



*Istituto d'Istruzione  
Secondaria Superiore  
"M. BARTOLO"  
PACHINO (SR)*

# **APPUNTI DI SISTEMI AUTOMATICI 3° ANNO – I SISTEMI DI CONTROLLO**

**A cura del Prof S. Giannitto**

# SISTEMI DI CONTROLLO

- Cosa si intende per **sistema di controllo**?

Un sistema è un insieme di entità tra di loro connessi o interagenti in modo da formare un'unica unità.

La parola controllo sta ad indicare dirigere, comandare, regolare.

Quindi combinando le due precedenti definizioni, possiamo dire che:

**Un sistema di controllo è un insieme di componenti fisici tra di loro connessi o interagenti in modo tale da comandare, dirigere o regolare se stesso o un altro sistema.**



# SISTEMI DI CONTROLLO

Due termini che ci aiutano a definire un sistema di controllo sono **INPUT** e **OUTPUT**.

- Cosa si intende per **input**?

Una **sollecitazione** applicata al sistema da una sorgente di energia esterna per ottenere una certa risposta dal sistema stesso.

- Cosa si intende per **output**?

L'effettiva **risposta** ottenuta dal sistema di controllo. Essa può essere o non essere uguale a quella risposta che l'input implica.



# SISTEMI DI CONTROLLO

I sistemi di controllo possono avere **più ingressi ed uscite.**

Se gli ingressi e le uscite sono noti, è possibile identificare o definire la natura dei componenti del sistema.

Spesso tutti gli ingressi e le uscite sono ben definiti dalla descrizione del sistema. Ma qualche volta questo non succede.



## SISTEMI DI CONTROLLO

Se si vuole esaminare nel dettaglio un sistema è necessario considerare anche gli ingressi e le uscite **spurie**.

Per esempio le scariche elettriche di un temporale possono produrre delle interferenze intermittenti in una ricezione radio, producendo un'uscita indesiderata.

Questo rumore in genere non viene preso in considerazione nella semplice identificazione del sistema radioricevente, ma fa ugualmente parte dell'uscita come precedentemente definita.



# SISTEMI DI CONTROLLO

Vi sono tre tipi di sistemi di controllo:

- Sistemi di controllo **costruiti dall'uomo**;
- Sistemi di controllo **naturali**, compresi quelli biologici.
- Sistemi di controllo **misti** costituiti da componenti costruiti dall'uomo e da componenti naturali.



# ESEMPI DI SISTEMI DI CONTROLLO

## Esempio 1

### **Interruttore elettrico:**

Sistema costruito dall'uomo che controlla il flusso di corrente.

**Input:** apertura o chiusura dell'interruttore.

L'ingresso può essere in uno dei due stati: aperto o chiuso.

**Output:** flusso o interruzione di corrente (due stati)

## Esempio 2

### **Indicare un oggetto con un dito:**

Sistema di controllo biologico costituito dagli occhi, dal braccio, dalla mano, dal dito e dal cervello dell'uomo.

**Input:** direzione esatta dell'oggetto (che si sta muovendo o no) rispetto ad un certo riferimento.

**Output:** l'effettiva direzione del dito rispetto allo stesso riferimento



# ESEMPI DI SISTEMI DI CONTROLLO

## Esempio 3

**Un uomo che guida un'auto :**

Sistema avente componenti sia biologici che costruiti dall'uomo: le mani, gli occhi e il cervello del guidatore più il veicolo.

In questo caso il guidatore desidera mantenere l'automobile in una opportuna fascia della strada. Egli ottiene questo confrontando costantemente la direzione dell'auto con quella della strada

**Input:** la direzione della strada rappresentata dalla striscia bianca.

**Output:** la direzione dell'automobile.



# CLASSIFICAZIONI DEI SISTEMI DI CONTROLLO

I sistemi di controllo si classificano in:

Sistemi ad **anello aperto**: sistema in cui l'azione di controllo è indipendente dall'uscita

Sistemi ad **anello chiuso**: sistema in cui l'azione di controllo dipende in qualche modo dall'uscita

Al fine di distinguere un sistema di controllo ad anello aperto da uno ad anello chiuso, si devono chiaramente riconoscere quali componenti costituiscono effettivamente il sistema e quali vi interagiscono senza esserne parte. Per esempio un operatore può essere o meno un componente del sistema.



# CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI DI CONTROLLO

I sistemi ad anello aperto sono caratterizzati dalla **calibratura** al fine di ottenere un'adeguata accuratezza del sistema, occorre, cioè, stabilire o ristabilire il legame fra ingresso e uscita.

Sono sistemi che, in generale, non presentano problemi di stabilità.

I sistemi ad anello chiuso sono più comunemente chiamati **sistemi di controllo retroazionati** dove per

## **Retroazione**

si intende quella proprietà del sistema per cui **l'uscita** (o qualche variabile controllata del sistema) **viene confrontata con l'ingresso** (di qualche componente o sottosistema costituente l'intero sistema) così da fornire un'opportuna azione di controllo funzione dell'ingresso e dell'uscita.

## ESEMPIO DI SISTEMA AD ANELLO APERTO

Un **tostapane** è un sistema ad anello aperto perché è controllato con un timer. L'utilizzatore, che non è un componente del sistema, decide quale è il tempo necessario per fare un "buon toast".

Quindi si ottiene il controllo di qualità del toast (l'uscita) una volta che si è indicato il **tempo di cottura**, il quale costituisce sia l'ingresso che l'azione di controllo.



## ESEMPIO DI SISTEMA AD ANELLO CHIUSO

Un **pilota automatico e l'aereo controllato**, costituiscono un sistema di controllo retroazionato. Lo scopo è quello di mantenere l'aereo su una rotta prefissata nonostante i cambiamenti delle condizioni atmosferiche.

Esso esegue questo compito misurando con continuità l'effettiva rotta dell'aereo e agendo opportunamente sulle superfici di controllo, in modo da mantenerlo sulla rotta prefissata. Invece il pilota, o l'operatore, che inserisce il pilota automatico, non è componente del sistema di controllo.

**Ingresso:** la rotta richiesta stabilita su un quadrante del pannello di controllo.

**Uscita:** l'effettiva rotta misurata dagli strumenti di navigazione.

Quando vi è una differenza tra ingresso ed uscita il comparatore fornisce al pilota automatico un segnale che costituisce l'azione di controllo.

Il pilota automatico fornisce a sua volta degli opportuni comandi agli strumenti di navigazione (flap, timone ecc.) al fine di ridurre la differenza tra ingresso ed uscita. Quando vi è una corrispondenza tra le due non si richiede nessuna azione di controllo.



# CARATTERISTICHE DELLA RETROAZIONE

La presenza di retroazione fornisce ad un sistema le seguenti caratteristiche:

- Aumento di precisione
- Riduzione degli effetti delle non linearità e delle distorsioni;
- Aumento della banda passante (ossia quel campo di frequenze per cui il sistema risponde in modo soddisfacente)
- Tendenze all'oscillazione o all'instabilità
- Riduzione della sensibilità del rapporto fra ingresso ed uscita a variazione delle caratteristiche del sistema.



# ANALISI DI UN SISTEMA DI CONTROLLO

Analizzare un sistema di controllo vuol dire determinare le **proprietà del sistema**.

Il suo progetto consiste nella scelta e nella connessione dei componenti affinché questo soddisfi a certe prescrizioni.

Esistono due metodi di progetto:

- **Progetto per analisi**

che si attua modificando le caratteristiche di un sistema standard o comunque esistente (**modificando**);

- **Progetto per sintesi**

Individuando direttamente la struttura del sistema in base alle specifiche del progetto (**progettando**)



# RAPPRESENTAZIONE DI UN SISTEMA DI CONTROLLO

Esistono tre metodi di **descrizione dei sistemi** o modelli

- **Relazioni matematiche**
- **Schemi a blocchi**
- **Schemi di flusso**

Gli ultimi due sono rappresentazioni grafiche sia dello schema di un sistema fisico, sia dell'insieme delle equazioni matematiche che caratterizzano le sue diverse parti.



## Progetti proposti

- Spiegare come funziona un usuale sistema di semafori che controllano il traffico automobilistico agli incroci stradali

Perché è un sistema ad anello aperto?

Come si potrebbe controllare il traffico in modo più efficiente?

Perché in quest'ultimo caso il sistema sarebbe ad anello chiuso?

- Progettare un semplice sistema di controllo che automaticamente fa accendere la lampada di una stanza al tramonto e la fa spegnere quando c'è la luce del giorno.

Si illustri un semplice schema di tale sistema.

