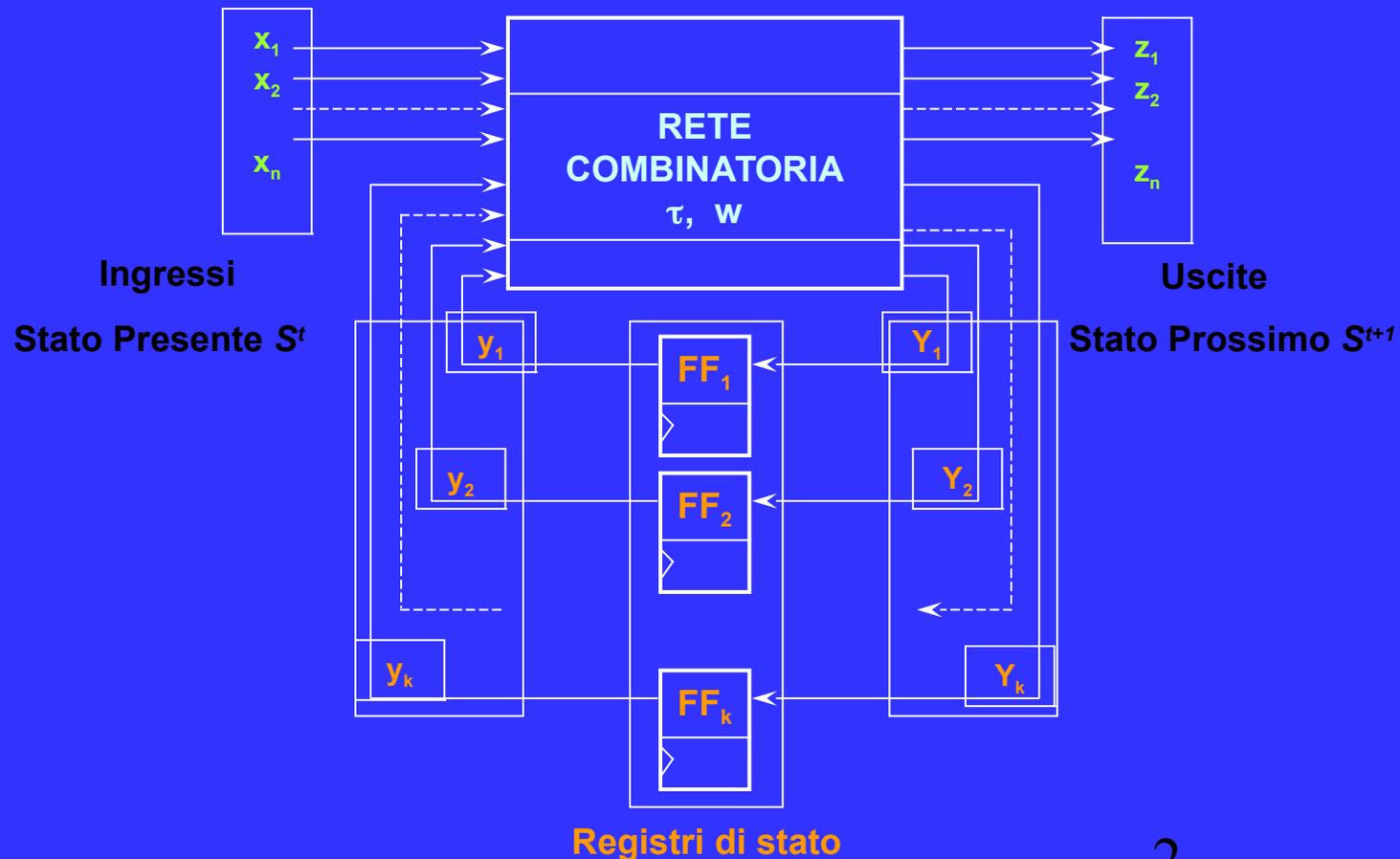


Macchine Sequenziali

Macchina Sequenziale: architettura generale

- La struttura generale di una macchina sequenziale è la seguente:



Macchina Sequenziale: architettura generale

- Il problema della sintesi comportamentale di una rete sequenziale consiste nella:
 - Identificazione delle le funzioni τ e ω
 - Sintesi della rete combinatoria che le realizza
- Gli elementi di memoria sono costituiti da ***bistabili***
- La funzione di stato prossimo dipende dal tipo di bistabili utilizzati
- La funzione di uscita è indipendente dal tipo di bistabili utilizzati

Il concetto di stato

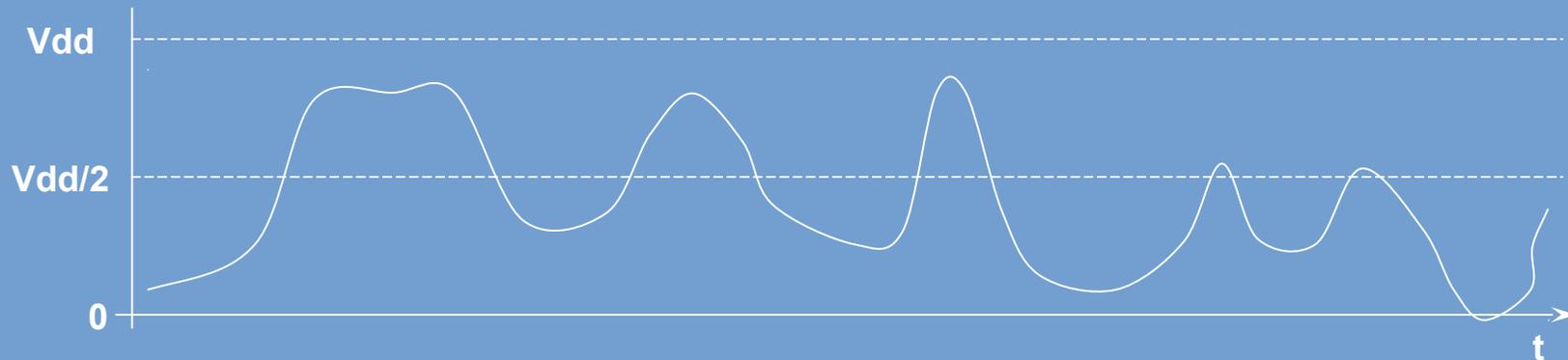
- Le uscite di un circuito sequenziale dipendono da tutta la storia degli ingressi
- Questo aspetto viene formalizzato grazie al concetto di ***stato***
- Lo *stato* di un circuito sequenziale:
 - E' un insieme di *variabili di stato*
 - Contiene tutta l'informazione necessaria a descrivere il *comportamento passato* del circuito
 - Contiene tutta l'informazione necessaria a definire il *comportamento futuro* del circuito

Il concetto di stato

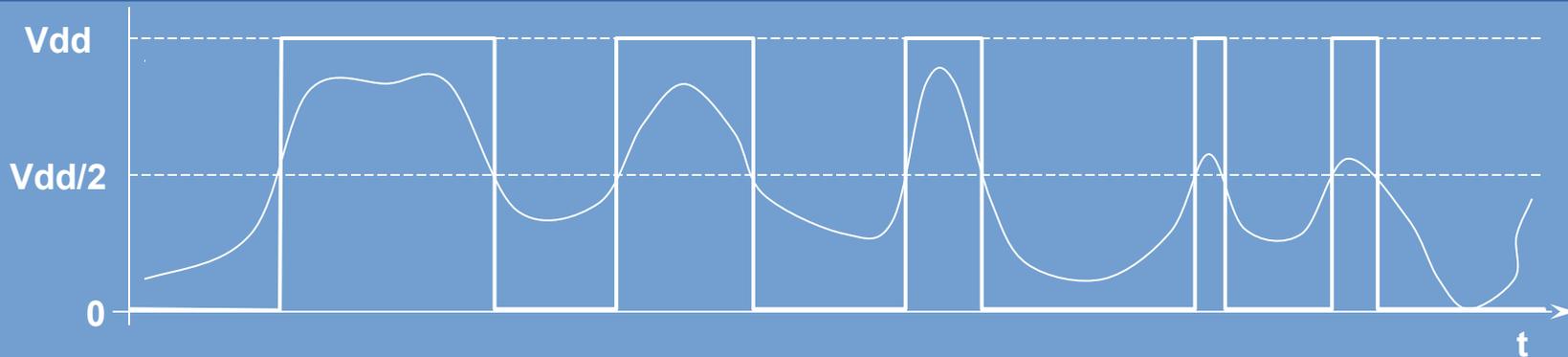
- Il concetto di stato è legato al concetto di tempo discreto
- Lo stato di un circuito deve essere aggiornato ad ogni istante del tempo discreto, ovvero ad ogni ciclo di clock
- Lo stato di un circuito ad un dato istante t_k dipende:
 - dagli ingressi all'istante t_k
 - dallo stato precedente, ovvero dallo stato al tempo t_{k-1}
- Lo stato di un circuito deve essere pertanto memorizzato
- A tale scopo si utilizzano degli elementi di memoria detti *bistabili*

Il concetto di tempo

- Un segnale elettrico è una tensione variabile nel tempo

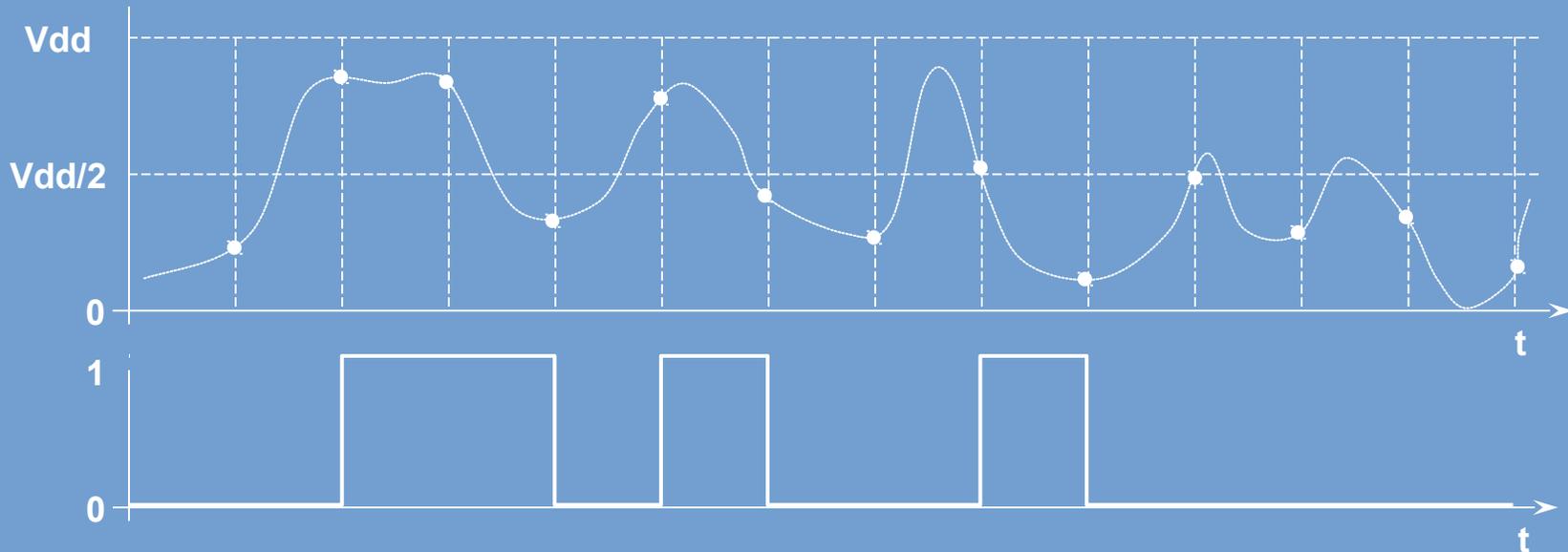


I segnali binari sono rappresentati tipicamente mediante due livelli di tensione di un segnale elettrico.



Il concetto di tempo

- Il segnale binario è un segnale variabile con continuità
- In un intervallo di tempo $t=t_1-t_0$ il segnale assume infiniti valori, corrispondenti agli infiniti istanti tra t_0 e t_1
- Si ricorre al concetto di *tempo discreto* in cui il numero di istanti discreti in un intervallo $t=t_1-t_0$ è finito



Il concetto di tempo

- Il valore del segnale elettrico viene letto o *campionato* in istanti determinati
- Gli istanti in cui deve essere *campionato* il segnale elettrico sono scanditi da un apposito segnale detto *clock*
- Un *clock* ha le seguenti caratteristiche:
 - ◆ E' un segnale binario
 - ◆ E' un segnale periodico

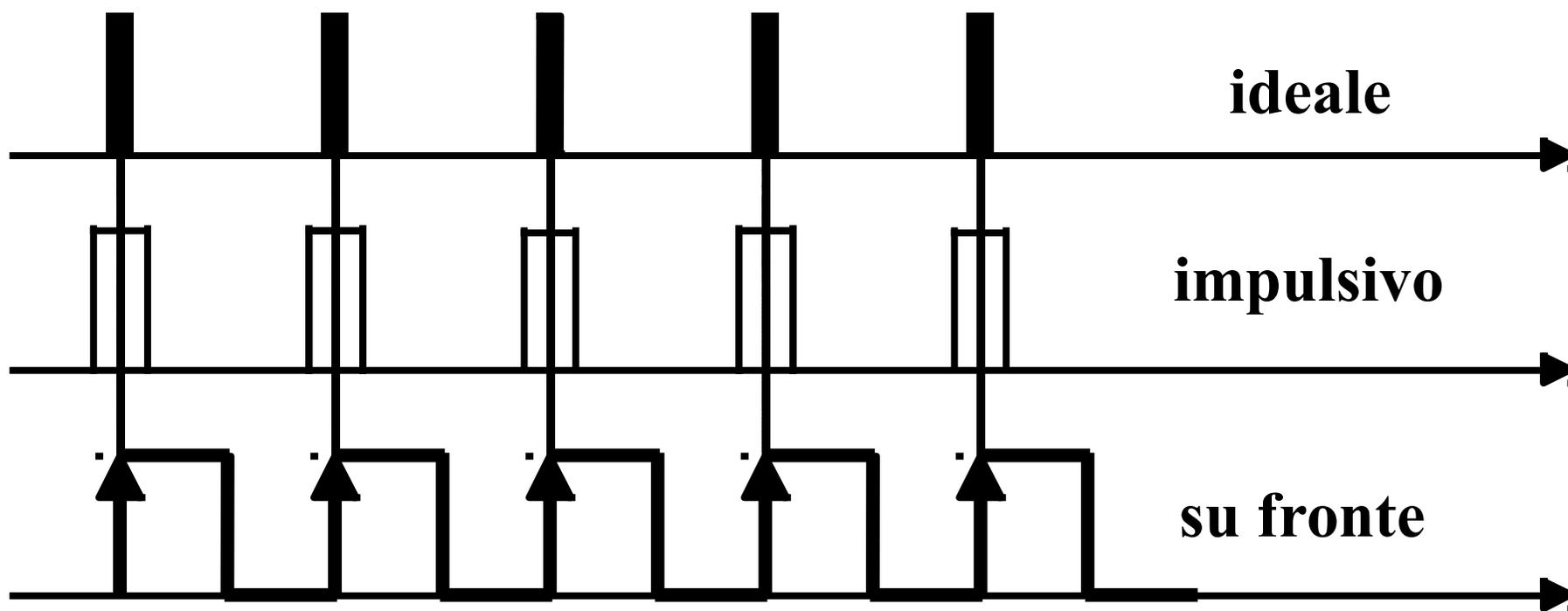


Il concetto di tempo

- Nel periodo T_{CK} , o *ciclo di clock*, il segnale assume:
 - Il valore logico 1 per un tempo T_H
 - Il valore logico 0 per un tempo T_L
- Il rapporto T_H / T_{CK} è detto *duty-cycle*
- Il passaggio dal valore 0 al valore 1 è detto *fronte di salita*
- Il passaggio dal valore 1 al valore 0 è detto *fronte di discesa*



Clock



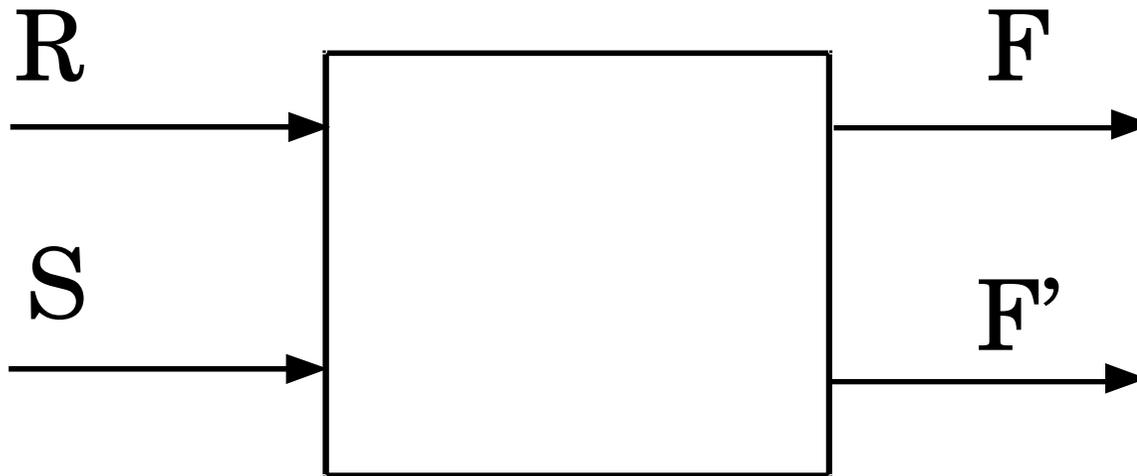
Elementi Bistabili

- Come detto, lo stato di un circuito deve essere memorizzato. A tale scopo si utilizzano degli elementi di memoria detti *bistabili*.
- Il termine *bistabili* deriva dal fatto che tali elementi possono assumere solo due valori: 0 e 1
- Esistono diversi tipi di bistabili che differiscono per il numero di ingressi e per il comportamento
- I flip-flop vengono utilizzati sia come elemento fondamentale per la costituzione dei registri sia come elemento ausiliario per la costruzione di macchine sequenziali più complesse.

Elementi Bistabili

- Essendo un elemento atto a memorizzare un bit b , esso ha due soli stati (stabili) possibili, che vengono detti:
 - ★ Stato di set, corrispondente a $b = 1$;
 - ★ Stato di reset, corrispondente a $b = 0$;
- Per rendere disponibile all'esterno sia il valore del bit, sia il suo complemento, si ha:
 - ★ $b = 1$: $F = 1, F' = 0$.
 - ★ $b = 0$: $F = 0, F' = 1$.

Esempio: Il flip flop RS



$R=0, S=1 \rightarrow F$ posto a 1 e F' posto a 0 : Stato di Set

$R=1, S=0 \rightarrow F$ posto a 0 e F' posto a 1 : Stato di Reset

$R=0, S=0 \rightarrow F$ uguale a F_p e F' uguale a F'_p : Stato di Memorizzazione

$R=1, S=1 \rightarrow$ non ammessa, vale la relazione di vincolo $RS=0$.

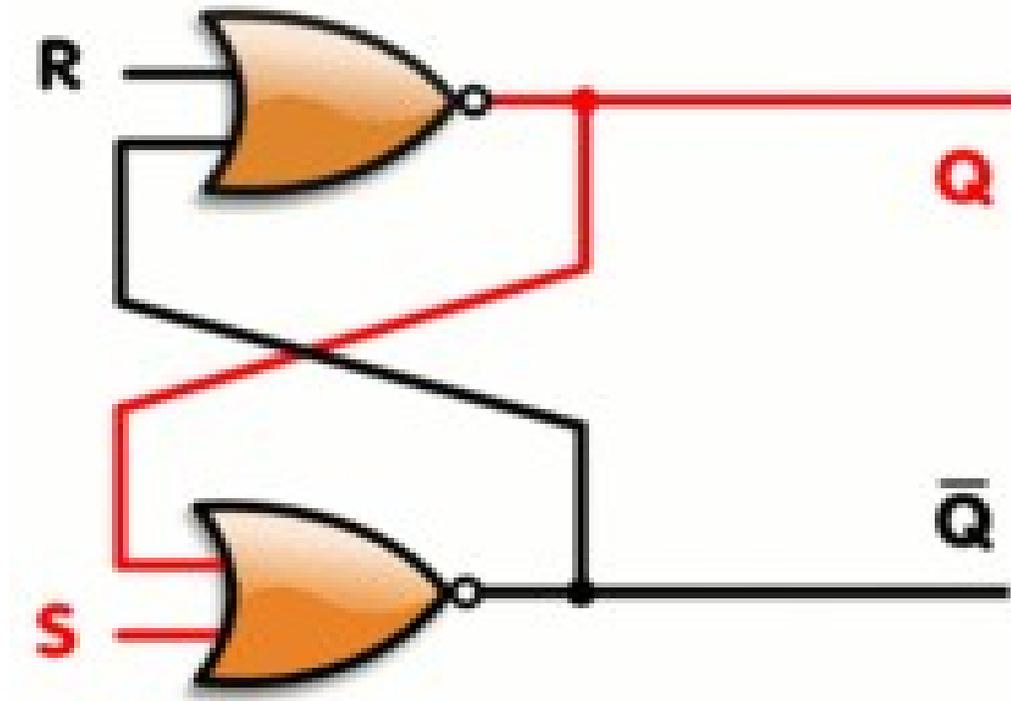
Esempio: Il flip flop RS

R	S	Fp	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0

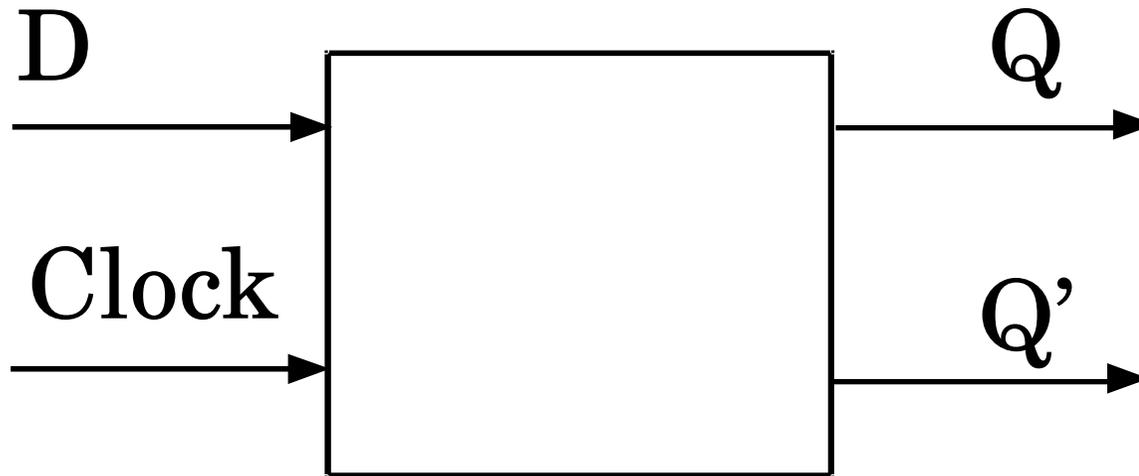
RS	00	01	11	10	F	F'
q ₀	q ₀	q ₁	-	q ₀	0	1
q ₁	q ₁	q ₁	-	q ₀	1	0

Equazione di Stato: $F = S + FpR'$

Esempio: Il flip flop RS



Esempio: Il flip flop D



D=1, clock=0->1 Q =D e Q' posto a not D
D=0 clock= 0->1 Q =D e Q' posto a not D
In tutti gli altri casi Q=Qp e Q'=not Qp

Registri

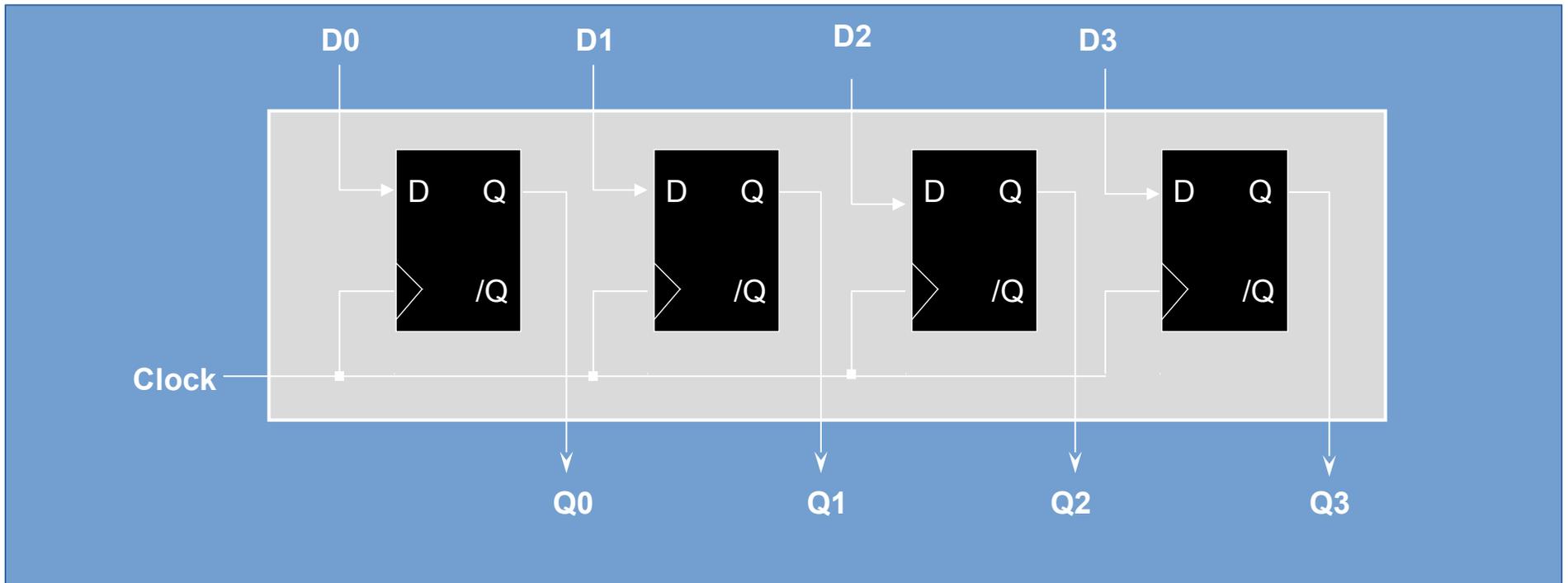
- Un *registro* è un elemento di memoria
 - E' composto da bistabili
 - E' in grado di memorizzare un insieme di bit
 - L'informazione memorizzata in un registro prende il nome di *parola*

Registri

- I registri si distinguono sulla base dei seguenti aspetti:
- Modalità di caricamento dati
 - ◆ Parallelo
 - ◆ Seriale
- Modalità di lettura dati
 - ◆ Parallelo
 - ◆ Seriale
- Operazioni sui dati:
 - ◆ Scorrimento a destra
 - ◆ Scorrimento a sinistra
 - ◆ Scorrimento circolare
 - ◆ Scorrimento con immissione di un valore

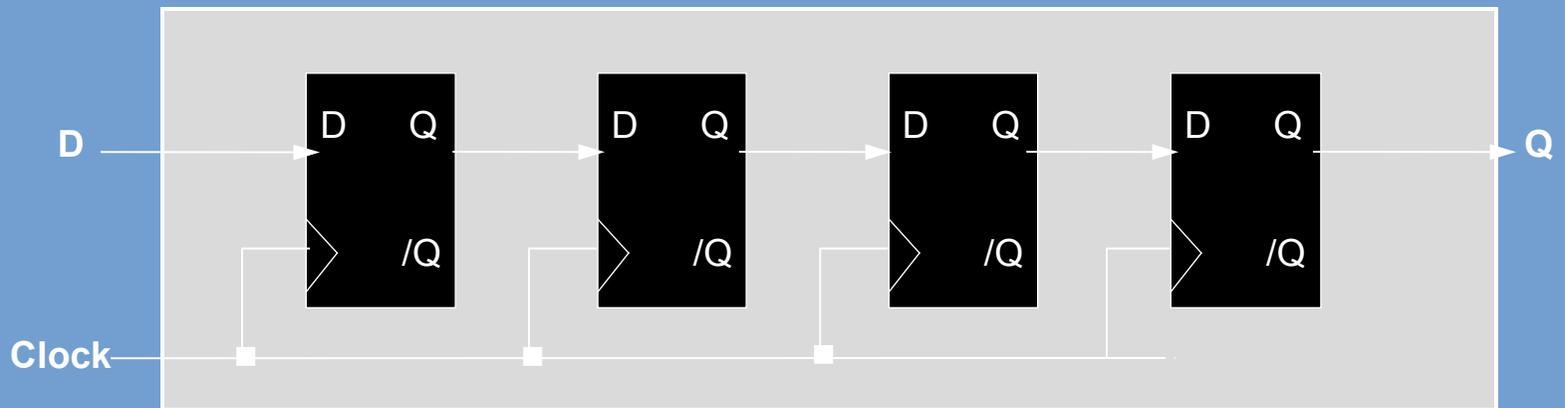
Registri

- Registro *parallelo-parallelo* a 4 bit

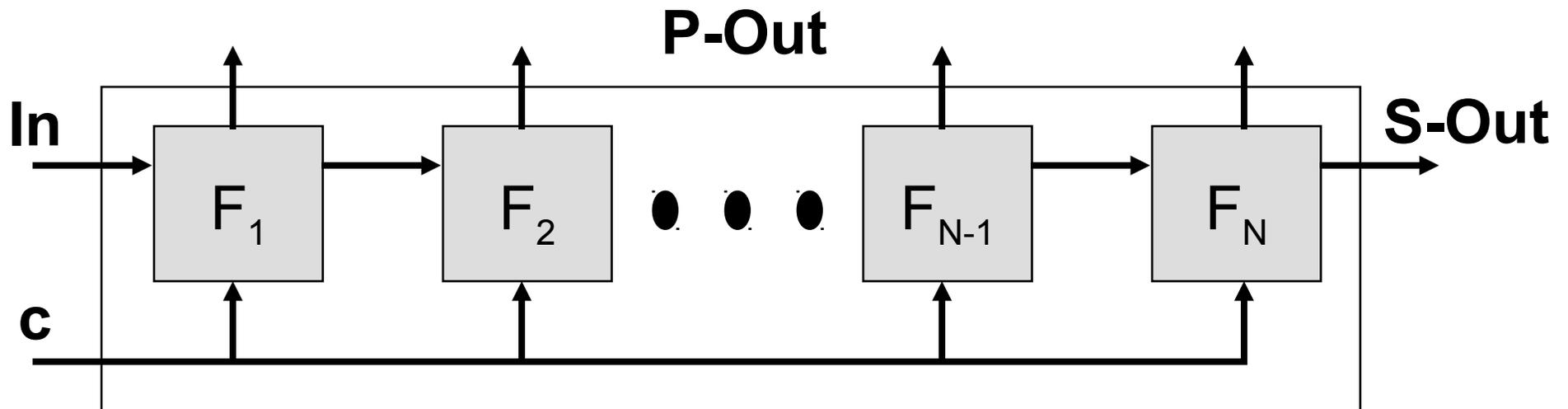
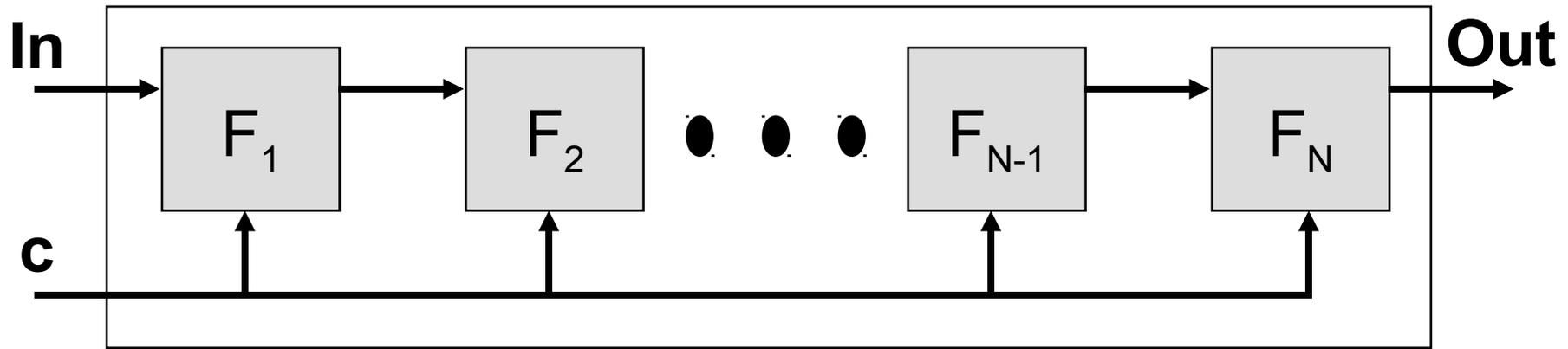


Registri

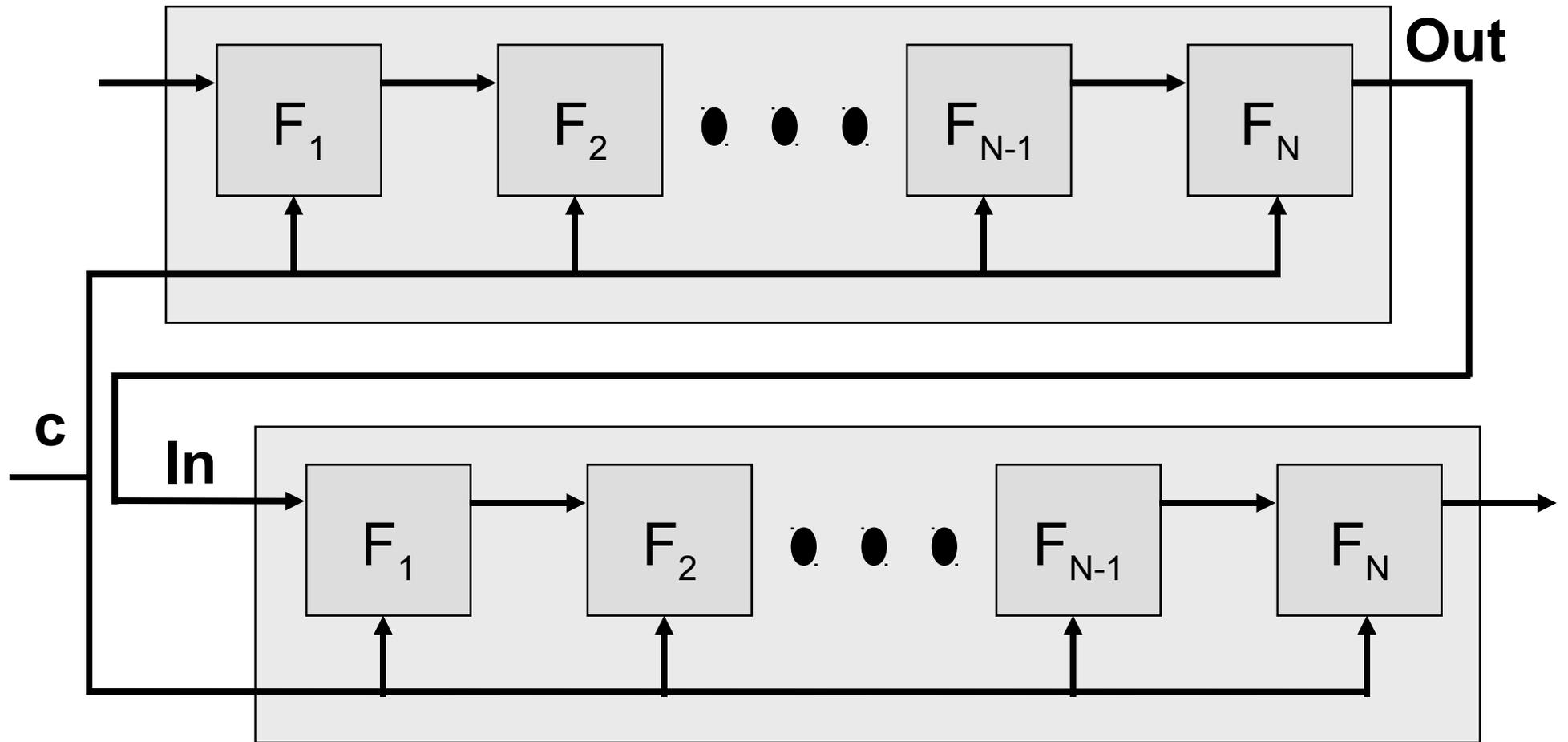
- Registro *serie-serie* a 4 bit (*Shift Register*)



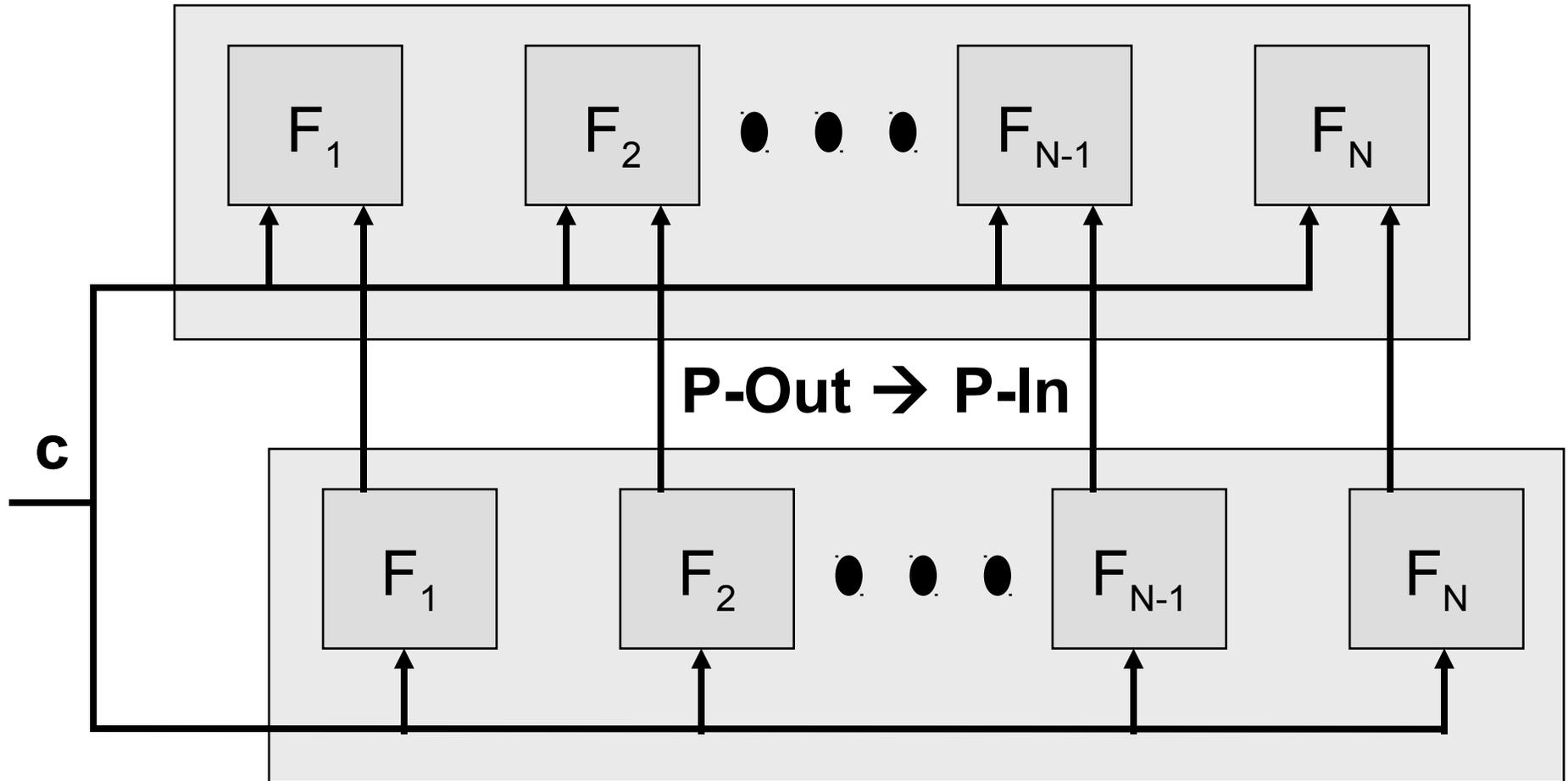
Registri a scorrimento



Trasferimento seriale



Trasferimento parallelo



Contatori

- Un Contatore modulo n ($\text{mod } n$) è una macchina che ha:
 - N stati di uscita ordinati u : fissato un criterio per ritenere $u_i > u_j$ si suppone $u_i > u_j$ per $i > j$ (u_0 stato iniziale e u_{n-1} stato finale)
 - Un ingresso di conteggio che quando presente provoca la variazione dell'uscita da u_i a u_{i+1} per i diverso da $n-1$ e da u_{n-1} a u_0 per $i = n-1$
 - E' detto $\text{mod } n$ in quanto se, a partire dall'uscita u_i , si applica una sequenza di ingresso contenente r volte il valore di conteggio c , il contatore finirà nello stato u_k , con
$$k = (i + r) \text{ mod } n$$

Contatori

- Oltre alle uscite di conteggio un contatore può disporre di altre uscite, dette **uscite divisore**:
 - si presenta in uscita con un periodo che è n volte il periodo del valore di conteggio.
- Oltre agli ingressi fondamentali, un contatore può possedere ingressi ausiliari:
 - Ingresso di reset ($u = u_0$)
 - Ingressi che settano il valore di n
 - Ingressi che selezionano la modalità di conteggio (crescere o a decrescere)
 - Ingresso di preset o load, che pone il contatore in uno stato definito dall'esterno.

Utilizzare un contatore come divisore di clock

