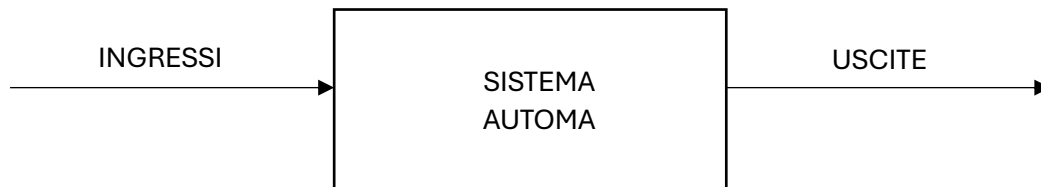


Il Sistema Automa

Dispositivo che legge una stringa di Input e grazie ad un semplice meccanismo di elaborazione e memoria limitata, fornisce delle uscite.



Esempi: Lavatrice, bancomat, distributore bevande, ascensore ecc.

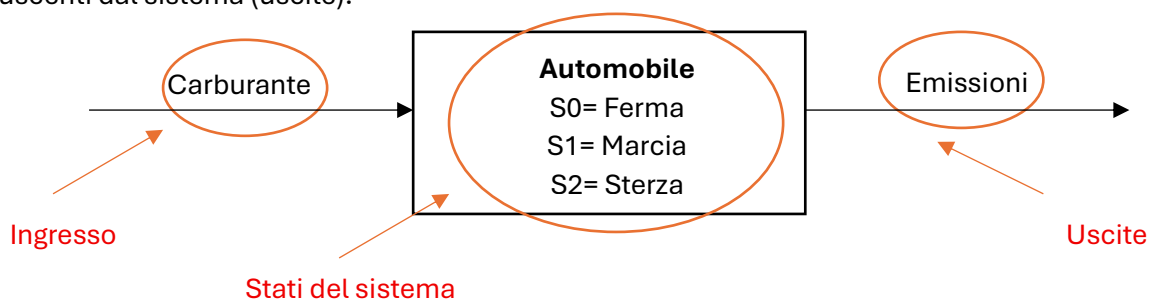
Lo stato del sistema:

Per descrivere le caratteristiche che un sistema ha in un determinato istante si valutano le sue proprietà, detto anche stato del sistema o stato interno del sistema.

Quindi: le condizioni in cui si trova un sistema in un determinato istante.

Rappresentazione di un sistema:

La “**rappresentazione a scatola nera**” che non rappresenta le caratteristiche interne del sistema **contiene il nome e i suoi possibili stati** e due o più frecce, divise in entranti al sistema (ingressi) e uscenti dal sistema (uscite).



Comportamento del sistema:

Domanda: Cosa succede all'interno del sistema? In che modo si comporta questo sistema?

Modello Matematico:

Funzione di transizione: $f(x)$

Come cambia lo stato del sistema in base allo stato di partenza e l'ingresso che riceve.

$$s(t) = f(s(t_0), i(t))$$

Funzione di trasformazione: $g(x)$

Determinare l'uscita del sistema in base allo stato attuale e l'ingresso ricevuto.

$$u(t) = g(s(t), i(t))$$

Classificazione dei sistemi:

Formalmente un sistema può essere descritto da una serie di insiemi:

- **Ingressi** $\rightarrow I : \{ i_0, i_1, i_2, \dots \}$
- **Uscite** $\rightarrow U : \{ u_0, u_1, u_2, \dots \}$
- **Stati** $\rightarrow S : \{ s_0, s_1, s_2, \dots \}$
- **Funzione di transizione** $\rightarrow s(t) = f(s(t_0), i(t))$
- **Funzione di trasformazione** $\rightarrow u(t) = g(s(t), i(t))$

Simbolicamente, un sistema è descritto da questa quintupla (5 Insiemi)

$$\text{Sistema} = (I, U, S, f(), g())$$

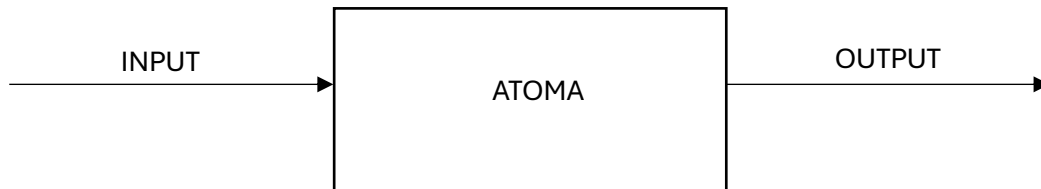
In base alle caratteristiche di un sistema esso può essere definito:

- **Variante:** produce risposte diverse agli stessi ingressi nel variare del tempo (si evolve nel tempo)
- **Invariante:** produce sempre le stesse risposte agli stessi ingressi (algoritmo matematico)
- **Continuo:** quando gli elementi che lo caratterizzano possono assumere infiniti valori (insieme dei numeri Reali)
- **Discreto:** quando gli elementi che lo caratterizzano possono assumere solo determinati valori (insieme dei numeri Naturali)
- **Dinamico:** quando varia le sue caratteristiche all'arrivo degli ingressi (cambia quindi il suo stato)
- **Statico:** quando anche in presenza di numerosi stimoli il sistema non cambia mai le sue caratteristiche interne, non cambia mai lo stato
- **Deterministico:** quando è possibile determinare i valori dello stato e delle uscite in funzione degli ingressi
- **Stocastico:** quando i valori dello stato e delle uscite sono regolati da legami probabilistici, non prevedibili a priori

- **Combinatorio**: quando le uscite in un determinato istante dipendono solo dagli ingressi nello stesso istante, e lo stato in quell'istante
- **Sequenziale**: quando le uscite in un determinato istante dipendono dai valori che li ingressi assumono in quell'istante ma anche in quelli precedenti

L'Automa

È un modello che simula matematicamente il funzionamento di un dispositivo reale preposto alla risoluzione di un determinato problema; quindi, un sistema che ha un problema, e quindi un obiettivo da raggiungere, può essere costituito da un dispositivo reale, però prima di giungere alla realizzazione pratica del dispositivo, esso viene modellizzato matematicamente attraverso un modello che serve da simulatore. L'automa.



In base agli input ricevuti l'automa esegue un'elaborazione e restituisce gli output.

Ingressi e uscite:

Un automa è in esempio di sistema informatico, esso interagisce con il mondo esterno attraverso degli input chiamati ingressi e degli output chiamati uscite.

Stato:

Lo stato del sistema definisce le condizioni in cui si trova in un determinato istante. In base agli ingressi del sistema lo stato dell'automa può variare (**Sistema Dinamico**); lo stesso ingresso porterà il sistema sempre nello stesso stato (**Sistema Invariante**).

L'automa può essere definito dallo **stato iniziale**, chiamato generalmente **S0**, che rappresenta la situazione di partenza, ed è definito anche da uno **stato finale**, chiamato **S(f)**, che è quello stato in cui l'automa giunge quando ha terminato la sua esecuzione. Tra lo stato iniziale e lo stato finale il Sistema, in funzione degli ingressi che riceve, può evolvere in una serie numerosa di altri stati. Quando il numero di questi stati, così come il numero degli ingressi e il numero delle uscite, è finito, allora l'automa si definisce **Automa a Stati Finiti: ASF**.

Automa a stati finiti (ASF)

Le leggi che descrivono il comportamento di un automa sono chiamate **Funzioni di Transizioni**: come l'automa passa da uno stato ad un altro stato, in funzione degli ingressi ricevuti.

Esempio: DISTRIBUTORE AUTOMATICO DI BIBITE

Si consideri un distributore che eroga bibite del valore di 1€ ed accetta in ingresso solo monete da 0,50€. Il sistema che descrive l'automa può essere così rappresentato:

- Insieme degli ingressi:
 - I_1 : Moneta (0,50€)
- Insieme delle uscite:
 - U_1 : Bibita
- Stati del sistema:
 - S_1 : Attesa della moneta ($S_0 \rightarrow$ Stato iniziale)
 - S_2 : Attesa ulteriore moneta

La funzione di transizione indicherà come l'impianto passa dallo stato di attesa della prima moneta allo stato di attesa dell'ulteriore moneta e viceversa.

Rappresentazione delle funzioni di transizione:

La legge che descrive come deve avvenire la transizione dell'automa da uno stato ad un altro, oltre che rappresentata matematicamente, può essere rappresentata attraverso una tabella chiamata **Tabella di Transizione**, in cui le colonne indicano i possibili ingressi, le righe i differenti stati in cui può trovarsi l'automa, e in ogni cella viene inserita una coppia di valori composta da:

- Stato successivo
- Uscita del sistema

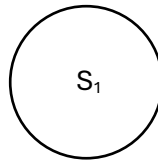
Stati \ Ingressi	I_1
S_1	S_2 /Nessuna uscita
S_2	S_1 /Bibita

Dalla tabella si evince che, quando il Sistema si trova nello stato S_1 (in attesa della prima moneta) e riceve l'ingresso I_1 , il risultato è il passaggio allo stato S_2 (attesa della seconda moneta) con nessuna uscita; quando il sistema si trova nello stato S_2 (attesa della seconda moneta) e riceve l'ingresso I_1 , il risultato sarà il ritorno allo stato S_1 (in attesa della prima moneta) e l'uscita sarà l'erogazione della bibita.

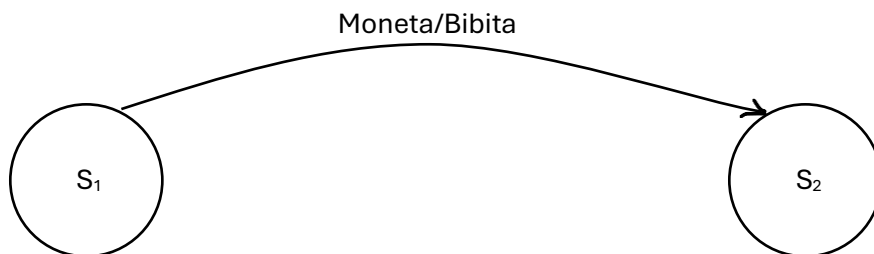
Diagramma degli stati:

Un automa può essere rappresentato anche graficamente attraverso un grafico, chiamato Diagramma degli Stati. Questo grafico è un grafo formato da:

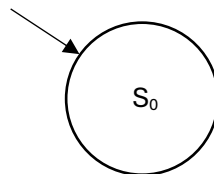
- **NODI**: indicano gli stati dell'automa, si rappresentano con un cerchio al cui interno vi è il nome dello stato.



- **ARCHI**: indicano le transizioni di passaggio da uno stato del sistema all'altro, si rappresentano con una freccia che va dal nodo di partenza al nodo successivo, su cui è indicata la coppia di valori INGRESSO/USCITA.



- **STATO INIZIALE**: Indicato con il S_0 e una freccia alla sua estremità.



- **STATI FINALI**: Indicati con un cerchio a doppio cerchio.

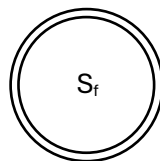
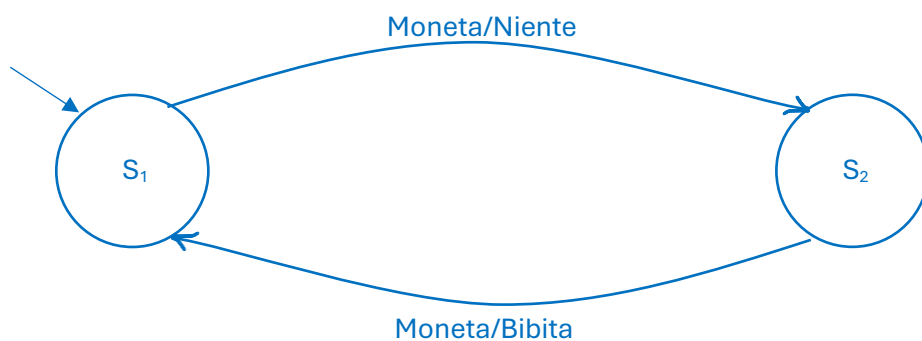


Diagramma degli stati Distributore di bibite.



L'Automa:

Un automa è un sistema **Discreto** e **Dinamico** quindi naturalmente identificato da grandezze digitali che possono assumere un numero limitato di valori.

L'automa è il classico sistema di un processo industriale automatizzato, un sistema che ha delle fasi in sequenza non per forza rettilinee, ma con la possibilità di saltare da una fase all'altra.

Lo stato del sistema può essere memorizzato attraverso le **Variabili di Stato** che assumeranno valori diversi in funzione dello stato in cui si trova il sistema.

Si passa da uno stato all'altro grazie a delle sollecitudini esterne, quindi gli ingressi.

Le **variabili di uscita** dipendono dallo stato del sistema. Lo **stato del sistema** a sua volta dipende dallo stato precedente e dal valore degli ingressi.

La relazione che lega gli stato alle variabili di stato è $2^n \geq \text{Stati}$.

Esistono due rappresentazioni di un automa e sono quello di **Mealy** e quello di **Moore**.

Nella **Macchina di Moore**: le uscite in un generico istante di tempo t dipendono esclusivamente dai valori assunti dallo stato. Viene definito anche **Automa Proprio**.

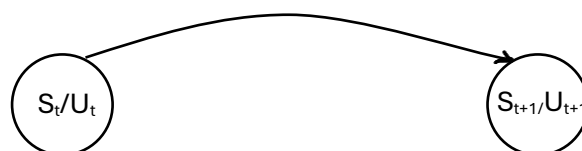
Nella **Macchina di Mealy**: le uscite in un generico istante di tempo t dipendono sia dallo stato attuale $S(t)$ che dagli ingressi ricevuti $I(t)$. Viene definito anche **Automa Improprio**.

Funzione di trasformazione:

- **Moore**: $u(t) = g(s(t))$
- **Mealy**: $u(t) = g(s(t), i(t))$

Diagramma degli stati:

- **Moore**



- **Mealy**

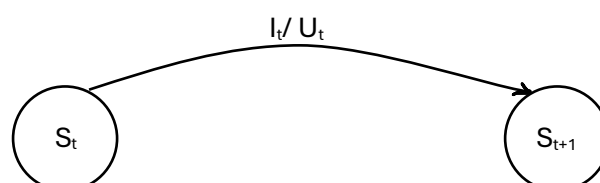


Tabella di transizione:

- Mealy

Ingressi Stati	I_t
S_0	S_{t+1}/U
S_{t+1}	S_0/U

- Moore

Ingressi Stati	I_t	U_t
S_0	S_{t+1}	U_1
S_{t+1}		U_2



Nel diagramma di Moore verrà inserita una nuova colonna con le uscite, che sono legate solo agli stati. Nelle celle ci sarà solo lo stato successivo.

Nei nostri esercizi prenderemo in considerazione solo la macchina di Mealy e le sue rappresentazioni grafiche e la sua tabella di transizione.