

# Corso di Calcolatori Elettronici I

## A.A. 2011-2012

---

# Macchine sequenziali sincrone

Lezione 27

Prof. Antonio Pescapè

Università degli Studi di Napoli Federico II  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica



# Macchine sincrone

---

## In teoria

- Sono macchine “*non asincrone*” (*non per ogni variazione dell’input si finisce in uno stato stabile*)
- Variazioni dello stato e dell’ingresso dovrebbero verificarsi in perfetto sincronismo tra loro e ad intervalli pari al ritardo complessivo  $\Delta$

Solo un modello teorico  
NON ESISTE NELLA  
PRATICA



# Macchine ad Ingressi Impulsivi

---

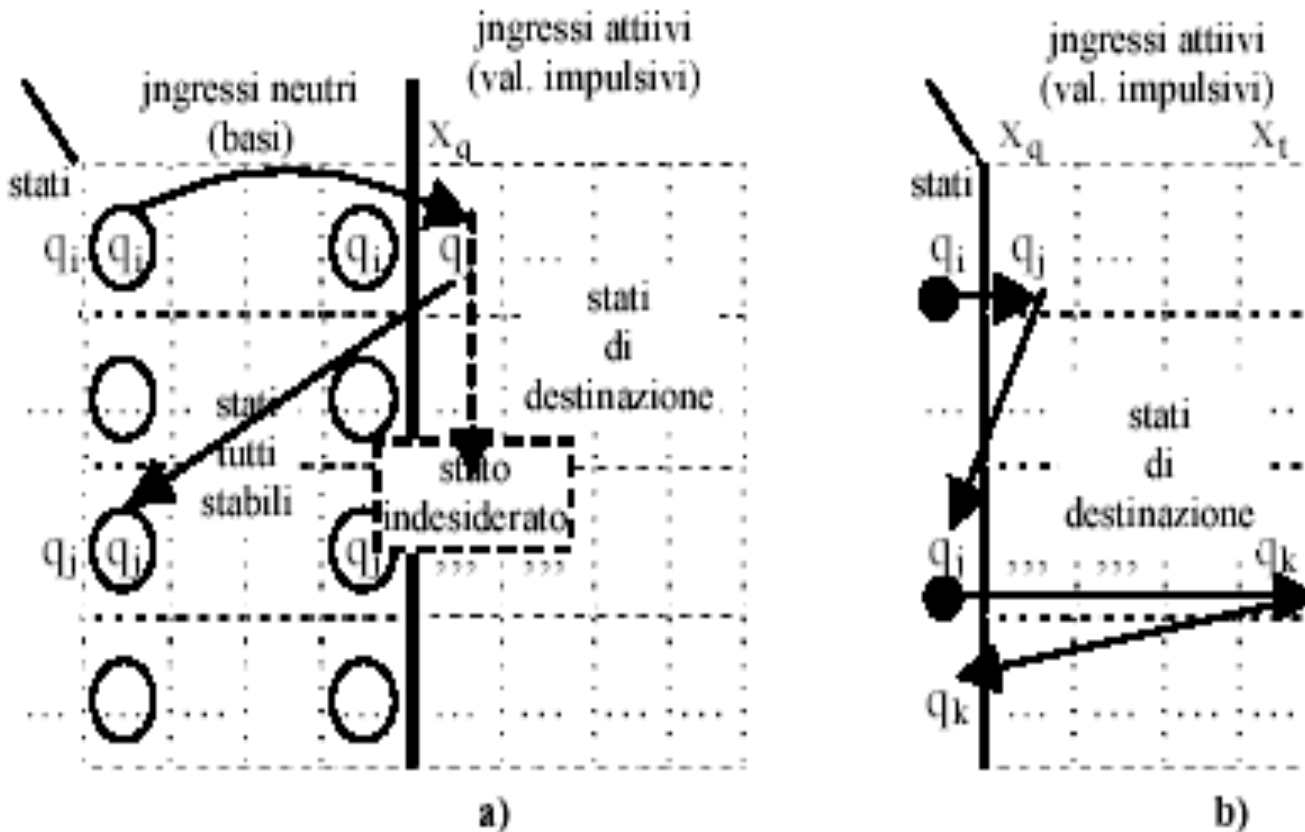
*Una macchina sequenziale si dice ad ingressi impulsivi se: le sequenze di ingressi sono impulsive (cfr. § V.2), cioè l'insieme dei valori di ingresso può essere suddiviso in:*

- "basi"  $B=(b_1, \dots, b_k)$ , per le quali gli stati interni sono tutti stabili:  $\tau(q, b_i)=q$
- "valori impulsivi"  $X$ , ciascuno dei quali, preceduto e seguito da una delle basi  $b_i$ .

Una macchina sincrona può essere realizzata concretamente solo come macchina impulsiva

---

# Macchine ad Ingressi Impulsivi



- L'impulso deve avere una durata appena sufficiente a che avvenga l'acquisizione del nuovo stato

*Modello di macchina sincrona impulsiva:  
a) tabella tipo asincrono; b) tabella sincrona*

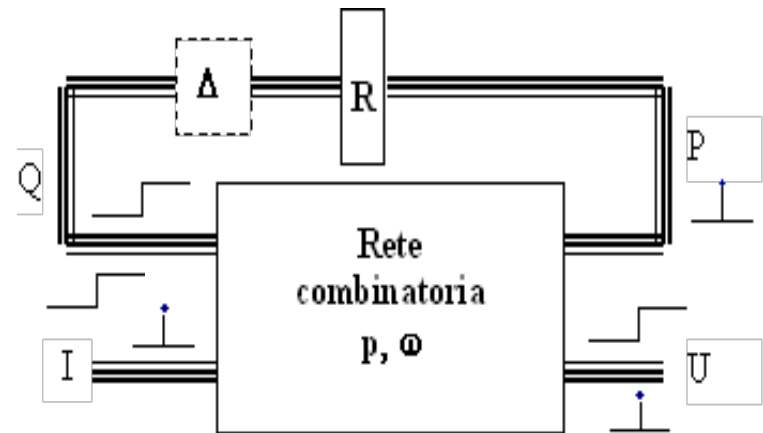
# Reti sincrone impulsive - 1

---

## Modello realizzativo generale

- Le sequenze di ingresso sono impulsive
- Insiemi di flip-flop (registri) per memorizzare lo stato

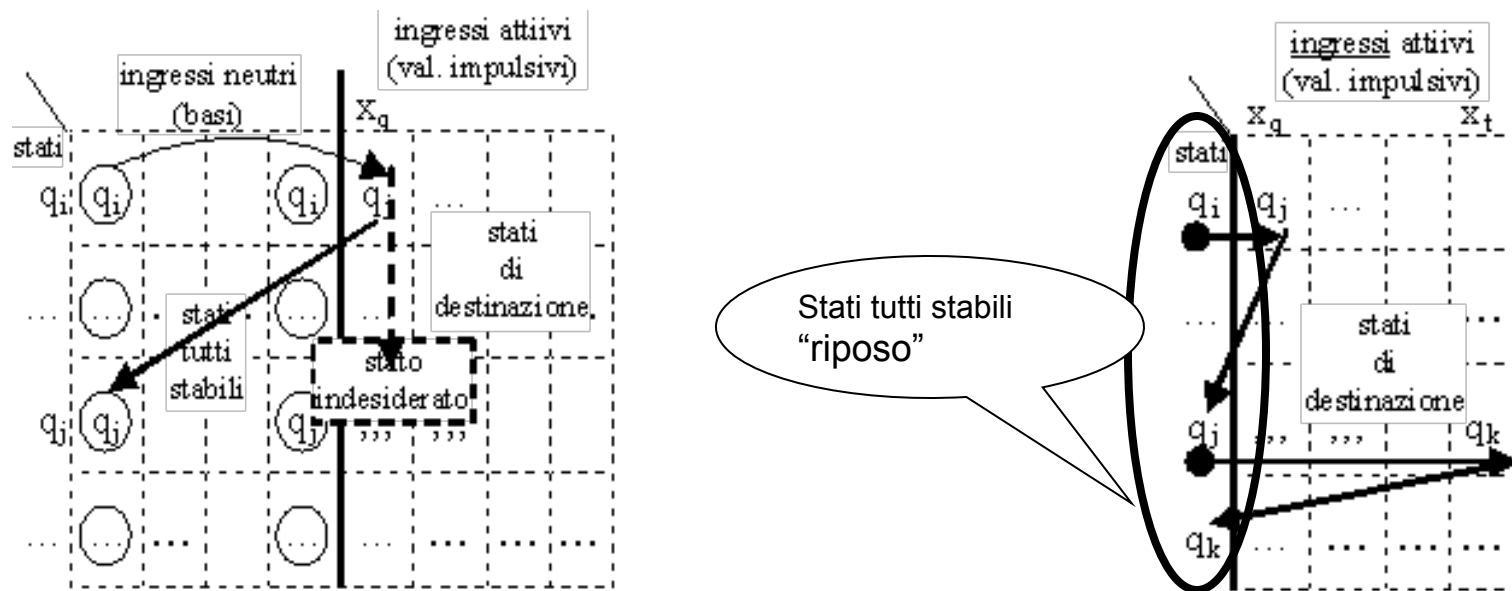
- R = registro per il posizionamento dello stato
- $\Delta$  = ritardo per il posizionamento del registro
- I = ingressi impulsivi (durata  $\delta$ )
- U = uscite (impulsive o a livelli)
- P = segnali per il posizionamento di R



- **La stabilità non viene realizzata dalla tabella, bensì dalla realizzazione che mette insieme sequenze impulsive e insiemi di flip-flop: quando non c'è un impulso in ingresso la macchina è stabile.**
-

# Reti sincrone impulsive - 2

- In assenza di impulsi i flip-flop sono sollecitati da ingressi neutri, lo stato si mantiene e la rete è stabile
- In concomitanza di un impulso lo stato (eventualmente) cambia



- Si usa la sola parte attiva (destra) della tabella

# Reti sincrone impulsive - 3

---

Interpretazione della tabella

## **Asincrona**

- Si legge riferendosi al tempo continuo
- Spostamento mediante triple
- Staziona in uno stato stabile con un determinato ingresso

## **Sincrona**

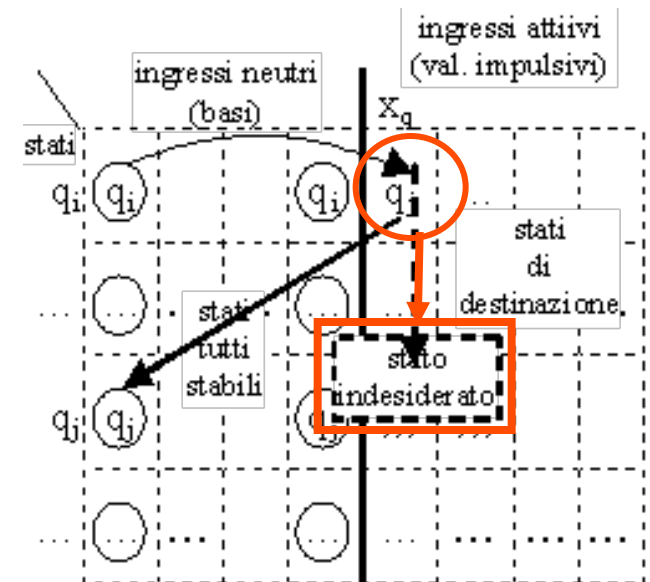
- Si legge riferendosi al tempo discreto, scandito dai segnali impulsivi
  - Spostamento libero
  - Staziona su una riga al margine della tabella
-

# Reti sincrone impulsive - 4

Durata  $\delta$  degli impulsi

- $\delta$  deve essere breve per non portare la rete in uno stato indesiderato
- Se  $\Delta$  è il ritardo della rete, deve essere

$$\delta < \Delta$$



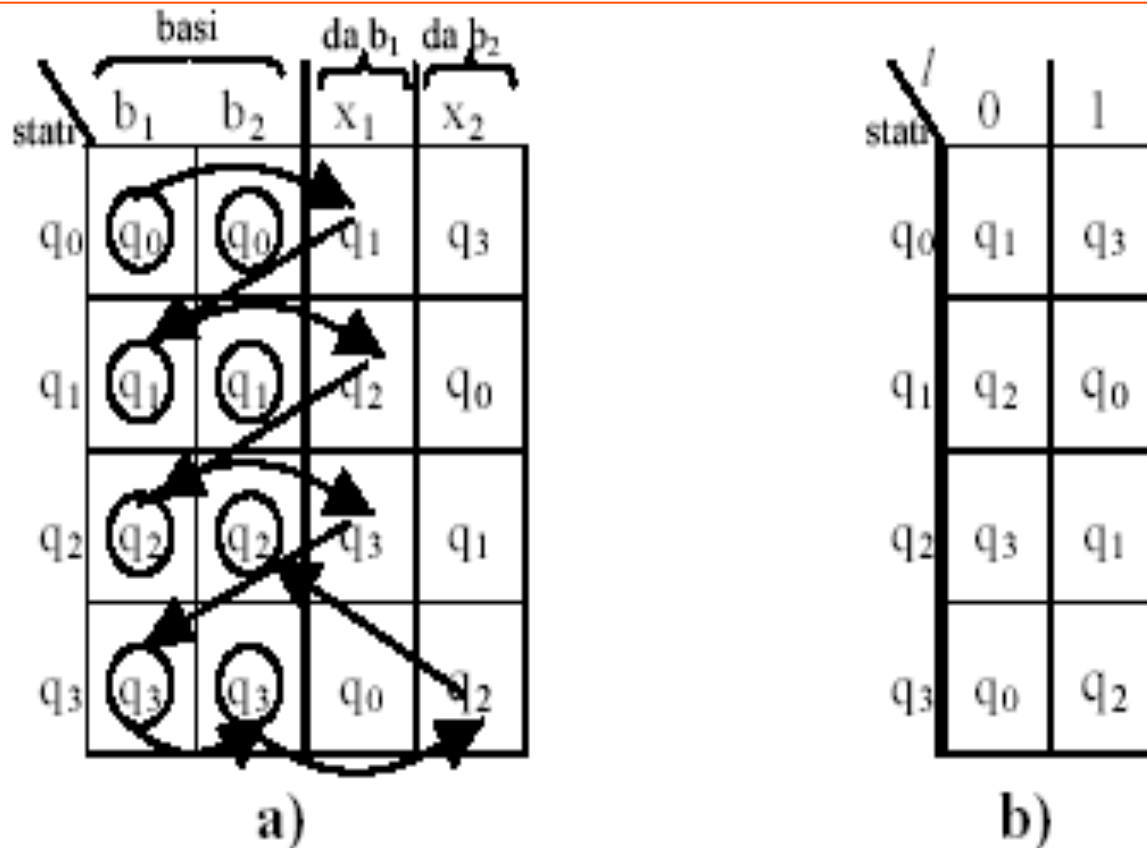
- Il dimensionamento di  $\delta$  e  $\Delta$  era soluzione efficace in passato con reti "lente"
- Oggi, si usano flip-flop **edge-triggered** in grado di sostituire agli impulsi le variazioni di livello (fronti)

# Reti sincrone impulsive - 5

---

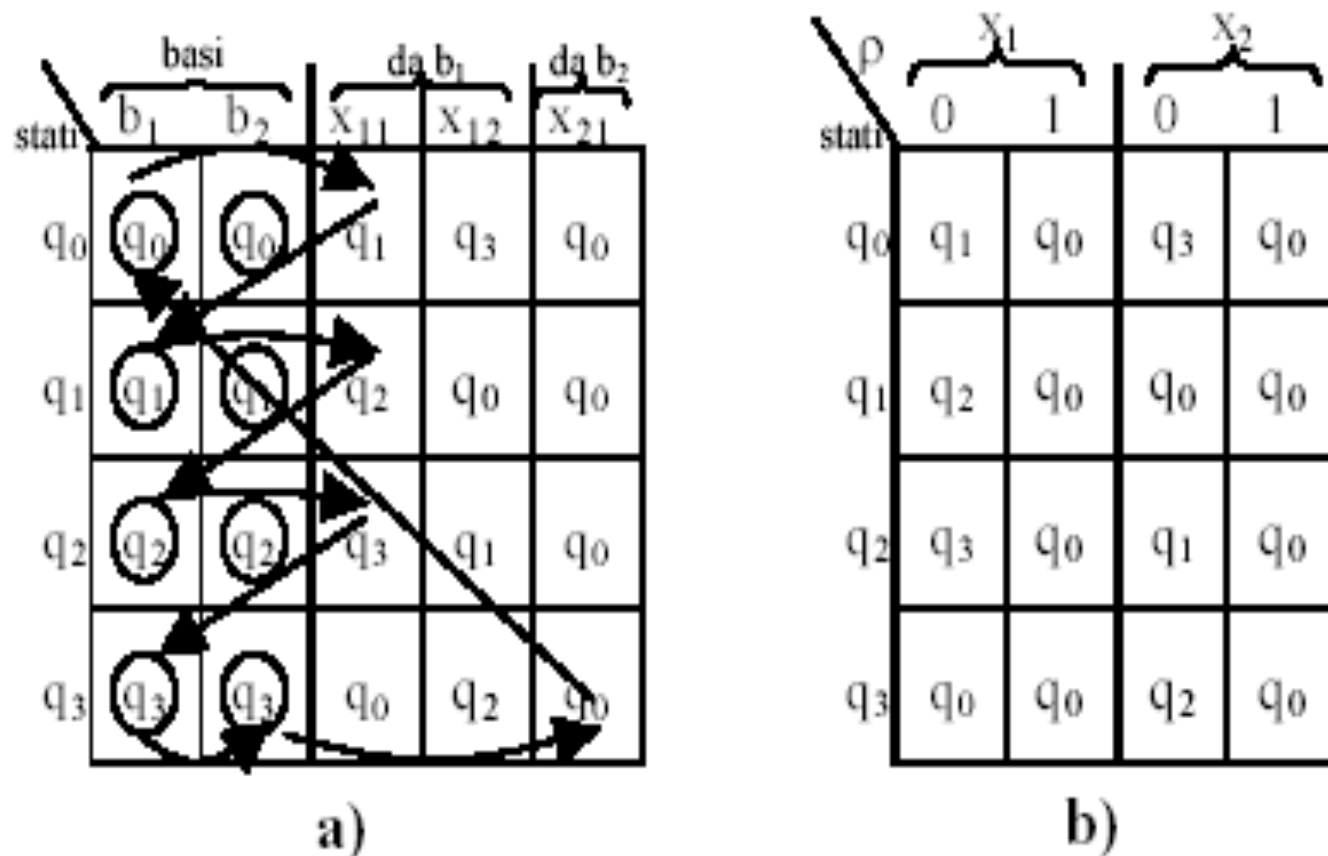
- Esistono due modelli di reti sincrone impulsive:
    - Autosincronizzate
      - Con ingressi codificati con  $k > 1$  segnali binari impulsivi ed  $n$  a livelli (per  $n=0$  si ha il caso particolare di sequenze puramente impulsive)
    - A sincronizzazione esterna (più diffuso)
      - Con ingressi codificati con 1 solo segnale binario impulsivo (tipicamente detto **clock**) ed  $n$  segnali binari a livelli
-

# Macchine ad Ingressi Impulsivi: a sincronizzazione esterna



*Esempio di macchina sincrona impulsiva a sincronizzazione esterna:  
a) tabella tipo asincrona; b) tabella sincrona*

# Macchine ad Ingressi Impulsivi: autosincronizzata



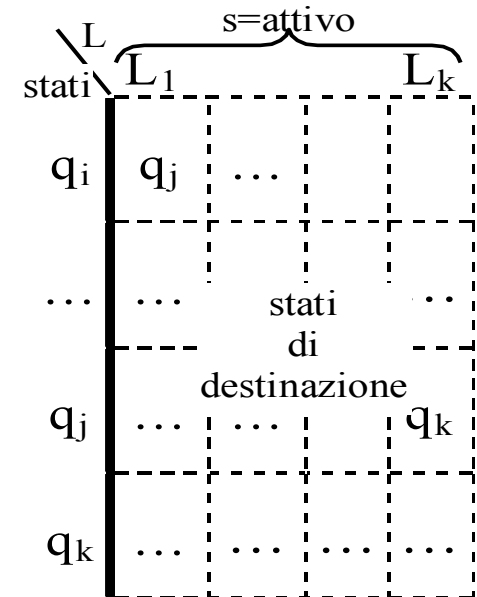
*Esempio di macchina sincrona impulsiva autosincronizzata:  
a) tabella tipo asincrona; b) tabella sincrona*

# Tabella di una macchina a sincronizzazione esterna

---

## Tabella e posizionamento

- una sola **variabile impulsiva** ( $s=c$ ); determina solo **quando** la rete deve commutare
- un insieme di **variabili a livello** ( $L$ ): determina **dove** la rete deve commutare
- **Segnali di posizionamento**: un insieme  $P$  di variabili a livello
$$p = f(L, Q)$$

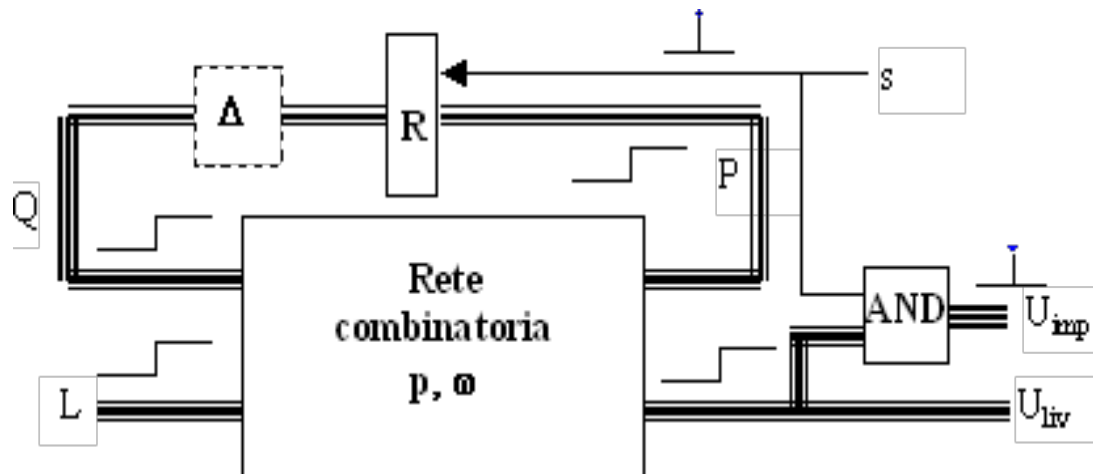


# Macchine a sincronizzazione esterna (1)

---

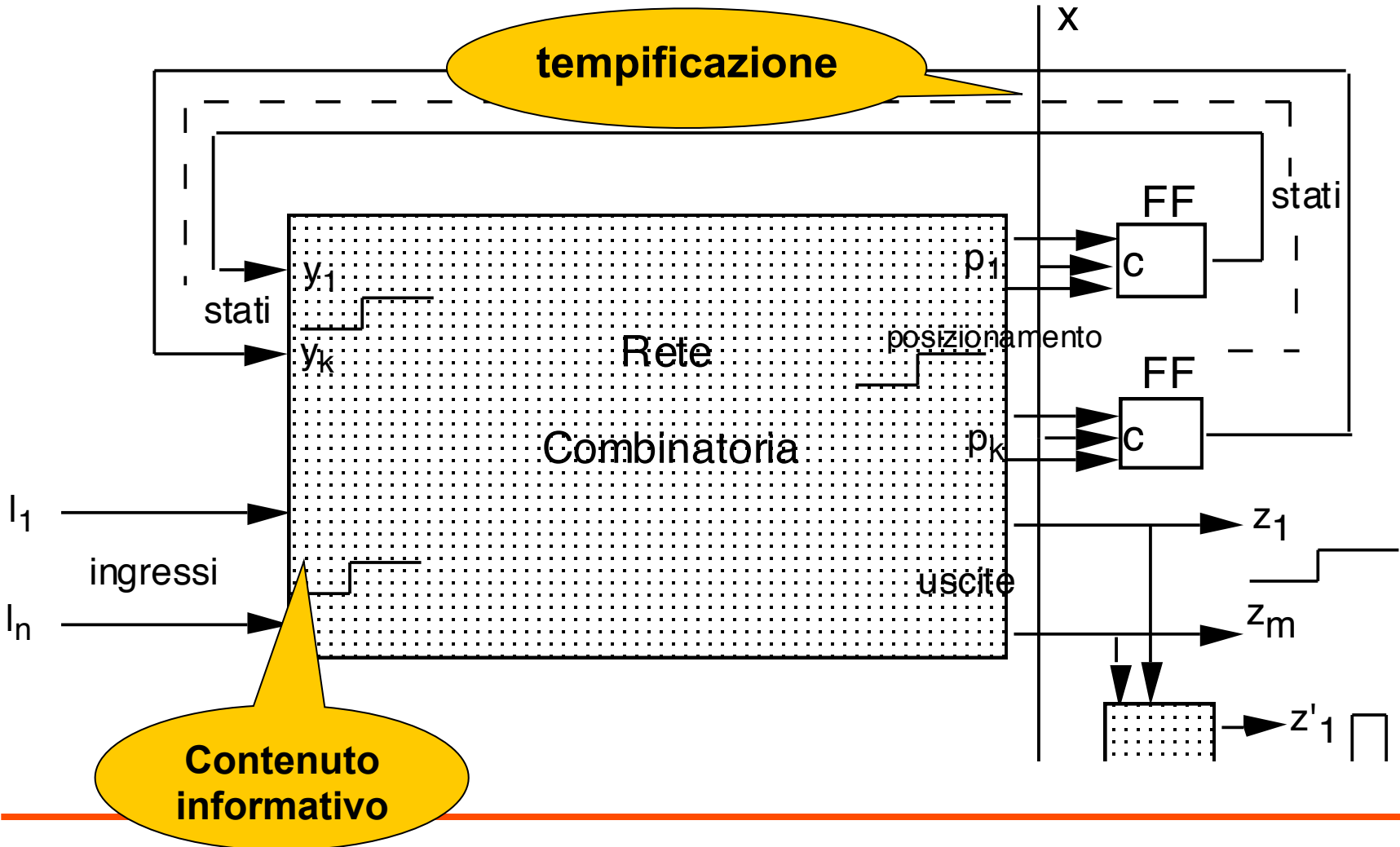
## Modello di rete

- L'unico impulso di ingresso binario,  $s$ , è applicato direttamente come segnale di sincronizzazione dei flip flop del registro di stato
- Ha solo funzione di tempificazione
- Flip-flop qualsiasi (RS,JK,D,T), purché sincronizzati edge triggered



# Macchine a sincronizzazione esterna (2)

- Schema dettagliato



# Uscite di una macchina a sincronizzazione esterna

---

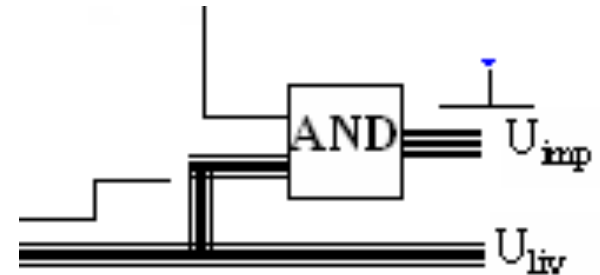
- di Moore, cioè funzioni dei soli stati e quindi a livelli

$$U_{liv} = f(Q)$$

- di Mealy, cioè funzioni di stati e ingressi
  - si escludono le uscite a livelli perché affette da alee e restano quindi

$$U_{imp} = s \cdot f(Q, L)$$

- Affinché  $U_{imp}$  mantenga il sincronismo con  $s$  è necessario che la rete operi sul fronte di discesa (Q ed L restino stabili mentre c'è  $s$ )



# Progetto di una rete sincrona

---

1. Definizione della rete e costruzione della tabella
    - Trasformare la specifica della rete nella tabella di flusso di un automa a stati finiti
    - Scegliere il modello di rete che si intende realizzare dopo aver fissato le caratteristiche temporali degli ingressi
  2. Assegnazione degli stati
    - Codificare in binario gli stati interni dell' automa (numero minimo)
    - Minimizzare il numero di stati
  3. Scelta dei flip-flop
    - Influisce sul costo della rete
  4. Progetti combinatori per il posizionamento dei flip-flop e delle uscite
    - Determinare, per ogni flip-flop e ogni riga della tabella di flusso, i segnali di eccitazione necessari alla generazione dello stato seguente
    - Determinare le equazioni in forma minima della rete combinatoria
    - Disegnare il circuito
-