

# Esercizio 1

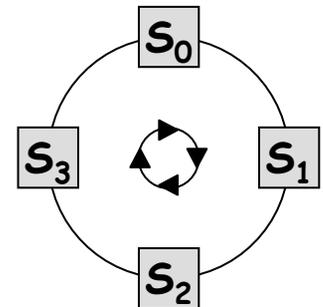
Due agenti mobili ( $A, A'$ ) operano in una struttura ad anello comprendente  $N = 4$  stazioni ( $S_0, S_1, S_2, S_3$ ) ed altrettanti collegamenti unidirezionali, singolarmente percorribili in un tempo unitario ( $T_0$ ). Inizialmente i due agenti sono dislocati nella stessa stazione ( $S_0$ ). Successivamente, in ogni intervallo  $T_0$ , in dipendenza del valore corrispondentemente assunto da un segnale sincrono  $X$ , un solo agente alla volta può muoversi nella struttura, migrando dalla stazione in cui si trova ad operare a quella che la segue in senso orario ( $S_0 \rightarrow S_1, S_1 \rightarrow S_2, S_2 \rightarrow S_3, S_3 \rightarrow S_0$ ). L'agente  $S$  selezionato ( $S \equiv A$  se  $X = 0, S \equiv A'$  se  $X = 1$ ), tuttavia, deve effettivamente compiere uno spostamento elementare soltanto se il numero di stazioni  $n_S$  da esso complessivamente visitate è minore, a meno di una prefissata soglia  $k$ , del numero di stazioni  $n_{S'}$  visitate dall'altro agente:

$$n_S < n_{S'} + k, \quad k = 1, 2, \dots$$

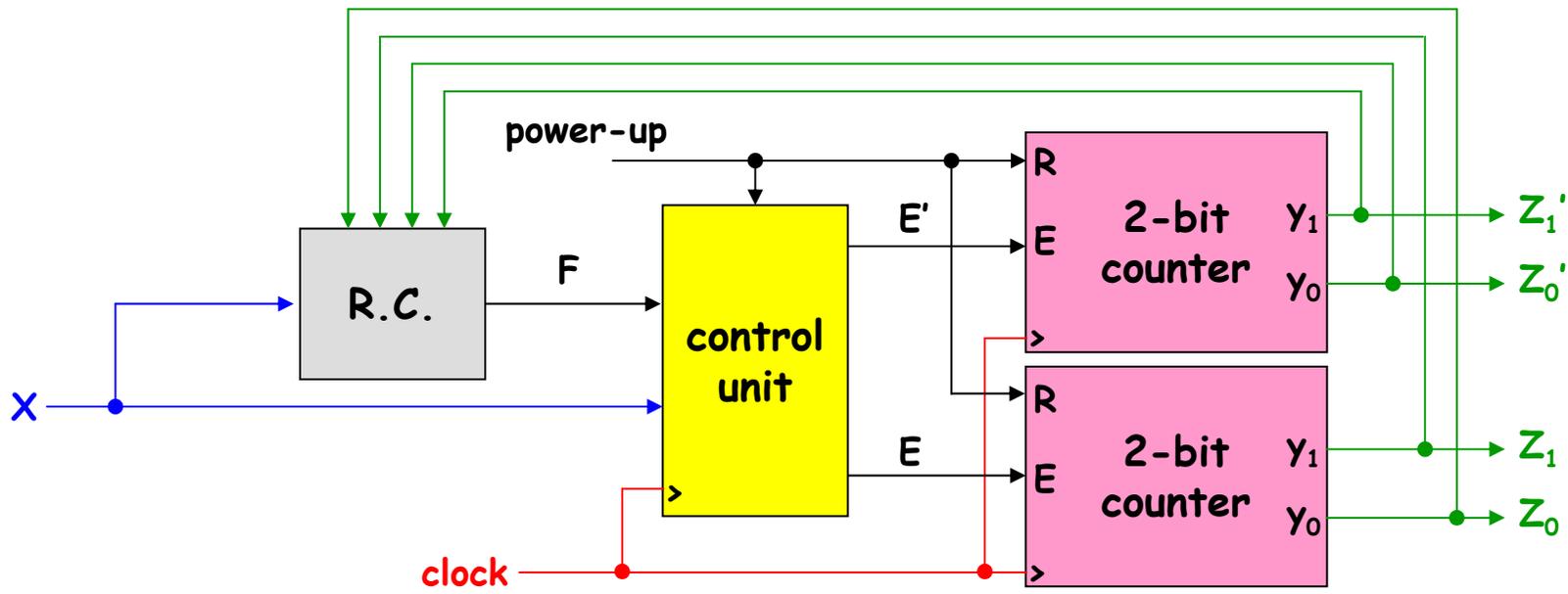
Un sistema sequenziale sincrono, operante in base ad un segnale di clock di periodo  $T_0$ , deve simulare il moto dei due agenti. A tal fine il sistema dispone di un segnale d'ingresso  $X$ , da cui apprende di volta in volta quale sia l'agente candidato a migrare nella stazione successiva, e di due coppie di segnali di uscita  $Z_1 Z_0$  e  $Z_1' Z_0'$ , su cui deve presentare la codifica binaria ( $S_0: 00, S_1: 01, S_2: 10, S_3: 11$ ) dell'ultima stazione raggiunta da  $A$  e da  $A'$ , rispettivamente.

1. Si formalizzi il comportamento del sistema in termini di automa a stati finiti nelle ipotesi:

- $k = \infty$  (spostamento incondizionato dell'agente selezionato);
- $k = 1$ .

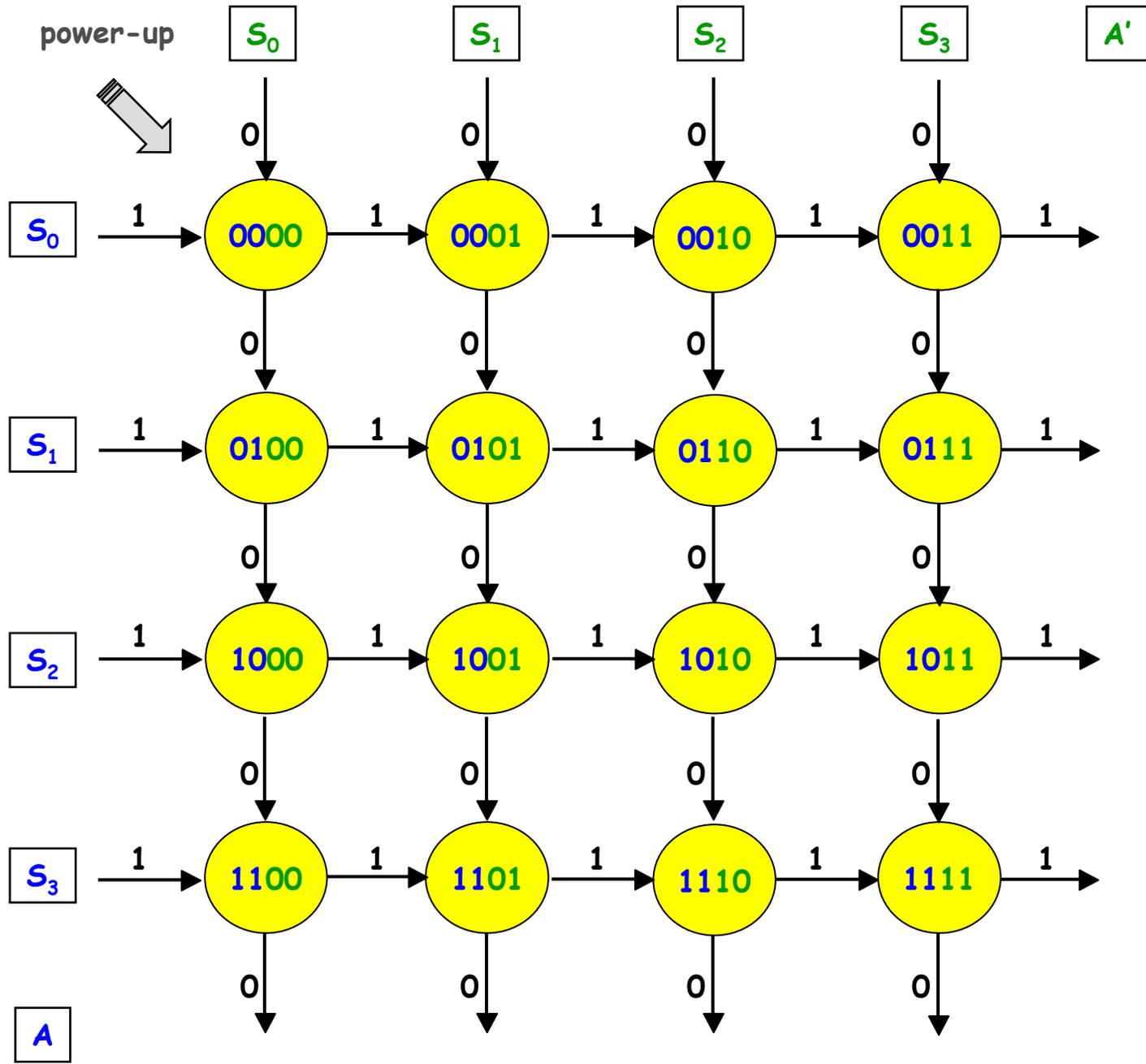


2. Si progetti il sistema in accordo al modello "data-path & control unit", secondo lo schema indicato in figura. Ai due contatori binari aventi base di conteggio  $N = 4$  è affidato il compito di aggiornare, in base ai comandi di abilitazione  $E$  e  $E'$  generati dall'unità di controllo, i segnali di uscita  $Z_1Z_0$  e  $Z_1'Z_0'$ , rispettivamente. All'unità di controllo è delegato il compito di decidere se l'agente selezionato è autorizzato a muoversi e di procedere conseguentemente ad abilitare il relativo contatore. Due soltanto sono i segnali di ingresso dell'unità di controllo: il segnale  $X$  ed un segnale  $F$  generato da una rete combinatoria. Tale rete, disponendo in ingresso dei segnali  $X$ ,  $Z_1Z_0$  e  $Z_1'Z_0'$ , ha il compito di evidenziare tramite il segnale  $F$  se nel successivo intervallo di clock l'agente selezionato, qualora autorizzato a muoversi, raggiungerà ( $F = 1$ ) o meno ( $F = 0$ ) la stazione in cui si trova ad operare l'altro agente. Si individui:
- l'espressione minima  $SP$  per il segnale  $F$  ed una sua possibile realizzazione mediante un decoder 2:4 ed un multiplexer 8:1;
  - l'automa minimo dell'unità di controllo nell'ipotesi  $k = N = 4$ , ed una sua possibile realizzazione basata su un contatore binario bidirezionale.



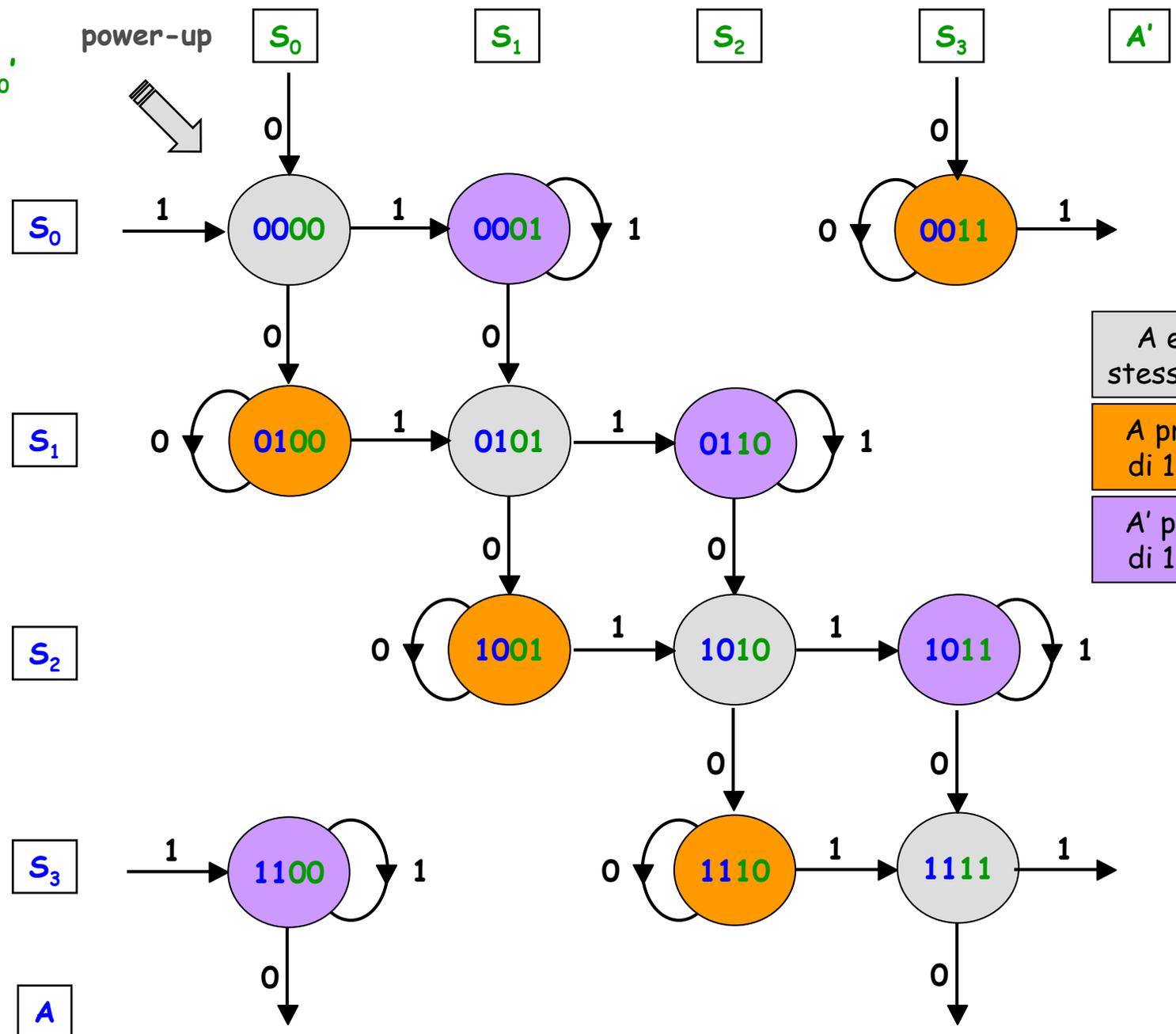
# 1.a Grafo degli stati del sistema ( $k=\infty$ )

X  
 $Z_1 Z_0 Z_1' Z_0'$



# 1.b Grafo degli stati del sistema (k=1)

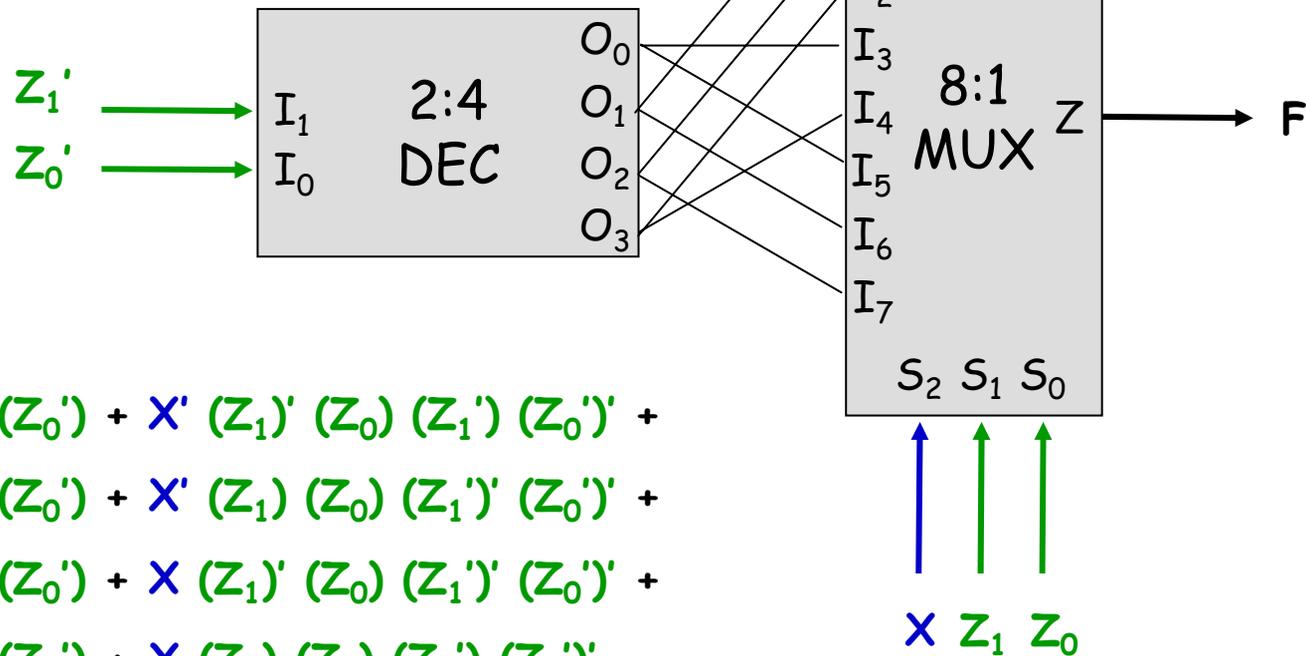
X  
 $Z_1 Z_0 Z_1' Z_0'$



- A e A' nella stessa stazione
- A precede A' di 1 stazione
- A' precede A di 1 stazione

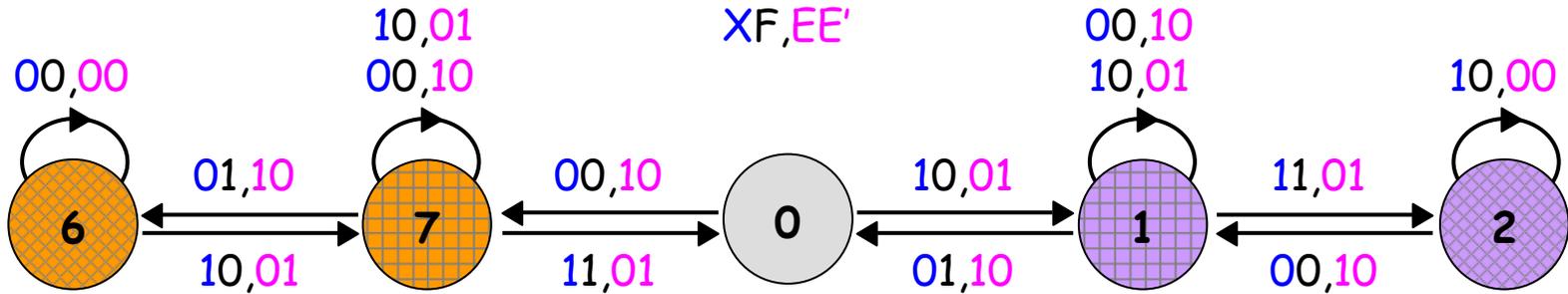
## 2.a Progetto della rete combinatoria ( $\forall k$ )

		$Z_1'Z_0'$							
		00	01	11	10	00	01	11	10
$Z_1Z_0$	00	0	1	0	0	0	0	1	0
	01	0	0	0	1	1	0	0	0
	11	1	0	0	0	0	0	0	1
	10	0	0	1	0	0	1	0	0
		$X=0$				$X=1$			



$$\begin{aligned}
 F = & X' (Z_1)' (Z_0)' (Z_1')' (Z_0)' + X' (Z_1)' (Z_0) (Z_1') (Z_0)'' + \\
 & X' (Z_1) (Z_0)' (Z_1') (Z_0)' + X' (Z_1) (Z_0) (Z_1)'' (Z_0)'' + \\
 & X (Z_1)' (Z_0)' (Z_1') (Z_0)' + X (Z_1)' (Z_0) (Z_1)'' (Z_0)'' + \\
 & X (Z_1) (Z_0)' (Z_1)'' (Z_0)' + X (Z_1) (Z_0) (Z_1) (Z_0)''
 \end{aligned}$$

## 2.b Progetto dell'unità di controllo (k=N=4)



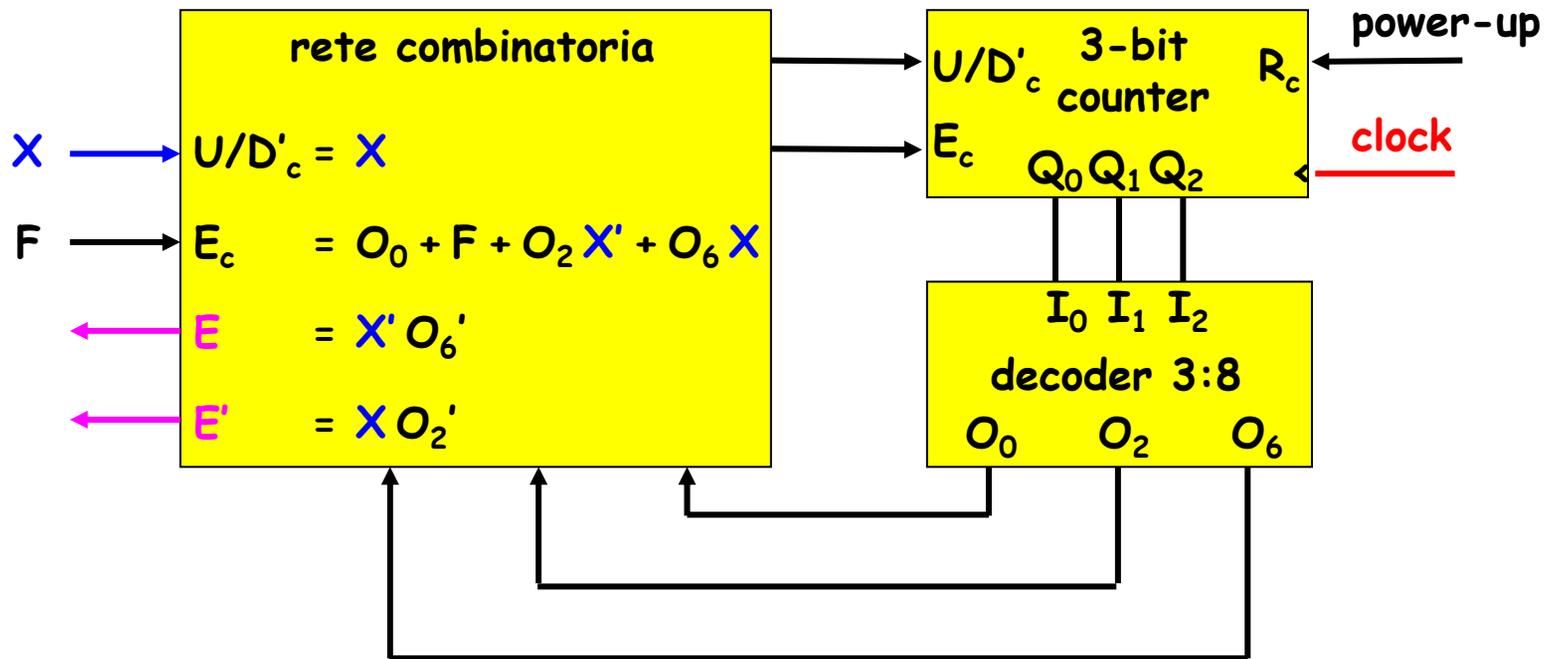
A precede A' di N stazioni

A precede A' di  $n < N$  stazioni

A e A' nella stessa stazione

A' precede A di  $n < N$  stazioni

A' precede A di N stazioni

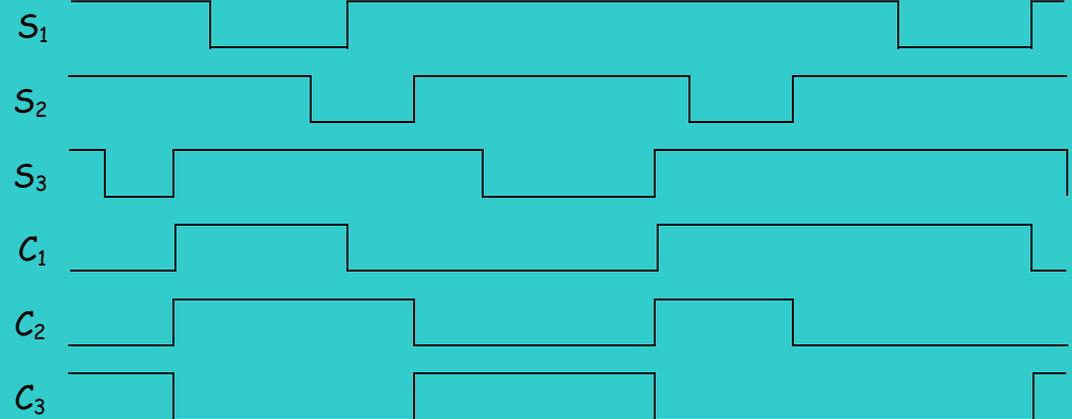


## Problema 2

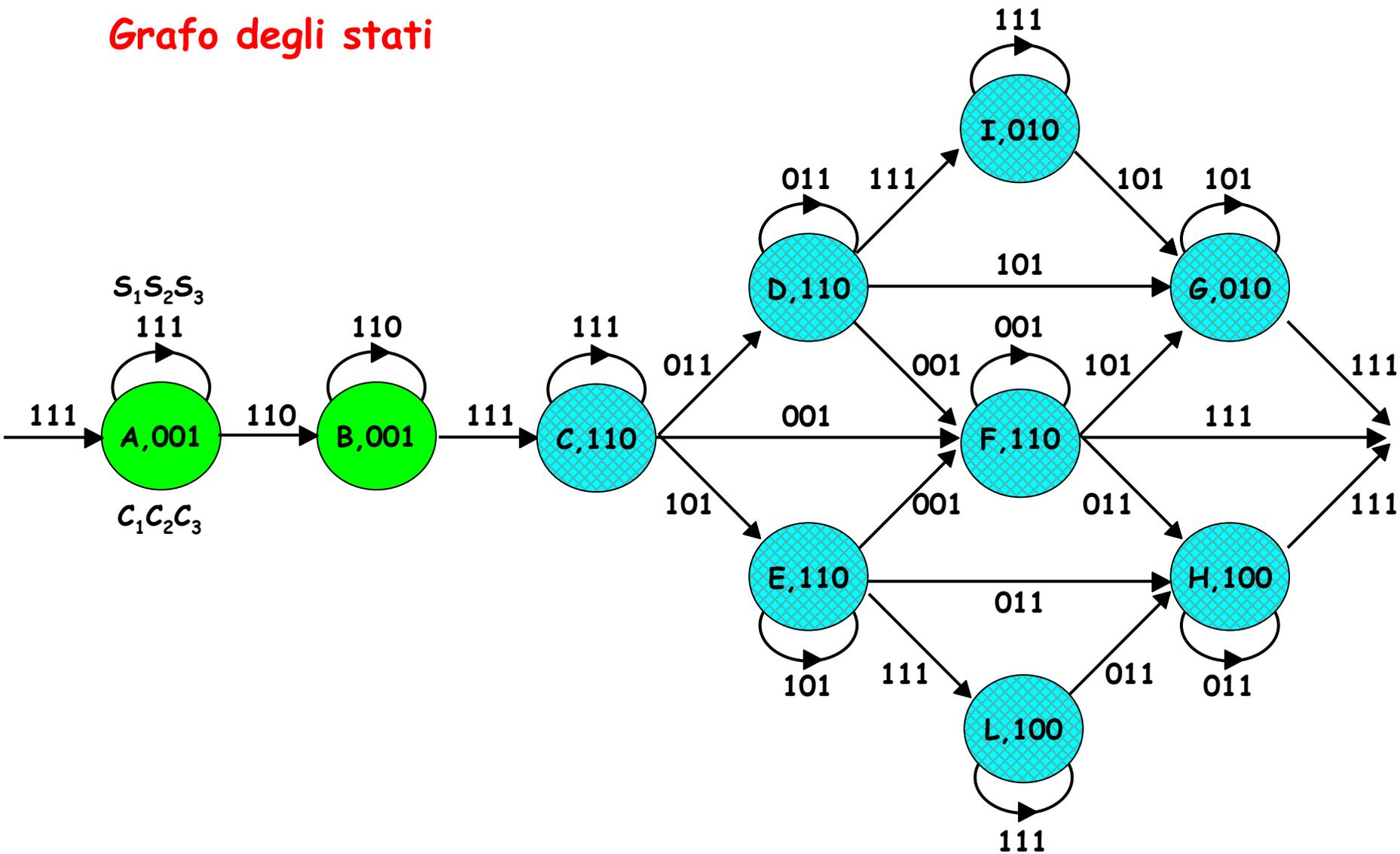
Una macchina comprende tre dispositivi meccanici  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , ciascuno dei quali, a comando, compie un ciclo di lavoro passando dalla posizione di riposo alla posizione di lavoro e da questa di nuovo alla posizione di riposo. Ad ogni dispositivo è associato un segnale di controllo (rispettivamente  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ) ed un segnale di posizione (rispettivamente  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ); il segnale di controllo abilita (valore logico 1) o inibisce (valore logico 0) il movimento del dispositivo; il segnale di posizione indica se il dispositivo si trova (valore logico 1) o meno (valore logico 0) nella posizione di riposo. Una rete sequenziale asincrona, disponendo in ingresso dei segnali  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , funge da unità di coordinamento dei movimenti dei tre dispositivi, gestendone opportunamente i segnali di controllo  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  in modo tale che nel tempo si alternino, senza soluzione di continuità, le seguenti due fasi:

- 1)  $D_1$  e  $D_2$  rimangono nella posizione di riposo mentre  $D_3$  compie un intero ciclo di lavoro, abbandonando ed in seguito rientrando nella posizione di riposo.
- 2)  $D_3$  rimane nella posizione di riposo mentre  $D_1$  e  $D_2$  compiono un intero ciclo di lavoro, abbandonando ed in seguito rientrando nella posizione di riposo (in questa fase non è da escludersi la simultanea variazione dei segnali  $S_1$  e  $S_2$ )

Nell'ipotesi che i tre dispositivi siano caratterizzati da inerzie e tempi di ciclo qualsiasi (v. figura), si esegua il progetto dell'unità preposta al coordinamento dei loro movimenti, determinandone:  
l'automa minimo;  
una possibile codifica degli stati che non dia luogo a corse critiche.



# Grafo degli stati



Fase 1

Fase 2



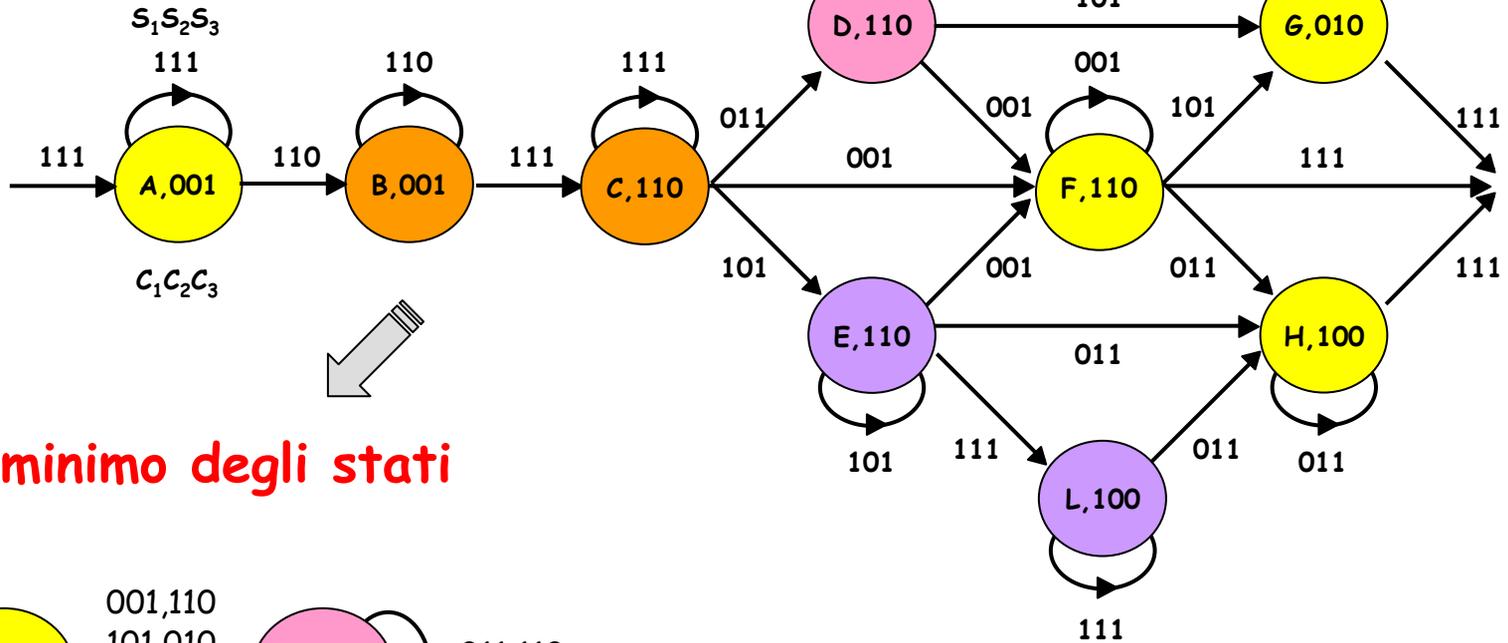
# Classi massime di compatibilità

$\alpha \equiv \{F,G,H,A\}$

$\beta \equiv \{B,C\}$

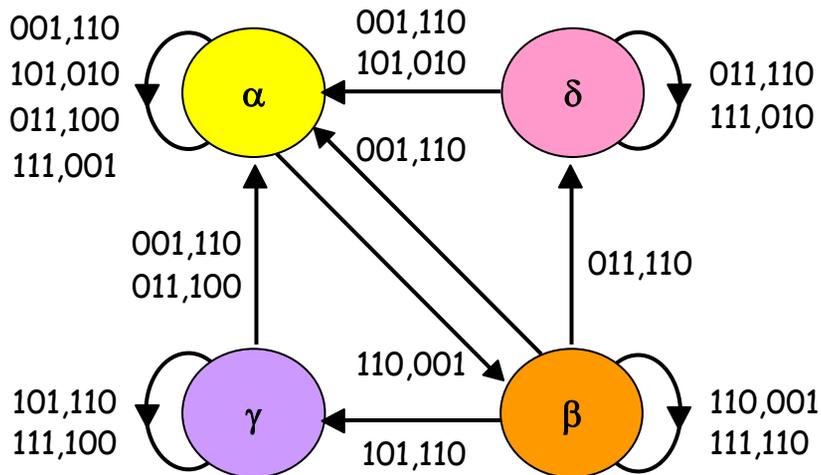
$\gamma \equiv \{E,L\}$

$\delta \equiv \{D,I\}$

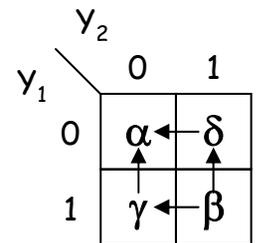


## Grafo minimo degli stati

$S_1S_2S_3, C_1C_2C_3$



**Diagramma delle adiacenze (2 corse non critiche in colonne di reset) e mappa di codifica**



ecc.