

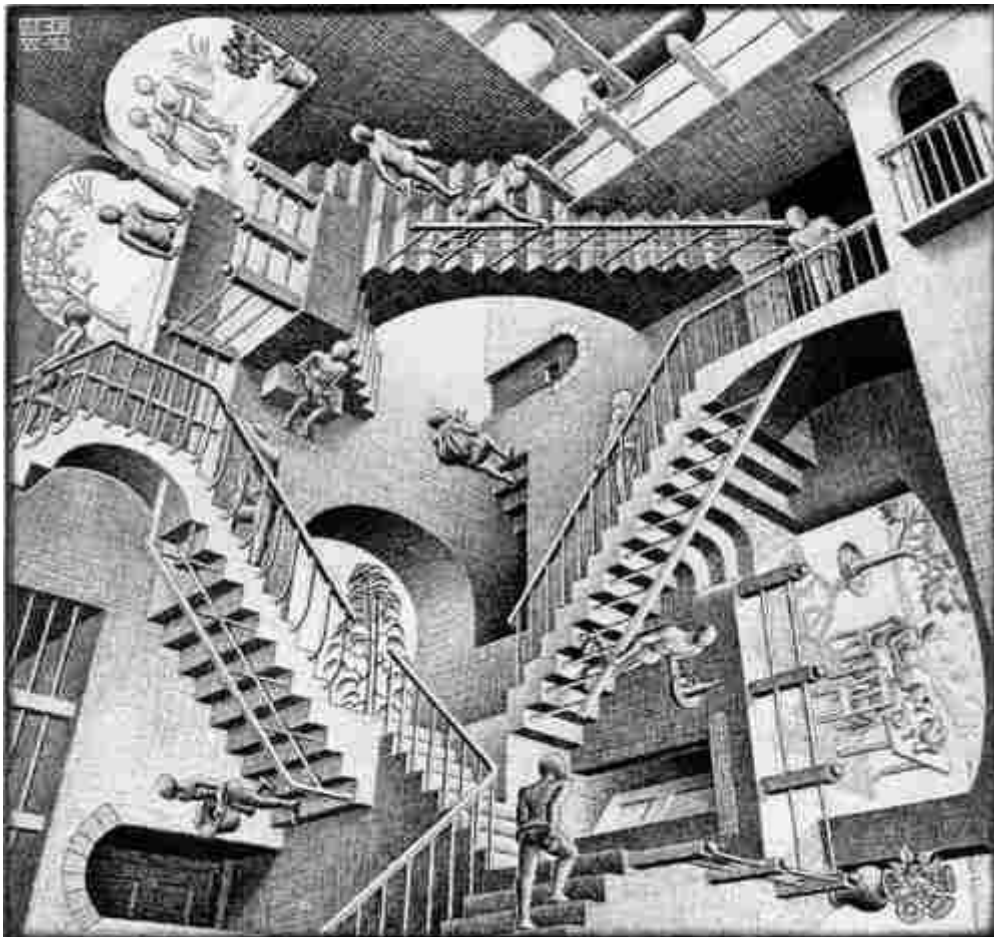
ITIS “Leonardo Da Vinci” – Lanciano

Corso di “Sistemi elettronici automatici”
Indirizzo: “Elettronica e Telecomunicazioni”

U.D.

ELEMENTI DI TEORIA DEI SISTEMI

Appunti dalle lezioni



prof. Giandomenico Antonioli

AUTOMAZIONE

insieme di tecniche che tendono ad affidare alle macchine la produzione ed il controllo di essa al fine di ridurre o eliminare l'intervento dell'uomo

CONTROLLO

complesso di operazioni automatizzate che hanno lo scopo di mantenere i valori di una o più grandezze ad un valore prefissato e di far loro seguire un andamento prestabilito

TEORIA DEI SISTEMI

la disciplina che studia i fondamenti teorici della SCIENZA DELL'AUTOMAZIONE

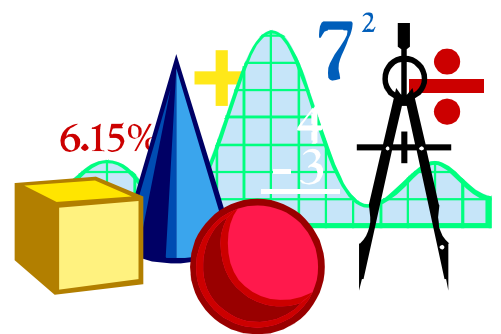


DEFINIZIONI DI SISTEMA

- un sistema è un insieme formato da più elementi interagenti tra di loro in modo da costituire una unica entità e organizzati al fine di ottenere un obiettivo prefissato
- un sistema è un insieme di parti o elementi correlati in modo tale da costituire un tutto, che abbia significato in un certo contesto
- un sistema è un insieme di parti correlate in modo da formare un tutto e/o funzionare in un certo modo

ESEMPI DI SISTEMI

- sistema politico
- sistema finanziario
- sistema scolastico
- sistema solare
- sistema di elaborazione dati
- sistema sanitario
- sistema di gioco



STUDIO DI UN SISTEMA

APPROCCIO ANALITICO	si scompone il sistema in sottosistemi di minore complessità ; si studiano singolarmente i sottosistemi ; si “sommano i risultati”
APPROCCIO SISTEMICO	si affronta lo studio del sistema nella sua globalità, considerando i legami esistenti tra le parti e gli elementi di ciascuna di esse

QUALE APPROCCIO ?

L'APPROCCIO ANALITICO è valido se le interazioni tra le parti nei quali si scompone il sistema sono deboli o poco influenti, tanto da poter essere trascurate e se poi è possibile ricomporre gli effetti prodotti dalle singole parti.

L'APPROCCIO SISTEMICO è valido per sistemi complessi, in cui le interazioni tra le parti sono fondamentali e risulta difficile, se non impossibile, la scomposizione in sottosistemi separati.

☞ **UN ECOSISTEMA COME LA FORESTA AMAZZONICA**

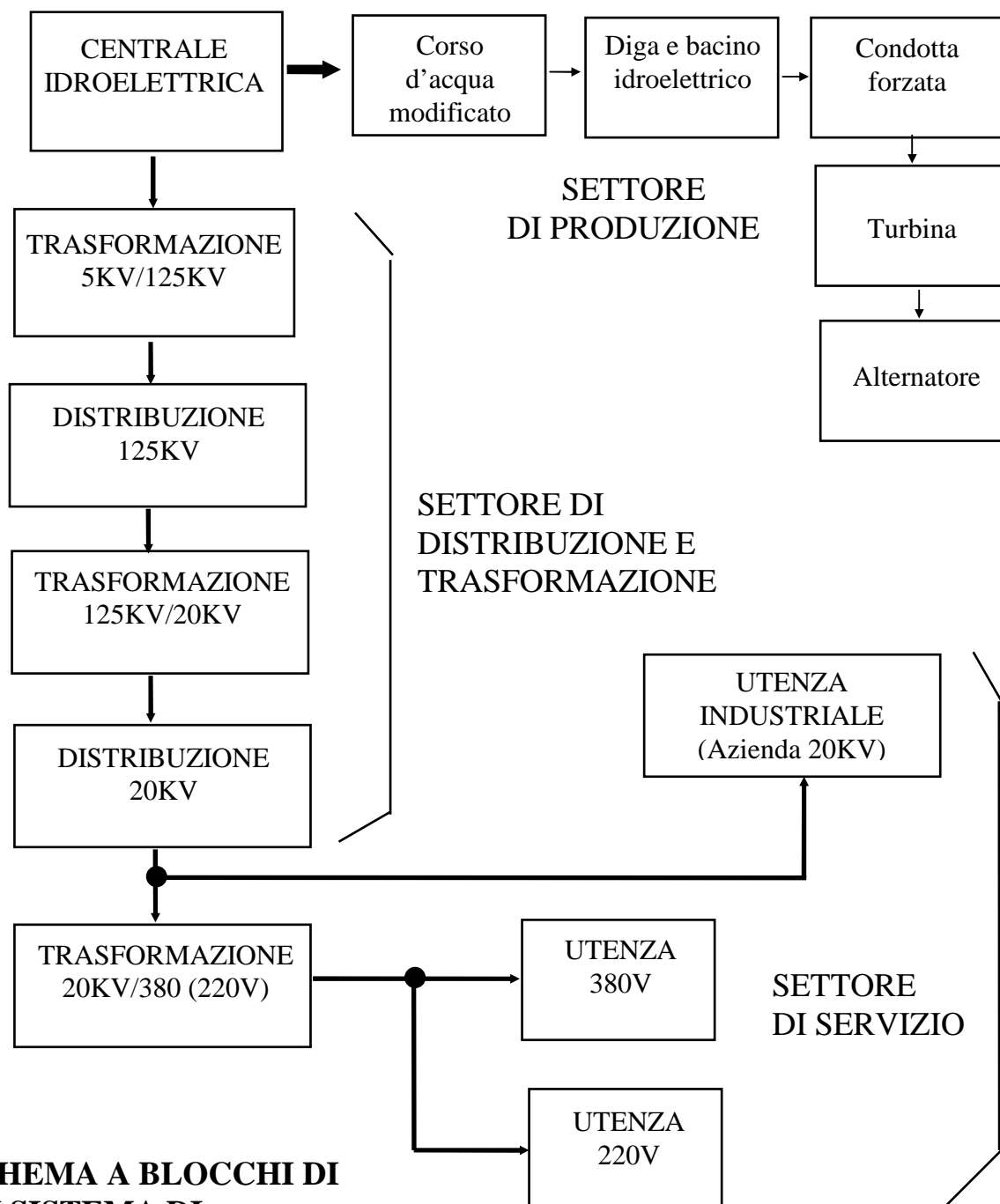
☞ **IL SISTEMA ECONOMICO MONDIALE**

☞ **IL SISTEMA ATMOSFERICO**

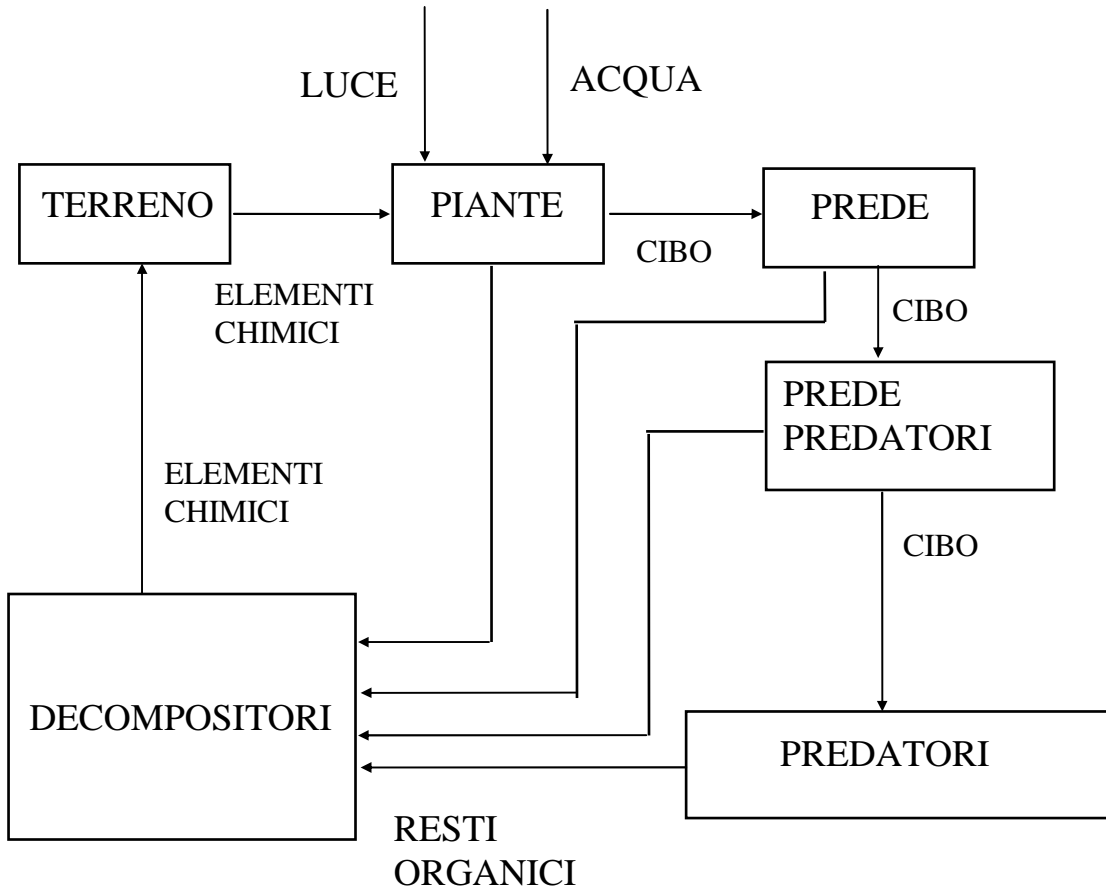
☞ **UNA SQUADRA DI CALCIO**



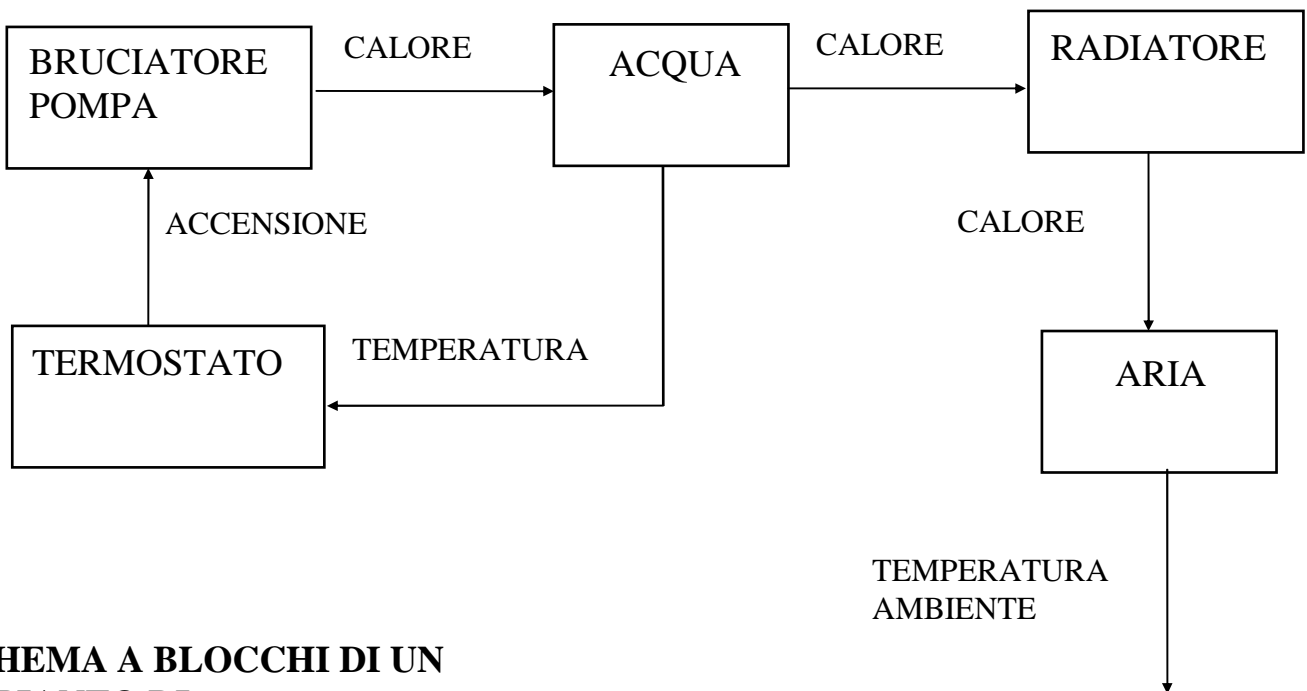
NELLA PRATICA E' OPPORTUNO UTILIZZARE SIA IL METODO CLASSICO (APPROCCIO ANALITICO) CHE QUELLO SISTEMICO, EFFETTUANDO, NEI LIMITI DEL POSSIBILE, LA SCOMPOSIZIONE, MA CONSIDERANDO SEMPRE LE INTERAZIONI TRA LE PARTI.



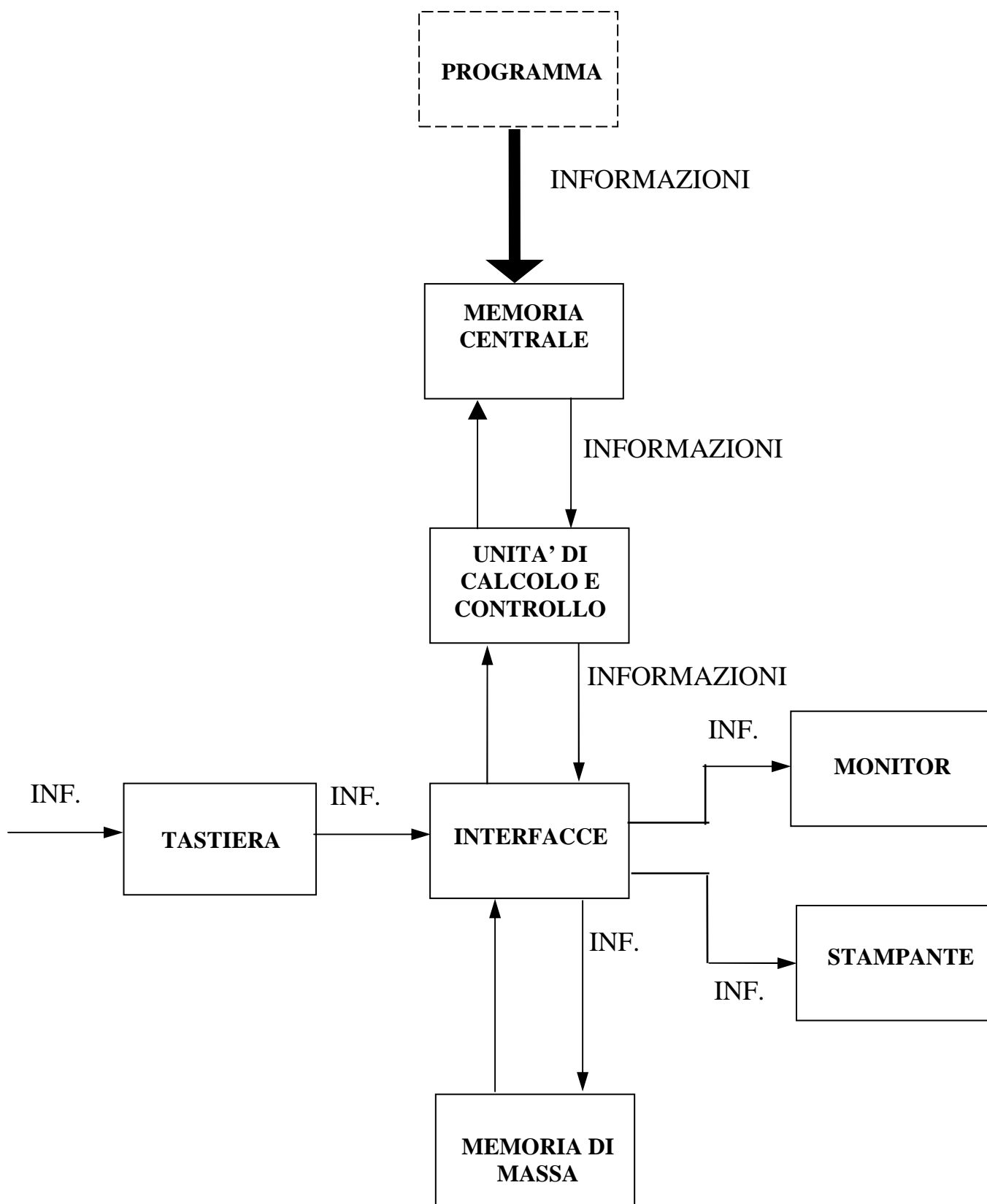
**SCHEMA A BLOCCHI DI
UN SISTEMA DI
PRODUZIONE E
DISTRIBUZIONE
DELL'ENERGIA**



SCHEMA A BLOCCHI DI UN ECOSISTEMA



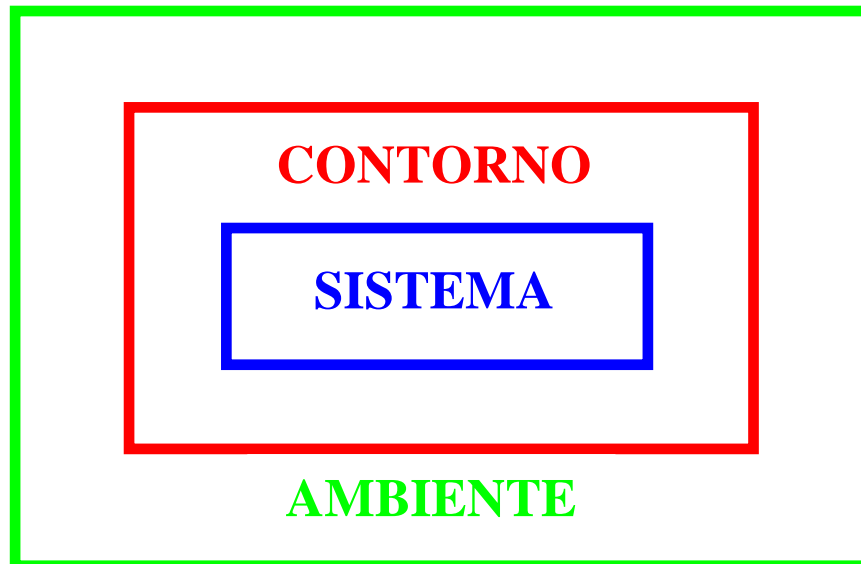
SCHEMA A BLOCCHI DI UN IMPIANTO DI RISCALDAMENTO



**SCHEMA A BLOCCHI DI UN
CALCOLATORE ELETTRONICO**

CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI

1. SISTEMI APERTI E CHIUSI



CONTORNO : è la linea di demarcazione che determina quali elementi sono inclusi e quali esclusi dal sistema.

AMBIENTE : quello che non fa parte del sistema e con cui esso confina.

SISTEMA APERTO : è in grado di scambiare materia, energia o informazioni con l'ambiente

SISTEMA CHIUSO : non interagisce con l'ambiente

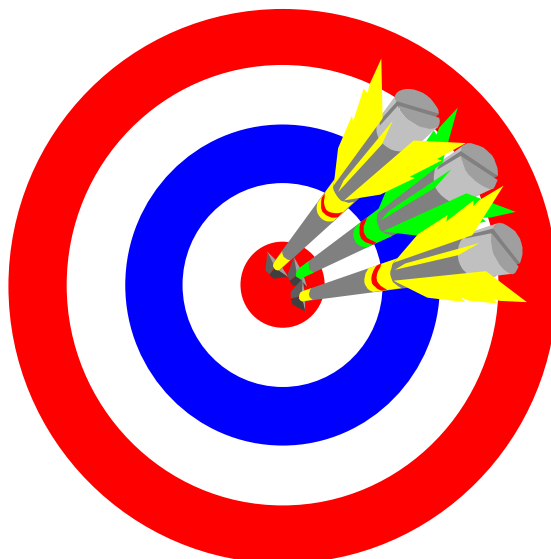
2. SISTEMI DETERMINISTICI E PROBABILISTICI

SISTEMI DETERMINISTICI

forniscono sempre la stessa risposta se, a parità di condizioni iniziali, è applicata la medesima sollecitazione al loro ingresso.

SISTEMI PROBABILISTICI

presentano nella loro evoluzione fenomeni di casualità perché la grandezza misurata all'uscita del sistema evolve verso stati che non portano alla medesima risposta, anche a parità di condizioni iniziali e delle sollecitazioni ad essi applicate.



3. SISTEMI NATURALI, ARTIFICIALI, MISTI

SISTEMI NATURALI

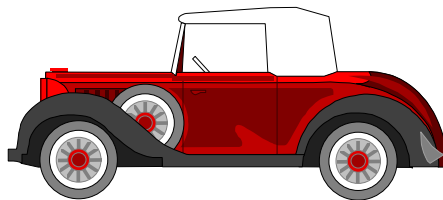
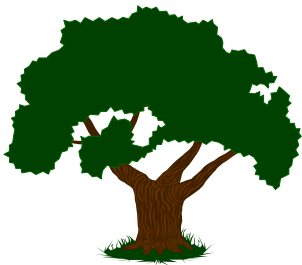
sono quelli che esistono già in natura

SISTEMI ARTIFICIALI

sono quelli creati dall'uomo

SISTEMI MISTI

**quando l'intervento dell'uomo agisce su un sistema naturale e ne modifica le caratteristiche
(es. diga artificiale)**

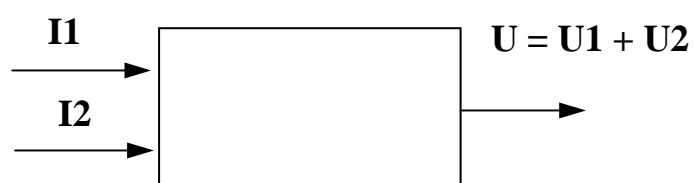
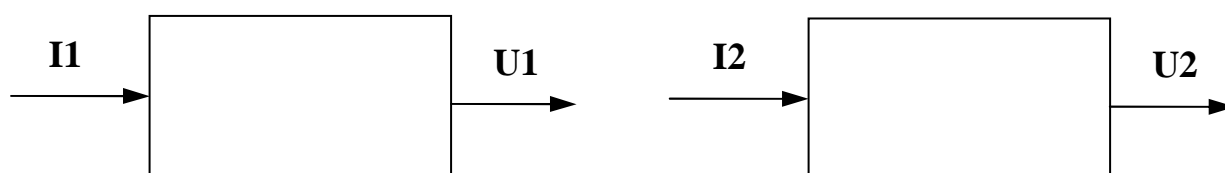


4. SISTEMI LINEARI E NON LINEARI

SISTEMA LINEARE

per esso valgono i principi di sovrapposizione degli effetti e di omogeneità

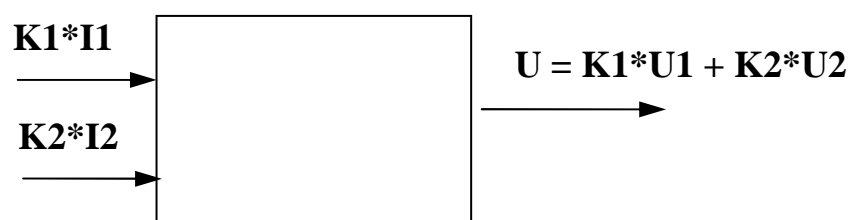
sovrapposizione degli effetti :



omogeneità :



LINEARITA' :

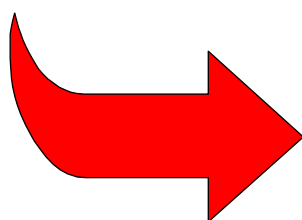


5. SISTEMI INVARIANTI E VARIANTI (NEL TEMPO)

- un sistema è detto invariante nel tempo se i parametri che lo caratterizzano rimangono invariati nel tempo e di conseguenza anche le leggi che legano le sollecitazioni alle risposte rimangono invariate nel tempo
- in pratica vuol dire che il sistema non cambia le proprie caratteristiche nel tempo

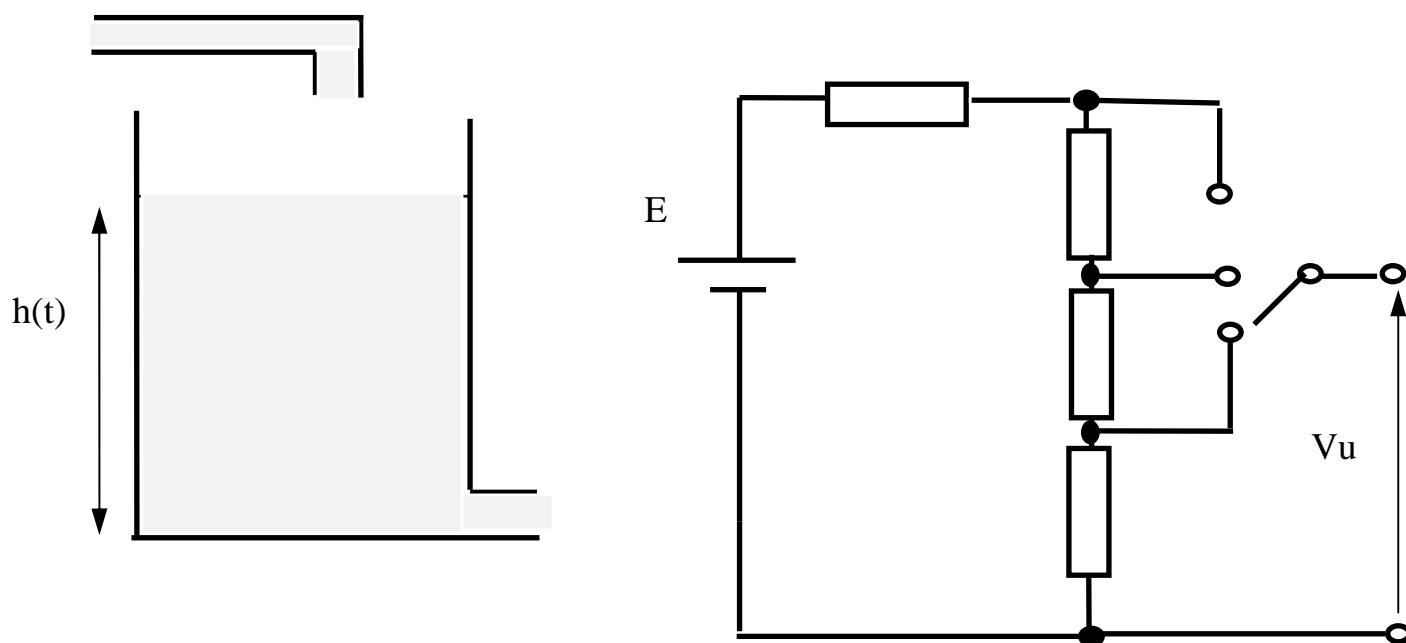
$$V = R * I \quad \text{invariante}$$

$$V = R(t) * I \quad \text{variante}$$



6. SISTEMI CONTINUI E DISCRETI

- un sistema si definisce continuo se i valori significativi delle variabili di uscita possono essere messi in corrispondenza con quelli appartenenti a un sottoinsieme \mathbf{R} dei numeri reali
- un sistema si definisce discreto se i valori significativi di almeno una delle variabili di uscita possono essere messi in corrispondenza con quelli appartenenti a un sottoinsieme \mathbf{Z} dei numeri interi



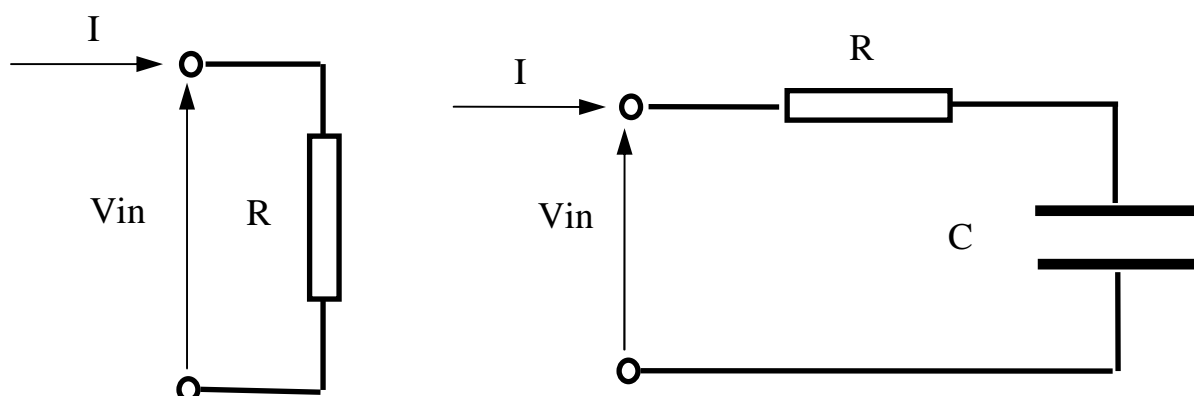
7. SISTEMI CON MEMORIA O SENZA MEMORIA

CON MEMORIA

- il valore assunto dalle variabili di uscita in un certo istante t dipende dalla sollecitazione di ingresso presente in quell'istante ma anche dalla storia passata del sistema
- la risposta del sistema alle sollecitazioni dipende dallo stato raggiunto dal sistema, ovvero da ciò che è accaduto ad esso in precedenza, dalla sua “storia”, che in qualche modo risulta memorizzata dallo stato raggiunto

SENZA MEMORIA

le variabili di uscita all'istante t dipendono esclusivamente dalla sollecitazione di ingresso presente in quell'istante

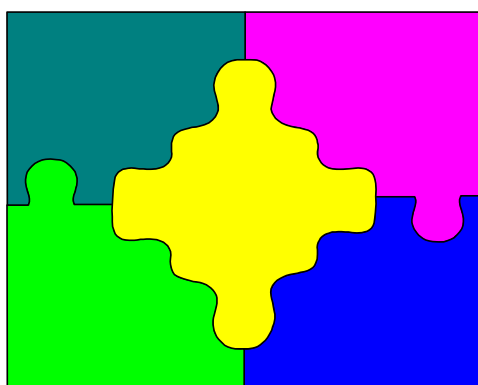


Nell'ambito della elettronica digitale i sistemi senza memoria prendono il nome di SISTEMI COMBINATORI e quelli con memoria si dicono SISTEMI SEQUENZIALI.

I sistemi continui senza memoria si dicono ALGEBRICI o DI ORDINE ZERO, in quanto sono descrivibili da semplici relazioni algebriche, mentre quelli con memoria richiedono per la loro descrizione l'utilizzo di equazioni differenziali di vario ordine e si parlerà allora di PRIMO ORDINE, SECONDO ORDINE ecc.

8. SISTEMI STATICI O DINAMICI

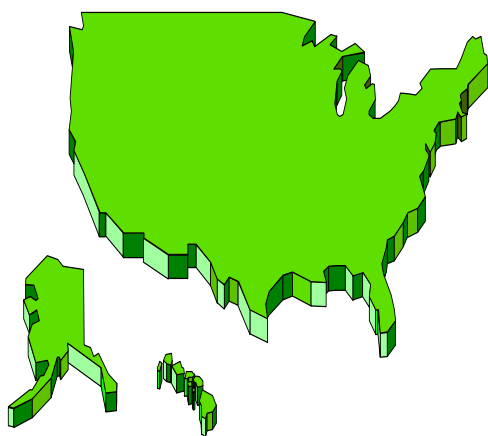
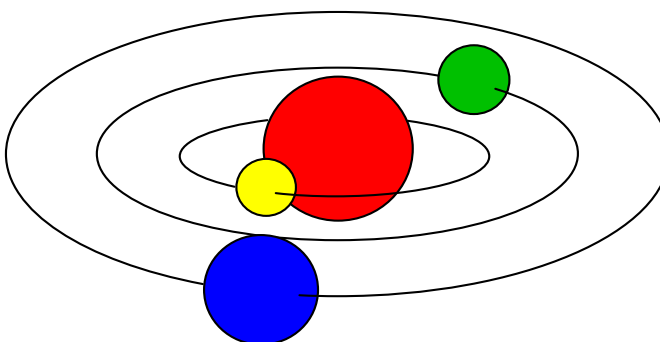
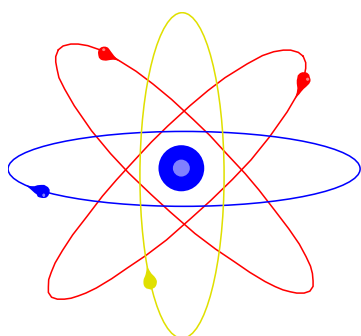
a seconda che il sistema evolva o meno nel tempo



I MODELLI

UN MODELLO è la rappresentazione semplificata di una realtà complessa che ha lo scopo di evidenziare alcuni aspetti significativi rispetto al contesto in cui si opera.

IL MODELLO E' UNO STRUMENTO DI COMUNICAZIONE E DI INFORMAZIONE



CLASSIFICAZIONE DEI MODELLI

- **MODELLI ICONICI**

sono una rappresentazione grafica in scala del sistema

es. plastico di una diga, pianta di un edificio

- **MODELLI ANALOGHI**

due sistemi si definiscono “analoghi” quando, pur essendo di natura diversa, le loro variabili sono legate dalle stesse relazioni matematiche

es. sistema meccanico/sistema elettrico

modello in scala di un ponte

modello di un abito

- **MODELLI ASTRATTI (O SIMBOLICI)**

schema a blocchi

modello matematico

modello grafico

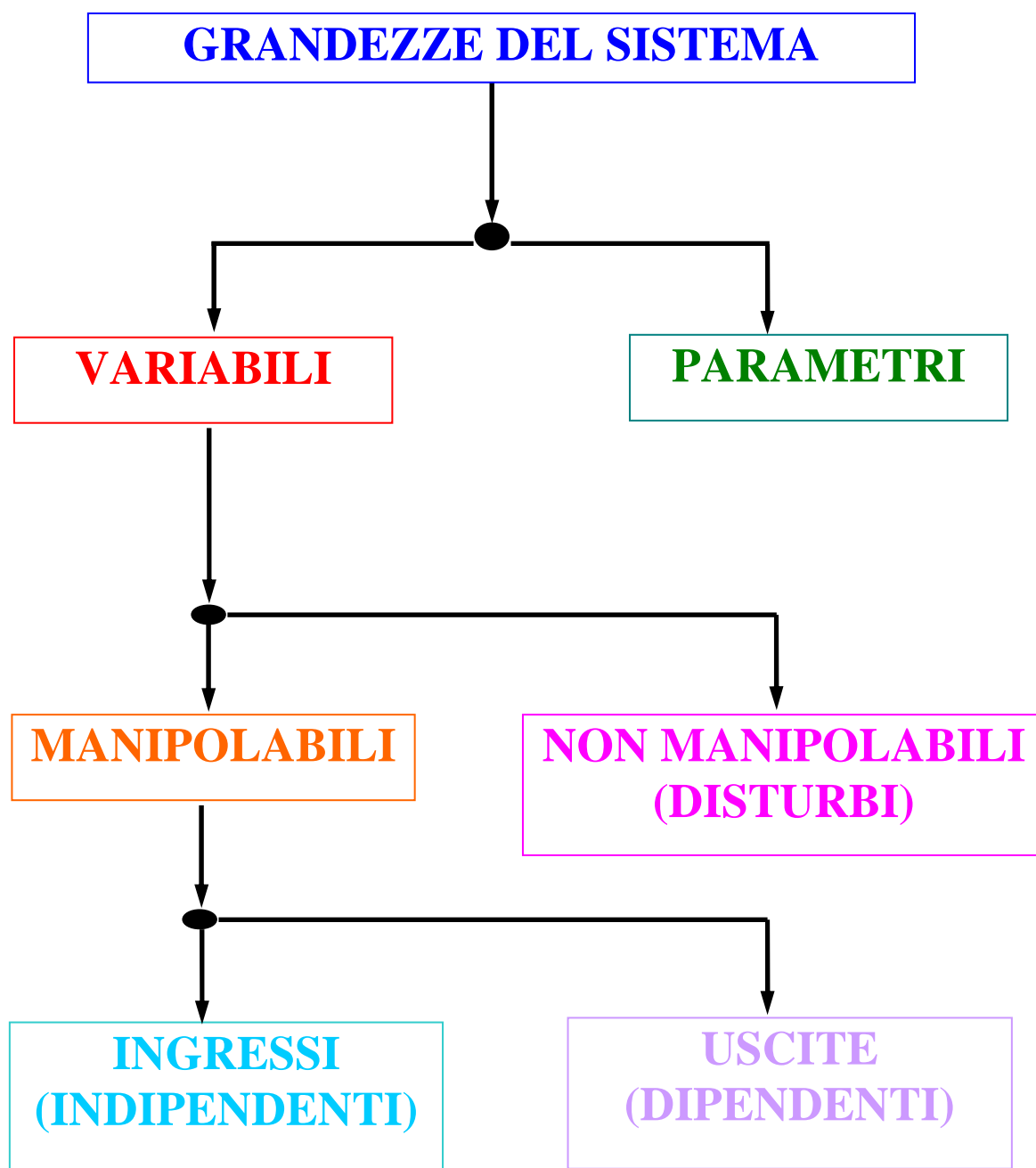
IDENTIFICAZIONE **DI UN SISTEMA**

- 1. Distinguere le parti che costituiscono il sistema e che ci interessano da tutto quello che non fa parte del sistema (che definiamo come AMBIENTE)**
- 2. Individuare le grandezze dalle quali il sistema è condizionato o caratterizzato relativamente al fenomeno in studio.**
- 3. Definire uno schema a blocchi orientato con le grandezze individuate**

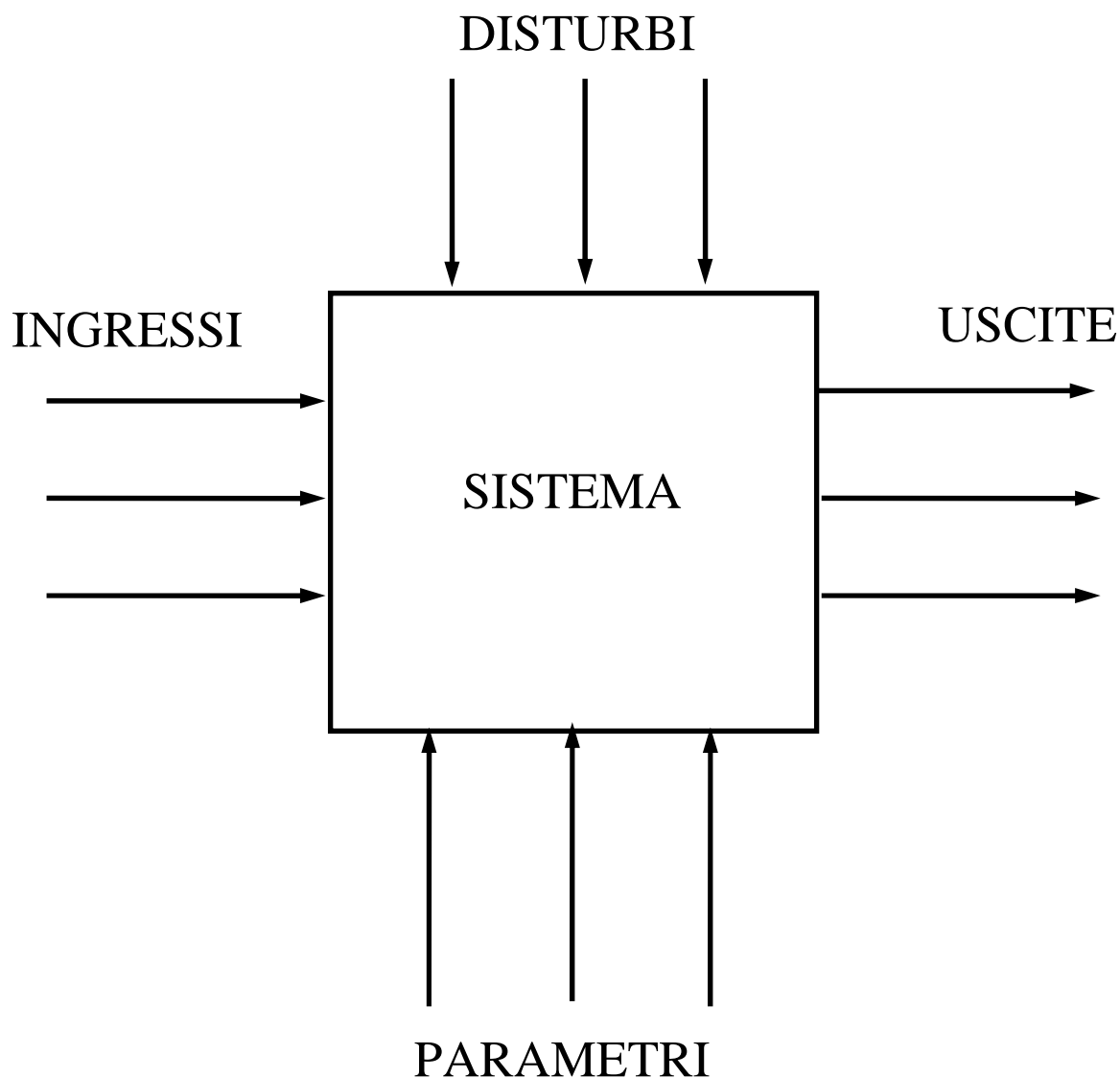


LE GRANDEZZE DI UN SISTEMA

- **VARIABILI** : le grandezze che possono essere direttamente o indirettamente modificate da parte dell'osservatore
- **PARAMETRI** : grandezze che non variano con continuità ma che si considerano fissate una volta per tutte e condizionano il comportamento del sistema
- **VARIABILI INDIPENDENTI (INGRESSI)** : grandezze sulle quali si può intervenire direttamente
- **VARIABILI DIPENDENTI (USCITE)** : grandezze i cui valori dipendono dai valori assunti dalle variabili indipendenti (si possono modificare solo modificando le variabili di ingresso, rappresentano la risposta del sistema)
- **VARIABILI MANIPOLABILI** : sono le variabili indipendenti e le variabili dipendenti
- **VARIABILI NON MANIPOLABILI (DISTURBI)** : quelle su cui non si può effettuare nessuna forma di controllo, in quanto hanno un andamento imprevedibile o casuale, ma che comunque condizionano il comportamento del sistema



LO SCHEMA A BLOCCHI



- ogni blocco è interconnesso ad altri con linee orientate che indicano il verso di propagazione dei segnali
- ogni blocco può rappresentare sia singoli elementi del sistema, sia tante parti separate ma riunite in modo da formare una unica entità

IL MODELLO MATEMATICO

La rappresentazione di un sistema complesso mediante uno schema a blocchi si rivela utile perché consente di identificare gli elementi fondamentali del sistema e le interazioni che esistono tra i singoli elementi, ma è limitativa perché non consente di fare valutazioni quantitative sul comportamento del sistema.

IL MODELLO MATEMATICO di un sistema, a differenza dello schema a blocchi, consente invece di risolvere numerosi problemi legati alla analisi e alla sintesi dei sistemi.

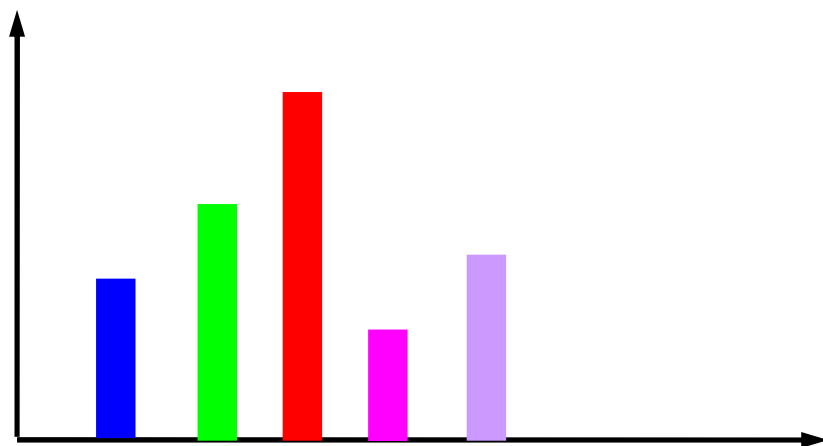
PER MODELLO MATEMATICO DI UN SISTEMA SI DEVE INTENDERE LA RAPPRESENTAZIONE ASTRATTA DEL SISTEMA ESPRESSA MEDIANTE UN INSIEME DI RELAZIONI MATEMATICHE CHE CORRELANO LE VARIABILI E I PARAMETRI CARATTERISTICI DEL SISTEMA.

$$\mathbf{v} = \mathbf{s} \times \mathbf{t}$$
$$\mathbf{F} = \mathbf{m} \times \mathbf{a}$$

GENERAZIONE DEL MODELLO PIU' OPPORTUNO PER STUDIARE IL SISTEMA NELLA SUA EVOLUZIONE

- **Una volta identificato il sistema è necessario formulare uno o più modelli per studiarne la evoluzione.**
- **I modelli possono essere formulati sulla base di CONOSCENZE TEORICHE dei fenomeni in studio oppure per VIA SPERIMENTALE.**
- **In ogni caso si dovrà valutare se il sistema è DISCRETO o CONTINUO (in linea di massima ci si occuperà sempre di sistemi APERTI, DINAMICI, INVARIANTI, DETERMINISTICI).**
- **Per un sistema DISCRETO, si deve valutare se esso è COMBINATORIO (SENZA MEMORIA) oppure SEQUENZIALE (CON MEMORIA). Nel primo caso il modello opportuno è la TABELLA DELLA VERITA', nel secondo caso è necessario ricorrere ad altri modelli, in particolare al DIAGRAMMA DEGLI STATI.**

- **Se il sistema è CONTINUO si dovrà utilizzare un MODELLO MATEMATICO. Nel caso di STUDIO SPERIMENTALE si potrà riportare su uno o più grafici (diagrammi) i valori delle misurazioni e, se possibile, passare dal grafico al modello matematico (ma è utile anche il passaggio inverso).**
- **Si deve comunque avere presente che spesso si lavora disponendo di più modelli di uno stesso sistema (disegno, schemi elettrici, schemi a blocchi, tabelle, grafici, equazioni) che sono utilizzati via via per arrivare ad una più precisa definizione del suo comportamento.**



LA SIMULAZIONE

PER SIMULAZIONE SI INTENDE LA POSSIBILITA' DI CREARE UN MODELLO DI UN SISTEMA REALE E CONDURRE ESPERIMENTI SU DI ESSO AL FINE DI RICA VARE INFORMAZIONI DALLE QUALI E' POSSIBILE DEDURRE IL COMPORTAMENTO E L'EVOLUZIONE DEL SISTEMA REALE.

FASI DELLA SIMULAZIONE

- 1. DESCRIVERE IL PROBLEMA E DEFINIRE GLI OBIETTIVI DELLA SIMULAZIONE.**
- 2. COSTRUIRE UN MODELLO CHE SIA VALIDO E FUNZIONI IN MODO SIMILE AL SISTEMA REALE.**
- 3. CONDURRE ESPERIMENTI SUL MODELLO PER RICA VARE IL MAGGIOR NUMERO POSSIBILE DI INFORMAZIONI SUI LEGAMI TRA LE RISPOSTE E LE SOLLECITAZIONI DALLE QUALI SIA POSSIBILE DEDURRE IL COMPORTAMENTO DEL SISTEMA REALE.**
- 4. ANALIZZARE E PRESENTARE I RISULTATI.**

SIMULAZIONE AL COMPUTER

Per condurre gli esperimenti si deve progettare un programma che implementi il modello tramite un opportuno algoritmo.

E' possibile quindi che l'utente sviluppi un programma di simulazione ad hoc in un certo linguaggio di programmazione (Basic, Pascal, C, etc...).

E' possibile condurre la simulazione utilizzando le risorse di un FOGLIO ELETTRONICO che consente di implementare i calcoli sulla base di un modello matematico.

Esistono anche particolari pacchetti applicativi dedicati alla simulazione di determinati sistemi (es. ORCAD VST, HP VEE, LABVIEW) per cui l'utente non deve produrre linee di codice del programma ma utilizzare soltanto i comandi predisposti, specificando i parametri del sistema e le sollecitazioni a cui è sottoposto.

