CONTROLLI AUTOMATICI

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

ANDREA CAITI
andrea.caiti@unipi.it

RICEVIMENTO : MARTEDI' 17.30 CENTRO "E. PIAGGIO"

N° UFFICIO 050 2217328

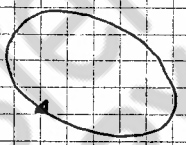
ESAME : ORALE (ESERCIZI + TEORIA)

2 COMPITINI (dicembre e maggio) → TEST DI APPRENDIMENTO

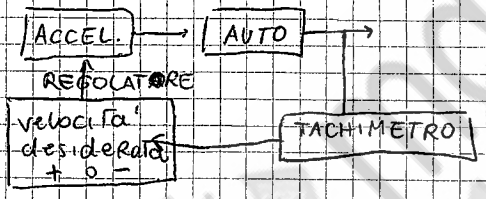
CON 2 COMPITINI GIUSTI → ORALE PIU' LEGGERO

LIBRO: "FONDAMENTI DI CONTROLLI AUTOMATICI" BOLZERN, SCAITOLINI, SCHIAVONE. MC GRAW HILL ITALIA

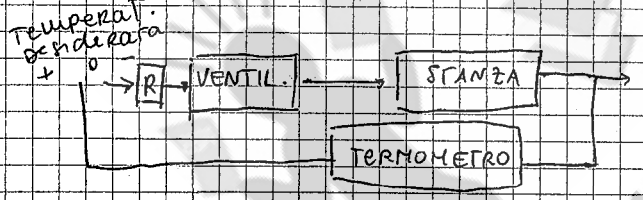
feedback = RETROAZIONE



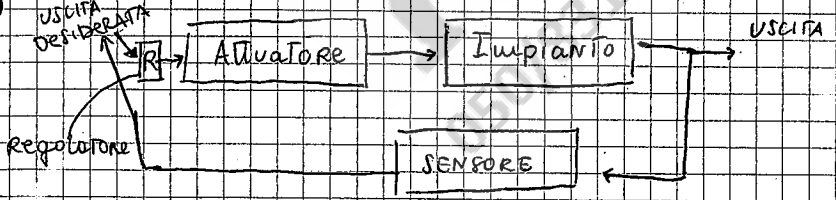
ANELLO DI RETROAZIONE



Nel CRUISE CONTROL l'acceleraz. è la regolaz. viene fatta da UN CIRCUITO elettronico.

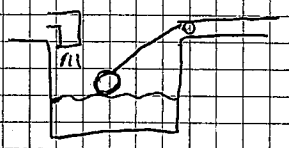


ENTRAMBI SONO COSTITUITI da:



MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Anche nelle regolazioni automatiche dei serbatoi:



Anche la PRESSIONE OSMOTICA della cellula.



CAUSA ↑ DINAMICA! EFFETTO

Sistema = concetto primitivo, posso delimitarne i confini in modo preciso

Su esso agiscono gli ingressi, le applico, e vedo un effetto, un'uscita. Essi possono essere molteplici. Il modo con cui cambiano e' dato dal sistema stesso (da causa a effetto).

Tutto cio' e' dato dalla DINAMICA, che trasforma la causa in effetto, non si vede sempre subito il processo (come nel ventilatore); e' un'attività dovuta alle caratteristiche fisiche del sistema;

→ E' L'INSIEME DELLE LEGGI FISICHE CHE COLLEGANO LA CAUSA ALL'EFFETTO: DINAMICA

Leggi fisiche come $F = ma$ ...

E' descritta da equazioni dinamiche (l'evoluzione del sistema), e' un'equazione DIFFERENZIALE.

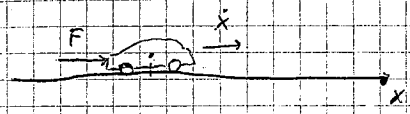
Per studiare il sistema utilizzo il differenziale, in modo astratto per poi applicare tutto alla realtà.

- TEORIA DEI SISTEMI: si occupa dello schema, le operazioni che ci servono per descrivere il processo da CAUSA ad effetto.

Dobbiamo progettare il REGOLATORE, dati gli altri 3 sistemi.

Ci sono delle SPECIFICHE di progetto che regolano il modo in cui si da' l'uscita.

Il GPS e' un filtro di Kalman.



Il sistema media l'ingresso e permette l'uscita.
Nel caso dell'automobile studio la dinamica:
m = massa auto → $F = m\ddot{x}$ differenz. del II° ordine
x_1: posizione $x_1 = x$
x_2: velocità $x_2 = \dot{x} = \dot{x}_1$

$F = m\ddot{x}$ oppure $\begin{cases} F = m\dot{x}_2 \\ \dot{x}_1 = x_2 \end{cases}$

Se conosco le condizioni iniziali posso dire come si muove l'automobile, e' grazie alle condizioni iniziali se posso avere le informazioni che cerco.
→ l'insieme di informaz. tali per cui a partire da un generico istante t_0 e' possibile determinare l'andamento del sistema per $t \geq t_0$ assieme alla conoscenza dell'ingresso, e' detto STATO DEL SISTEMA.
La dinamica e' descritta dallo stato.
posizione e velocità sono lo stato del sistema che ho scelto; l'uscita sarà uno dei 2 stati.
Gli ingressi sono dei segnali del tempo,
• si indicano con $\underline{u}(t)$ e' un vettore $\in \mathbb{R}^m$.
lo stato e' $\underline{x}(t)$ che $\in \mathbb{R}^n$, l'uscita e' indicata con $\underline{y}(t) \in \mathbb{R}^p$.

→ Un sistema e' descritto dall'equazione di stato:
$$\dot{\underline{x}}(t) = \underline{f}(\underline{x}(t), \underline{x}(t_0), t, \underline{u}(t))$$
→ l'equazione di uscita e' algebrica:
$$\underline{y}(t) = \underline{g}(\underline{x}(t), t, \underline{u}(t))$$

Ci sono relazioni istantanee fra ingresso e uscita, relazione algebrica.
Possono esserci relazioni algebriche e non differenziali fra ingresso e uscita.

- Se $\underline{y}$ NON dipende esplicitamente da $\underline{u}(t)$, Allora il sistema si dice STRETTAMENTE CAUSALE, o STRETTAMENTE PROPRIO.
  Prima avviene la causa e poi l'effetto, quindi NON escludiamo che ci sono Relat. ISTANTANEE, ma può' esserci la DINAMICA → a volte NON compare l'INGRESSO nell'espr. dell'USCITA.

- Se $\underline{\dot{x}}$ e $\underline{y}$ NON dipendono esplicitamente da t, Allora il sistema si dice STAZIONARIO o TEMPO-INVARIATO.
  In un sist. STAZIONARIO l'andamento non dipende dall'ISTANTE che considero INIZIALE, l'andamento del sist. nel tempo è sempre lo stesso.
  Si prende un ISTANTE INIZIALE CONVENZIONALE che poi traslo, si prende sempre $t=0$, posso sempre fare questa scelta.

- Se $\underline{f}$ e $\underline{g}$ sono FUNZIONI LINEARI di $\underline{x}$ e $\underline{u}$, cioè' se ho
  $$\underline{\dot{x}} = A(t)\cdot \underline{x}(t) + B(t)\cdot \underline{u}(t)$$
  $$\underline{y} = C(t)\cdot \underline{x}(t) + D(t)\cdot \underline{u}(t)$$
  Allora il sistema si dice LINEARE.
  A, B, C, D = MATRICI

Queste 3 proprietà' sono tra loro INDIPENDENTI.
Se le matrici fossero COSTANTI → sistema LINEARE e STAZIONARIO.
Se D fosse 0 → STRETTAMENTE CAUSALE e LINEARE

I sistemi veri sono NON STAZIONARI e NON LINEARI.
Nel caso generale mezzo a dire poco del sistema:
- Posso dire quali sono i PUNTI DI EQUILIBRIO del sistema (NON mi muovo dal punto), il mio sistema ha uno STATO COSTANTE.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

UNO STATO x_0 SI DICE STATO DI EQUILIBRIO RISPETTO AD UN INGRESSO $u_0(t)$ SE $\dot{x}(t) = f(x(t), x(t_0) = x_0, u_0(t)) \equiv 0$ $\forall t \geq t_0$. DERIVATA DELLO STATO = 0, CIOE' LO STATO E' COSTANTE.

PER CUI $x(t) \equiv x_0 \quad \forall t \geq t_0$.

CI SONO PUNTI DI EQUILIBRIO DIVERSI.

LA STABILITA' LA ASSOCIAMO AGLI STATI DI EQUILIBRIO, NON E' UNA PROPRIETA' DEI SISTEMI.

→ STABILITA' DEL PUNTO DI EQUILIBRIO:

2 IPOTESI:

- STATO STAZIONARIO
- INGRESSO ASSOCIATO ALL'EQUILIBRIO E' NULLO.

SI CONSIDERI UN SISTEMA STAZIONARIO PER CUI $x = 0$ E' STATO DI EQUILIBRIO PER INGRESSO NULLO

$\dot{x} = f(x(t), x(0) = x_0, u(t))$ f E' LA DERIVATA CHE DEVE ESSERE NULLA

$f(x(t), 0, 0) = f(0) = 0$

SE COSI' NON FOSSE MI MUOVEREI

→ L'ORIGINE ($x = 0$) (STATO DI DISTANZA) SI DICE STATO DI EQUILIBRIO STABILE SE $\forall \varepsilon > 0 \quad \exists \delta_\varepsilon > 0$ TALE CHE

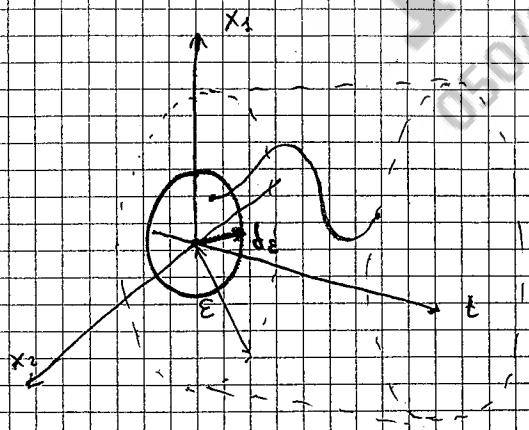
SE $\|x(0) - 0\| < \delta_\varepsilon \rightarrow \|x(t) - 0\| < \varepsilon$

$\|x(0) - 0\|$: DISTANZA FRA LA CONDIZ. INIZIALE E L'INIZIO

δ_ε: UN INTORNO DEL PUNTO

$\|x(t) - 0\|$: DISTANZA FRA UN TEMPO SUCCESS. E L'INIZIO

ε: RAGGIO DELL'INTORNO

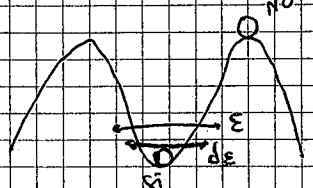


ε E' LA DISTANZA MASSIMA CHE IO NON VOGLIO CHE SUPERI, SCELGO UN INTORNO δ_ε PIU' PICCOLO IN MODO CHE NON VADA OLTRE IL MIO ε.

$\delta_\varepsilon < \varepsilon$

(RIESCO SEMPRE A FARLO SE SONO ALL'ENERGIA POT. MINIMA)

NON CI RIESCO CON IL MAX DELL'EN. POT.



MASTER COPY
Tel. 050 831 21 26
Cell. 388 9837745