

CORSO DI FONDAMENTI DI AUTOMATICA

1. Introduzione.
2. Sistemi e modelli.
3. Studio del comportamento ingresso-uscita dei sistemi.
4. Proprietà globali dei sistemi.
5. Sistemi con retroazione.
6. Il problema del controllo.
7. Tecniche di sintesi.

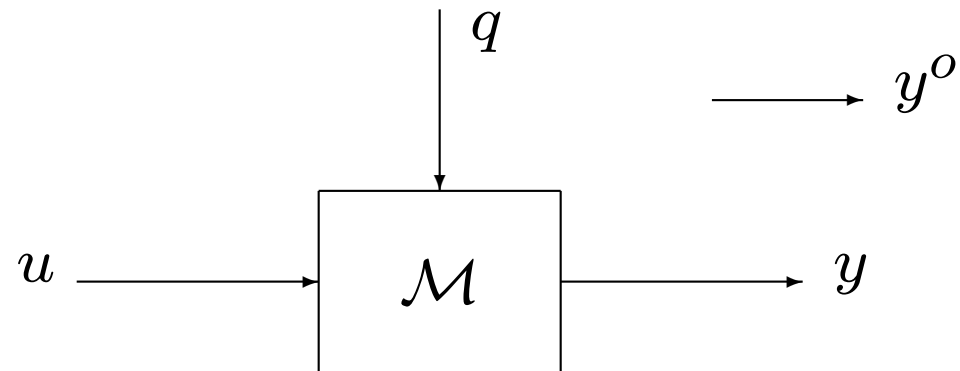
Laboratorio:

- a) Introduzione a MATLAB.
- b) Introduzione a SIMULINK.
- c) Processi fisici e loro modelli.
- d) Analisi della risposta di processi fisici.
- e) Controllo di processi fisici.

INTRODUZIONE

- Significato del termine *AUTOMATICA*: Teoria e tecnologia del controllo automatico.
(Controllo: imporre un comportamento desiderato. Automatico: senza l'intervento dell'uomo.)
- Breve storia dell'Automazione:
 - '700-'800: Macchine a vapore con regolatore di velocità
 - 1801: Telai Jacquard a schede di cartone perforate
 - '900: Industria automobilistica e bellica
 - Ultimi 30 anni: avvento dell'elettronica e dei computer
(tante applicazioni e maggiore flessibilità)
- Elementi fondamentali del problema di controllo:
 - Sistema, processo o impianto sotto controllo.
 - Modello matematico: sistemi dinamici.
 - Variabili indipendenti o di ingresso: variabili di controllo e variabili incerte.
 - Variabili dipendenti o di uscita: variabili controllate e variabili misurate.
 - Variabili di riferimento.

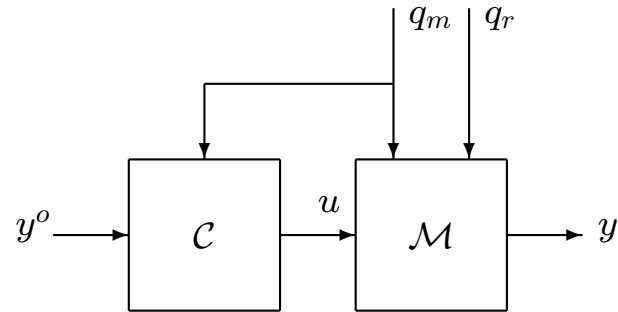
FORMULAZIONE DEL PROBLEMA DEL CONTROLLO



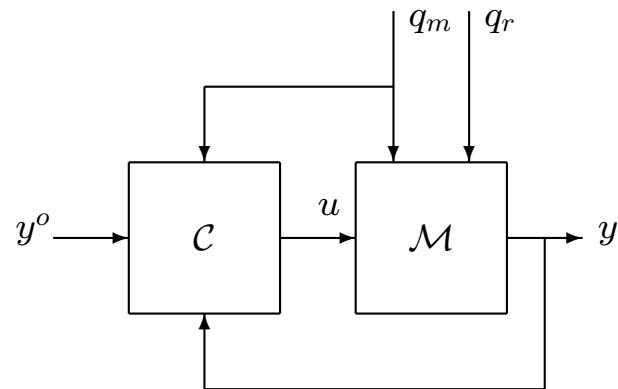
- Problema del controllo:
 - Determinare il valore da attribuire alla variabile di controllo u in modo tale che l'andamento della variabile controllata y risulti sufficientemente prossimo a quello desiderato y^o , qualunque sia (entro certi limiti) il valore delle variabili indipendenti incerte q .
- Alcuni esempi schematici.
 - Controllo della temperatura di un forno.
 - Controllo del livello di un serbatoio.
 - Azionamento di un'antenna per telecomunicazione.
 - Controllo dell'assetto di un aeromobile.

CONTROLLORE AUTOMATICO

- Controllore: ad anello aperto/chiuso.



Schema di controllo ad anello aperto

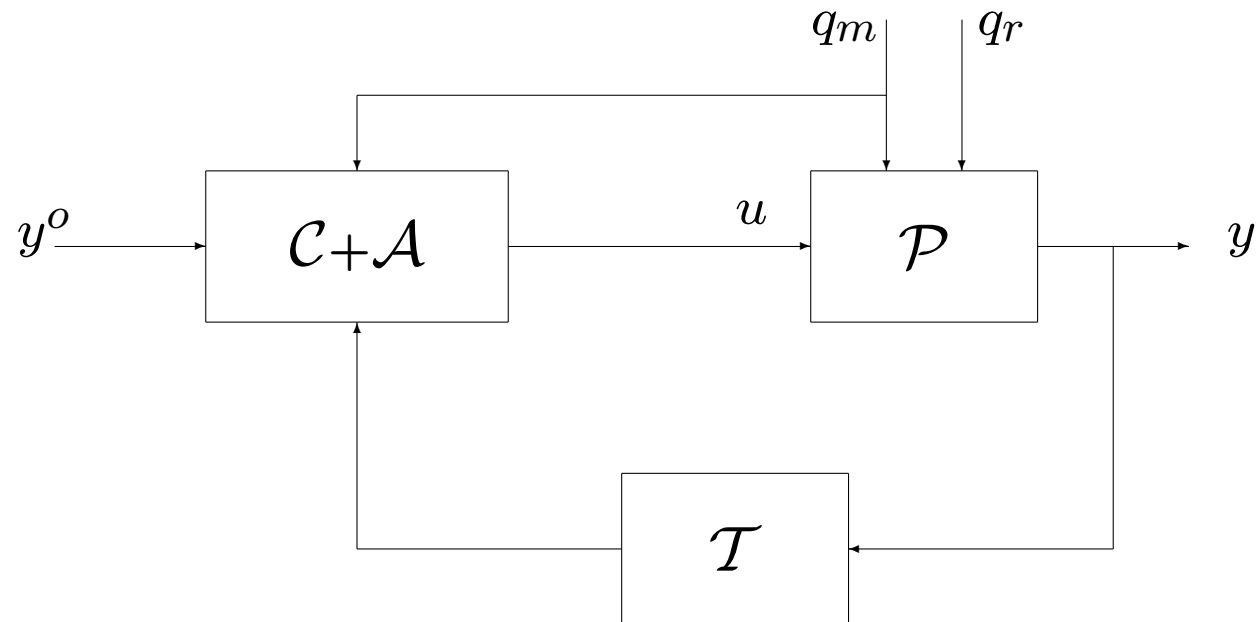


Schema di controllo ad anello chiuso

COMPITI DEL PROGETTISTA

1. Studio del sistema sotto controllo e scelta dei sensori e degli attuatori.
2. Scelta del modello del sistema ottenuto.
3. Semplificazione del modello in modo da renderlo trattabile.
4. Analisi delle proprietà del modello selezionato.
5. Specificazione delle prestazioni desiderate.
6. Scelta del tipo di controllore.
7. Progetto di un controllore che soddisfi alle prestazioni desiderate.
8. Se non esiste, riprovare con specifiche meno restrittive.
9. Simulazione del comportamento del sistema controllato.
10. Ripetizione di tutti i passi precedenti, se necessario.
11. Scelta hardware e software per l'implementazione del controllore.
12. Sintonizzazione del controllore mediante prove in linea, se necessario.

SCHEMA DI CONTROLLO



- $\mathcal{C} + \mathcal{A}$: controllore + attuatore.
- \mathcal{P} : Processo sotto controllo.
- \mathcal{T} : Trasduttore (sensore).

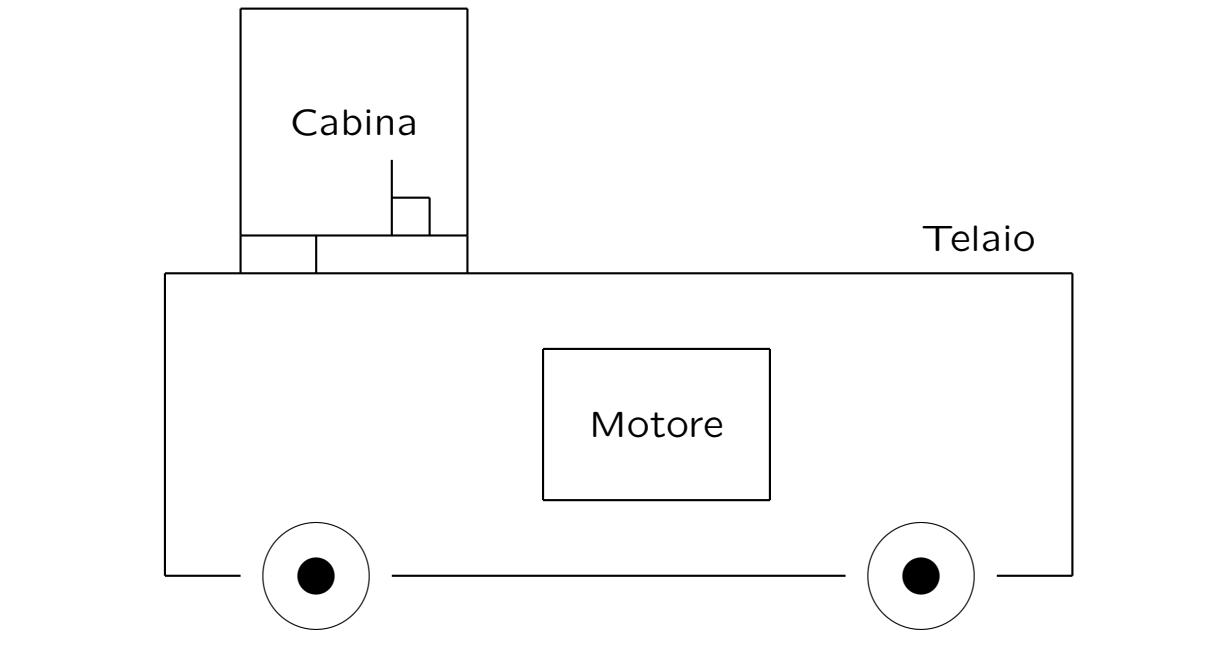
SISTEMA REALE \longrightarrow MODELLO MATEMATICO

- Definizione di modello matematico.
- Accuratezza di un modello matematico:
precisione \longleftrightarrow semplicità.
- Modelli ottenuti dalle leggi della fisica, chimica, ...
- Modelli ottenuti attraverso dati sperimentali.
- Modelli per i controlli automatici.

CLASSIFICAZIONE MODELLI

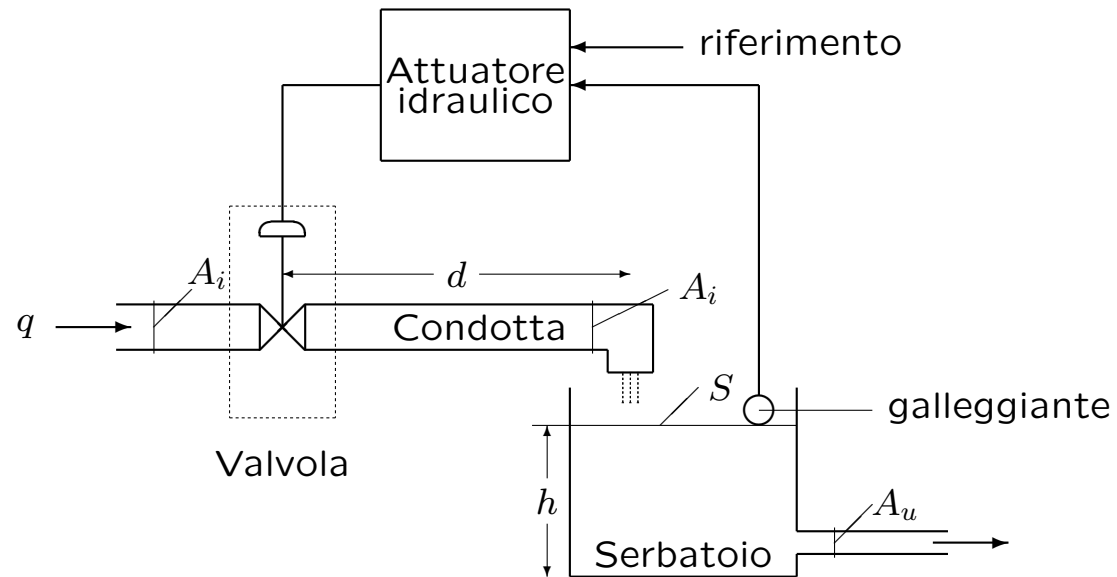
- Modelli dinamici e non dinamici (statici).
- Modelli a parametri distribuiti / parametri concentrati.
- Modelli deterministici e stocastici.
- Modelli tempo-continuo, tempo-discreto, a dati campionati.
- Modelli lineari e non lineari.
- Modelli stazionari (tempo-invarianti) e non stazionari (tempo-varianti).
- Modelli causali e non causali.
- Modelli scalari (SISO) e multivariabili (MIMO).

ESEMPIO: SOSPENSIONI VEICOLO INDUSTRIALE



- Modello semplificato planare: dinamico, lineare, a parametri concentrati, stazionario.
- Raffinamenti: telaio flessibile \rightarrow equazioni alle derivate parziali, modello tridimensionale (4 ruote + sospensioni sghembe), elementi non lineari (smorzatore).

ESEMPIO: CONTROLLO LIVELLO DI UN SERBATOIO



- Modello del serbatoio:
Principio di conservazione della massa
+
Teorema dell'energia di Bernoulli
- Modello della condotta:
Linea di ritardo

ESEMPIO: CONTROLLO LIVELLO DI UN SERBATOIO

- Modello del serbatoio:

$$\frac{d}{dt}h(t) = -\frac{A_u\sqrt{2g}}{S}\sqrt{h} + \frac{1}{S}q_i(t)$$

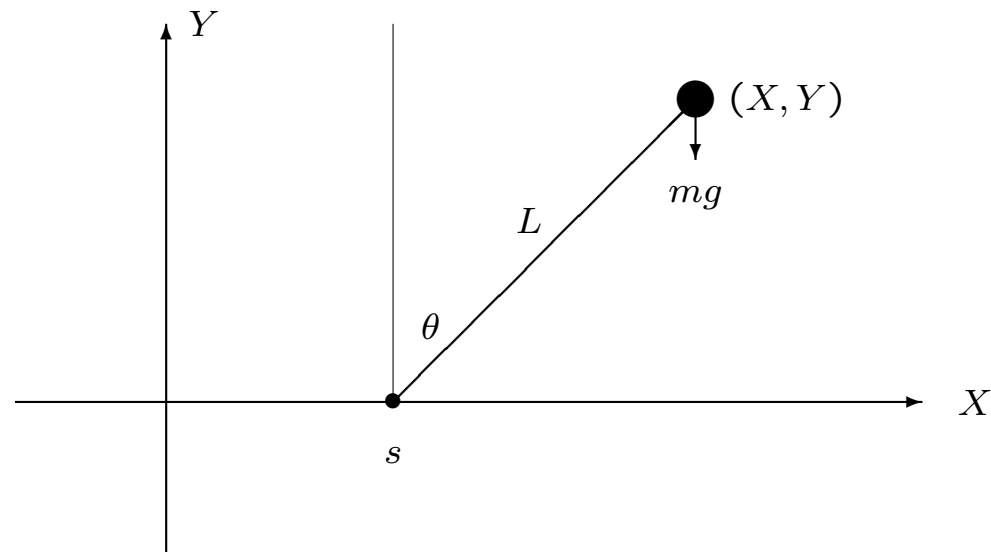
- Modello della condotta:

$$q_i(t) = q(t - T)$$

- Modello completo: $(u(t) := q(t); y(t) := h(t))$

$$\begin{cases} \frac{d}{dt}y(t) = -\frac{A_u\sqrt{2g}}{S}\sqrt{y} + \frac{1}{S}u(t - T) \\ y(0) = y_0 \end{cases}$$

ESEMPIO: PENDOLO INVERSO



- Dinamica del moto: $mL\ddot{\theta}(t) = mg \sin \theta(t) - m\ddot{s}(t) \cos \theta(t)$

- Modello del pendolo inverso: $(u(t) := \ddot{s}(t); y(t) := \theta(t))$

$$\begin{cases} \ddot{y}(t) = \frac{g}{L} \sin y(t) - \frac{1}{L} u(t) \cos y(t) \\ y(0) = y_0 \\ \dot{y}(0) = \dot{y}_0 \end{cases}$$