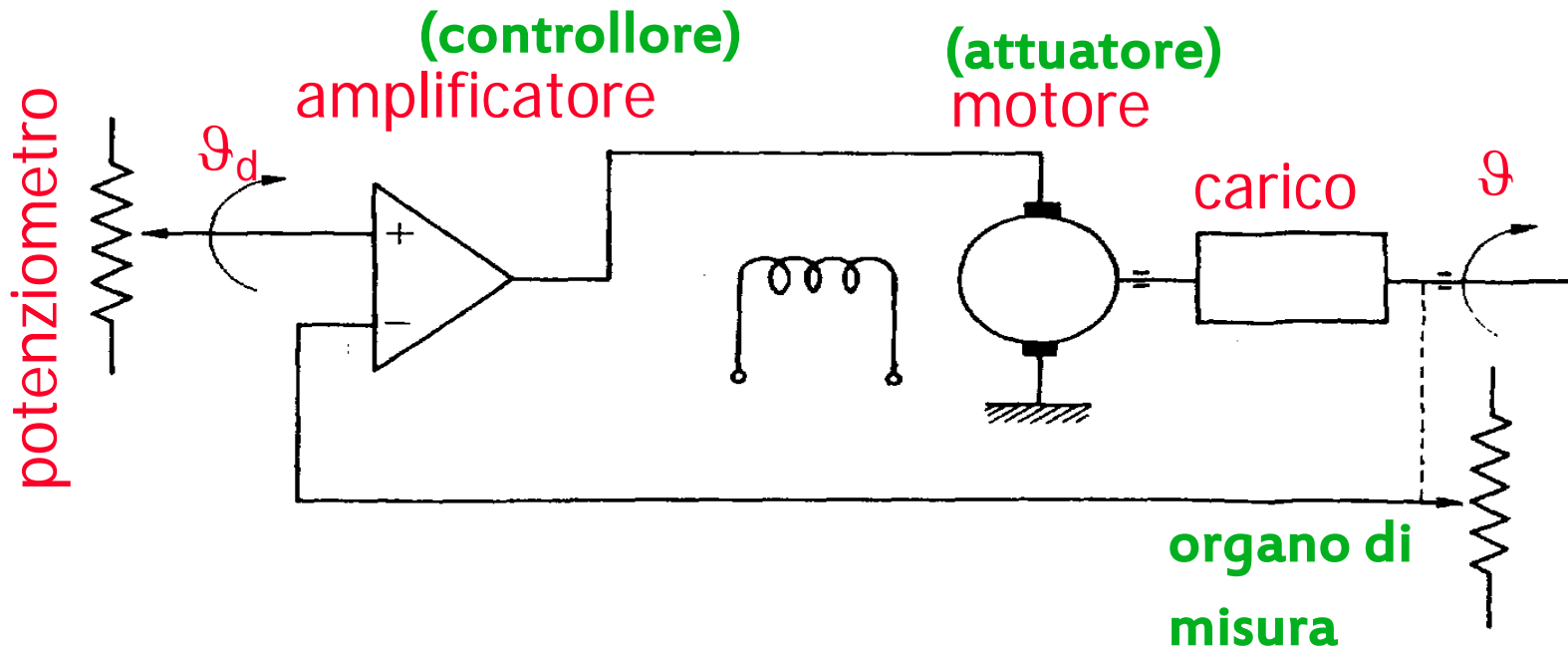
Preistoria (regolatore di Watt)

Controllo classico
Funz. di trasferimento
(dominio di s e ω)

Controllo moderno
Var. di stato
(algebra lineare)

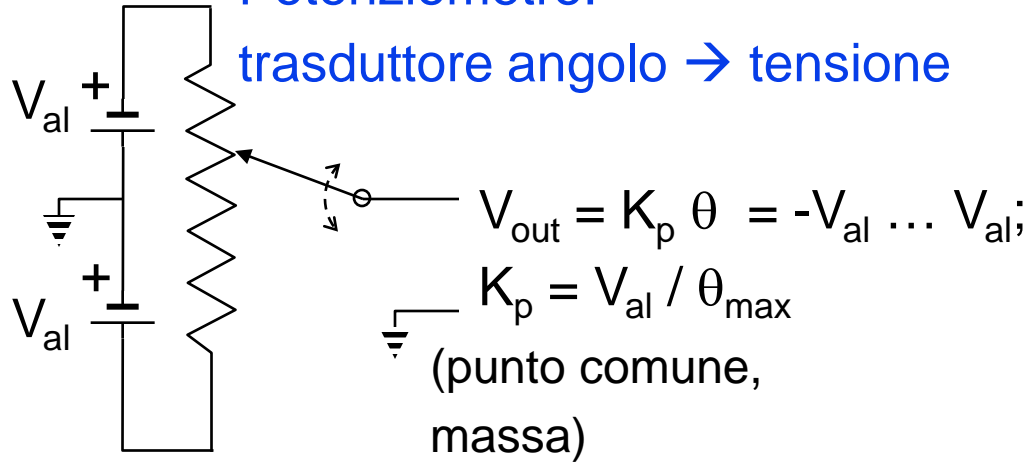
Controllo embedded,
distribuito, PLC

Controllo di Posizione

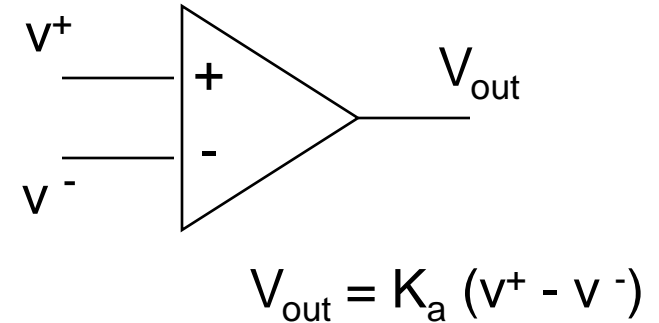


- Finché i due angoli sono diversi,
 - l'amplificatore ha tensione di ingresso $\neq 0$,
 - il motore ruota,
 - e la differenza tra gli angoli si riduce.
- Quando gli angoli sono uguali
 - L'errore è nullo
 - Il motore si ferma

Potenzimetro:
trasduttore angolo \rightarrow tensione



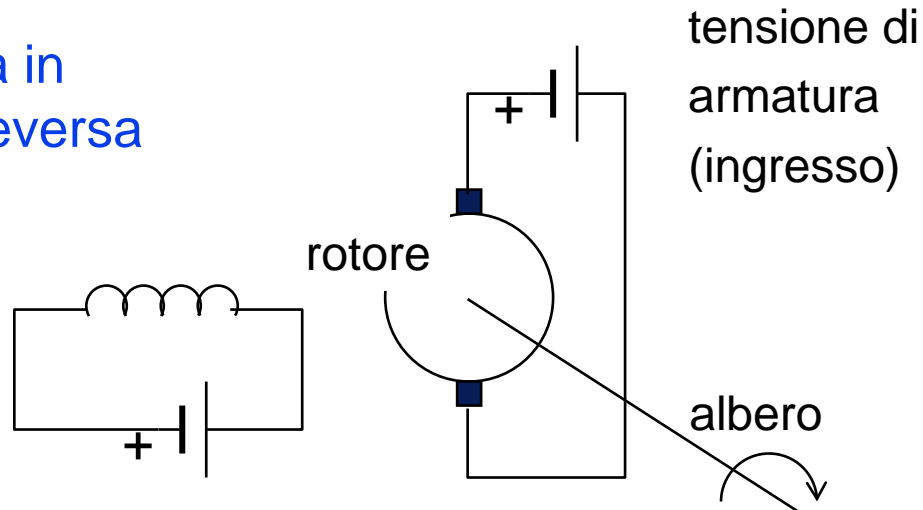
Amplificatore differenziale



Motore:

converte en. elettrica in
en. meccanica e viceversa

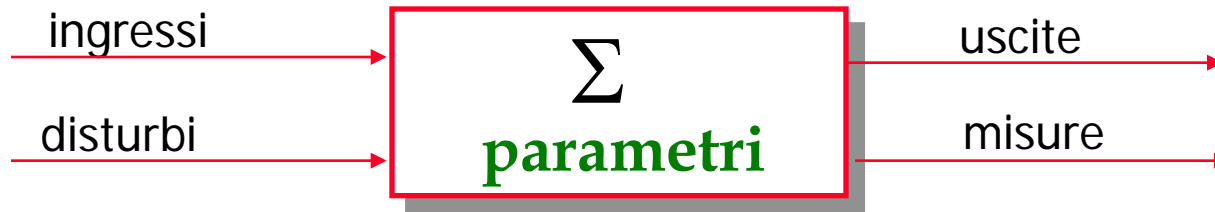
avvolgimento
di eccitazione
(oppure magnete
permanente)



Motore in c.c.

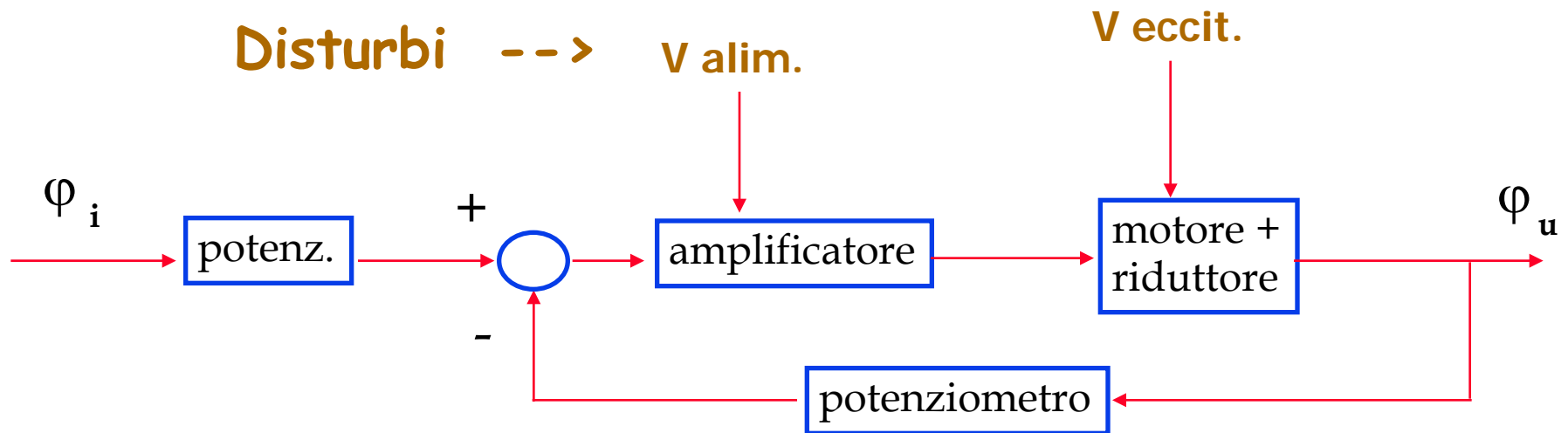
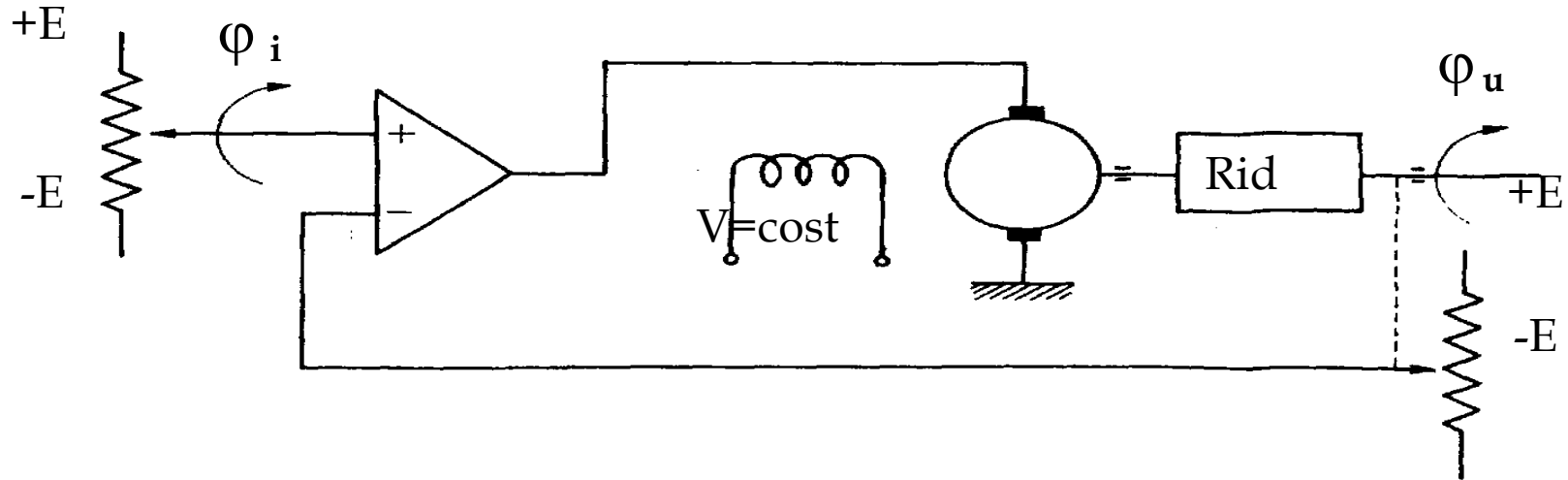
Blocchi strutturali: rel. causa - effetto

intuitivi



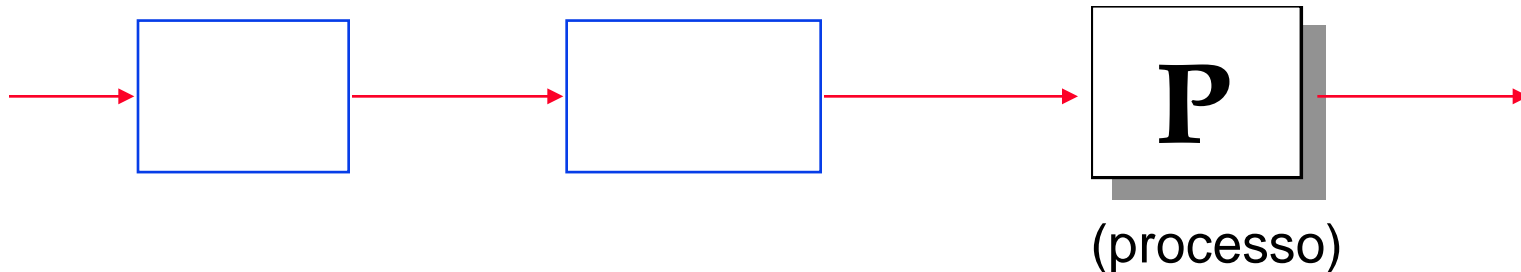
- Ingressi:** li possiamo imporre (es. posizione acceleratore, tensione su un motore, angolo del timone)
- Disturbi:** agiscono indipendentemente (es. vento, coppia resistente, corrente in mare)
- Uscite:** ciò che ci interessa (es. velocità, angolo asse del motore, angolo di rotta)
- Misure:** grandezze derivate da alcune di quelle del sistema (es. posizione ago del tachimetro, lettura goniometro, lettura bussola)
- Parametri:** le "costanti" che appaiono nel modello del sistema (es. massa della moto, inerzia del motore, carico della nave)

Controllo di posizione dell'asse di un motore

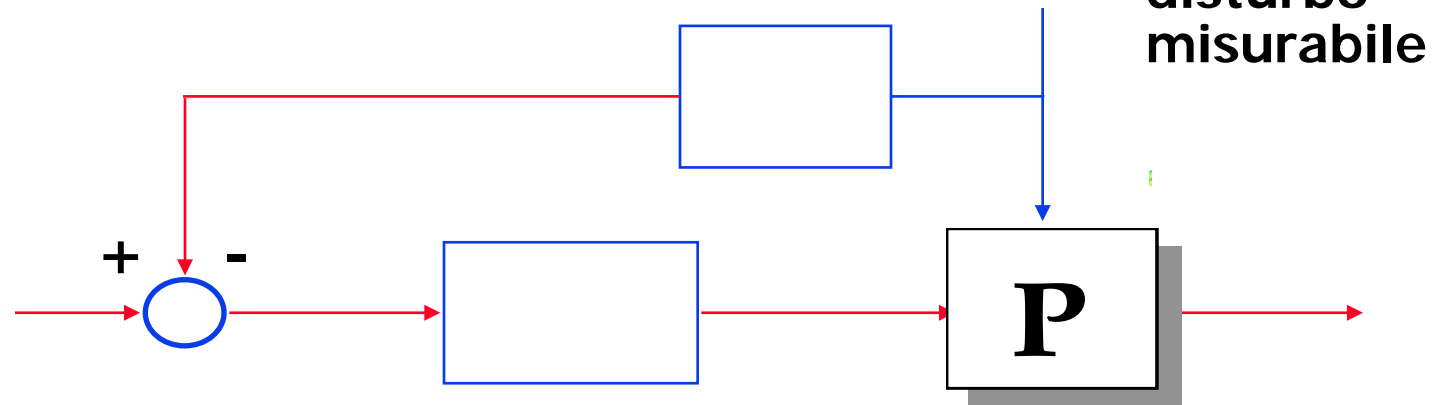


Strutture di controllo “a catena aperta”

Controllo a catena aperta



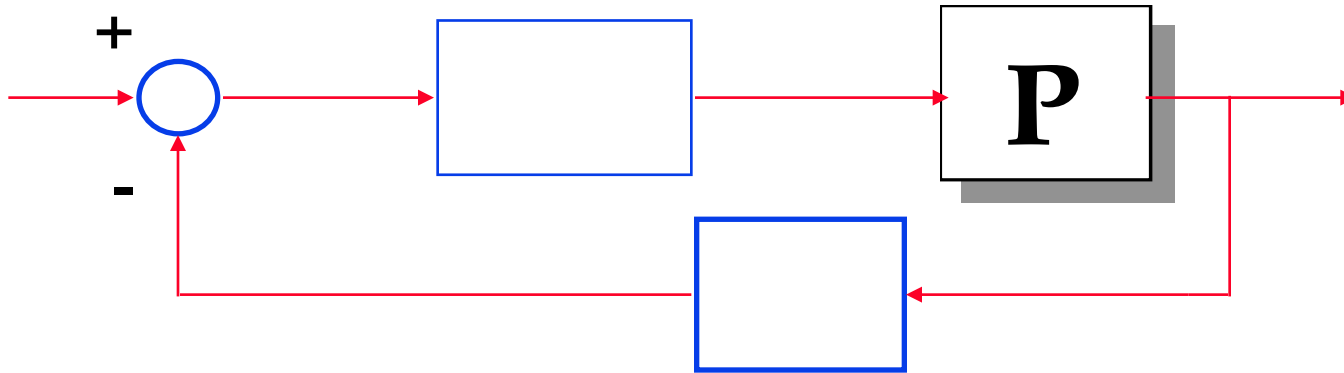
Compensazione del disturbo



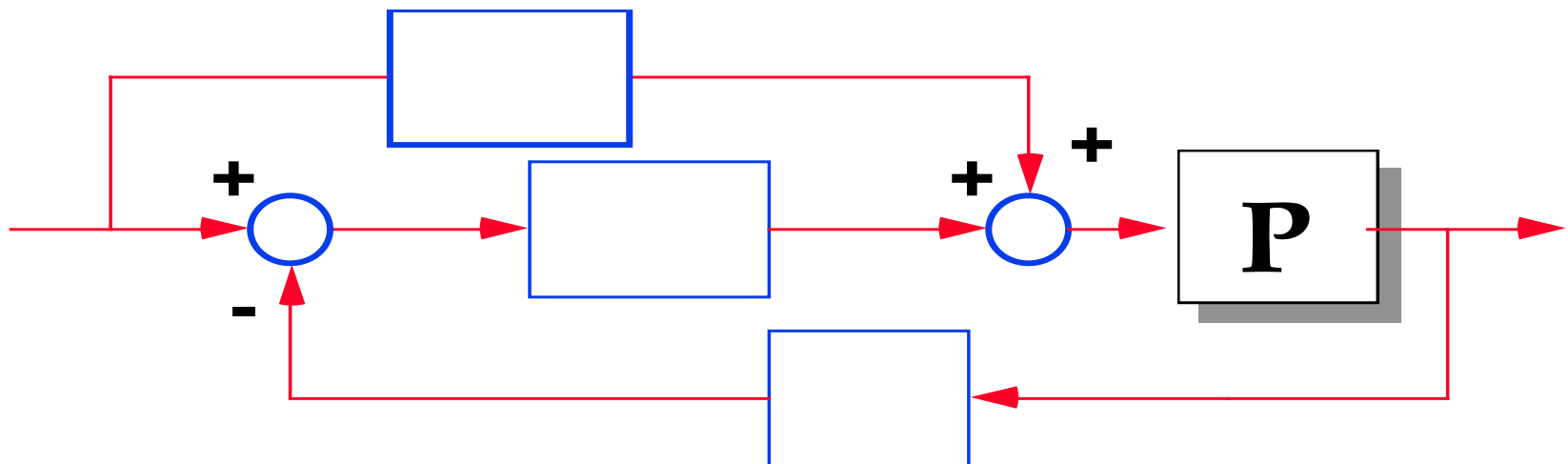
E' piuttosto pianificazione e non controllo

Strutture “a catena chiusa”

Controllo a catena chiusa



Controllo a catena chiusa con feed-forward



STABILITA '

Ingressi e disturbi limitati **producono** effetti limitati

Inoltre

- L'uscita segue gli andamenti desiderati, con date tolleranze in condizioni ideali.
- La risposta è veloce.
- Rumori di diverse provenienze sono filtrati.
- Incertezze sui parametri non influenzano l'uscita.
- Disturbi esterni non influenzano l'uscita.

Per ogni punto: **Specifiche di Progetto**

1. Precisione a regime (caratt. statiche)
2. Prontezza di risposta (Risposta armonica: banda passante, risposta al gradino, tempo di salita)
3. Precisione dinamica (Sovraelongazione della risposta al gradino, costanza della risposta armonica)

Sviluppo di modelli matematici appropriati

Funzioni di trasferimento

Risposta armonica

Spazio di stato

Effetti delle interconnessioni

Analisi delle proprietà dei Sistemi

Stabilità

Comportamento a regime

Comportamento nei transitori

Sintesi dei controllori

Specifiche

sintesi a Tempo continuo

sintesi a Tempo discreto

Regolazione =

l'uscita è mantenuta costante

Asservimento =

l'uscita segue l'ingresso
(tracking)

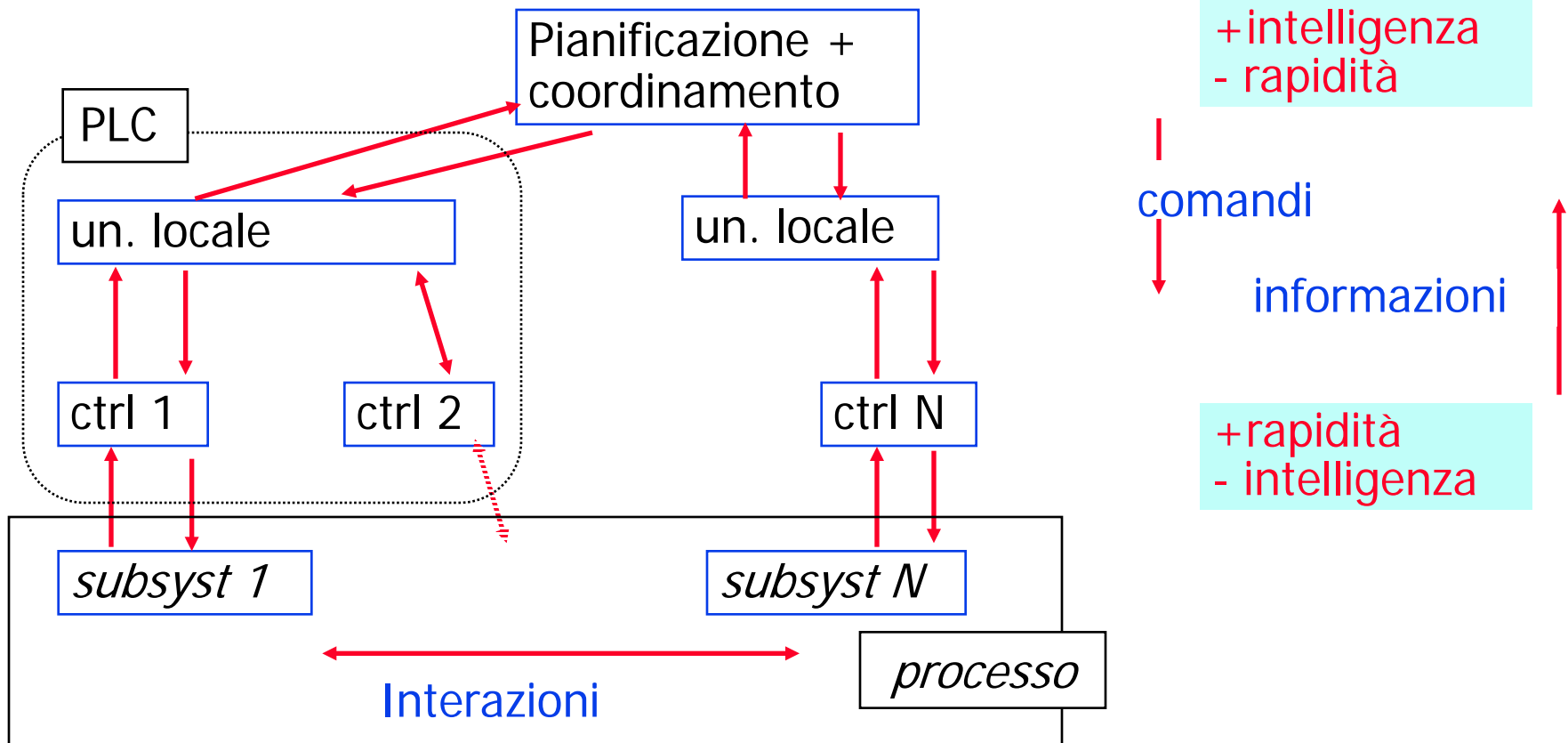
Servomeccanismo =

l'uscita è una grandezza
meccanica
(posizione, velocità)

Sistemi Complessi

I sistemi a larga scala presentano spesso una struttura decomponibile in moduli (**sottosistemi**) interagenti fra loro.

Organizzazione spesso di tipo **gerarchico** a livelli

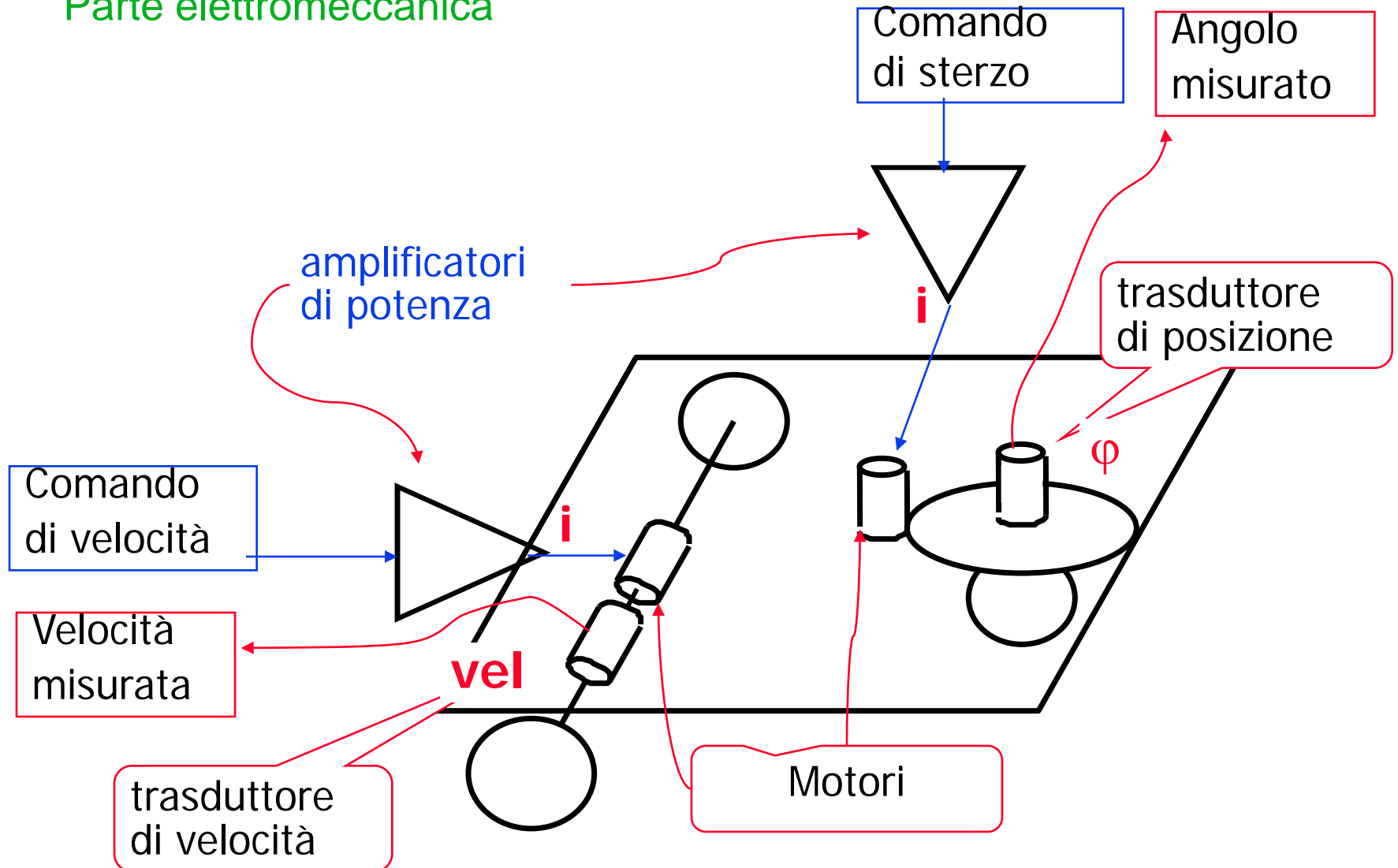


Piattaforma Motorizzata



Piattaforma motorizzata

Parte elettromeccanica



Controllo di Robot mobile

