



UNIONE EUROPEA  
Direzione Generale  
Occupazione  
e Affari Sociali



Ministero della Pubblica Istruzione  
Dipartimento dell'Istruzione  
Direzione Generale per gli Affari Internazionali Uff. V.



# Istituto d'Istruzione Superiore "M. BARTOLO"

LICEO Scientifico – LICEO Scientifico Tecnologico – LICEO delle Scienze Umane  
ITIS (Meccanica, Meccatronica e Energia- Elettronica ed Elettrotecnica – Informatica e Telecomunicazioni)  
ITIS Serale (Meccanica, Meccatronica e Energia- Elettronica ed Elettrotecnica – Informatica e Telecomunicazioni)

Viale A. Moro – 96018 PACHINO (SR) – Tel. e fax 0931/020131 – 0931 020132

Via Fiume – 96018 PACHINO (SR) - Tel. E fax 0931 846359

[www.primopachino.it](http://www.primopachino.it) – Email [sris01400g@istruzione.it](mailto:sris01400g@istruzione.it) – [sris01400g@ec.it](mailto:sris01400g@ec.it) – C. F. 83002910897

Programma operativo Nazionale

2007/13

Fondo Sociale Europeo

“Competenze per lo Sviluppo”

Bando: AOODGAI/5368 del 21.10.2009

Obiettivo “C” – Migliorare i livelli di conoscenza e competenza dei giovani

AZ.C1 – Interventi per lo sviluppo delle competenze chiave (comunicazione nella madrelingua, comunicazione nelle lingue straniere, competenza matematica e competenza di base in scienza e tecnologia, competenza digitale, imparare ad apprendere, competenze sociali e civiche, spirito d’iniziativa e imprenditorialità, consapevolezza ed espressione culturale)

Codice progetto: C-1-FSE-2009-3870

“attività cofinanziata dal Fondo Sociale Europeo e realizzata nell’ambito del Programma Operativo Nazionale “Competenze per lo Sviluppo” 2007-2013

**CORSO BASE DI ELETTRONICA**

(competenze digitali)

**ESERCIZI SUI CIRCUITI SEQUENZIALI**

Rel. Prof. Sebastiano Giannitto

## Esercizio n°1

Consideriamo un distributore di bevande che:

Distribuisce una lattina di un solo tipo

La lattina viene rilasciata dopo aver inserito una moneta del valore richiesto (di un solo tipo) e dopo aver premuto un pulsante.

Un segnale logico a livello alto della durata di un secondo sta ad indicare al sistema che è stata inserita la moneta.

1. Definire gli ingressi, le uscite;
2. Riportare il diagramma degli stati e la tabella degli stati.

## Soluzione

Ingresso	M = 0	Moneta non introdotta
	M = 1	Moneta introdotta
	P = 0	Pulsante non premuto
	P = 1	Pulsante premuto
Uscita	B = 0	Bevanda non rilasciata
	B = 1	Bevanda rilasciata

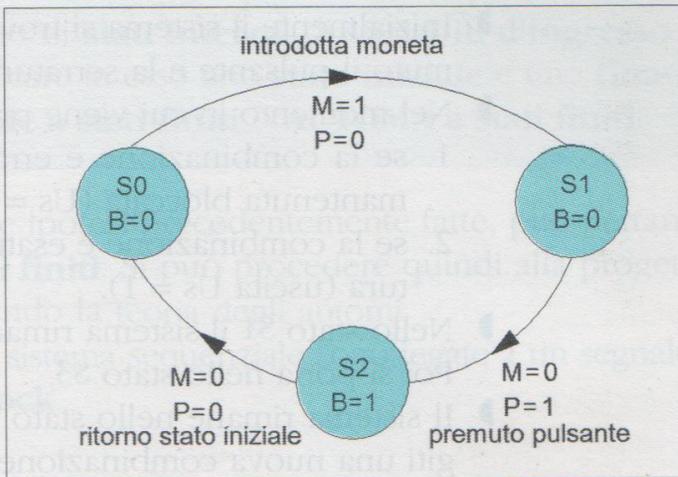


figura 2.1

Stato di partenza	Valori assunti dagli Ingressi e stati a cui si porta il sistema			
	M = 0 P = 0	M = 0 P = 1	M = 1 P = 1	M = 1 P = 0
S0 [B = 0] ⇒	S0 [B = 0]	S0 [B = 0]	S0 [B = 0]	<b>S1</b> [B = 0]
S1 [B = 0] ⇒	S1 [B = 0]	<b>S2</b> [B = 1]	S1 [B = 0]	S1 [B = 0]
S2 [B = 1] ⇒	<b>S0</b> [B = 0]	S2 [B = 1]	S2 [B = 1]	S2 [B = 1]

**IISS Michelangelo Bartolo**

**Classe \_\_\_\_\_**

**Prova di sistemi automatici**

**Alunno \_\_\_\_\_**

**Esercizio in classe n° 2**

**Un distributore di bevande accetta monete da 5, 10 e 20 eurocent. Le monete possono essere introdotte in modo casuale, fino a raggiungere la cifra richiesta per l'erogazione che è fissata a € 0,20 .**

**Il sistema deve memorizzare la quota parziale introdotta, associandola a propri differenti stati interni:**

**1. Disegnare il diagramma degli stati specificando l'uscita con:**

**U=0 bevanda non erogata**

**U=1 bevanda erogata**

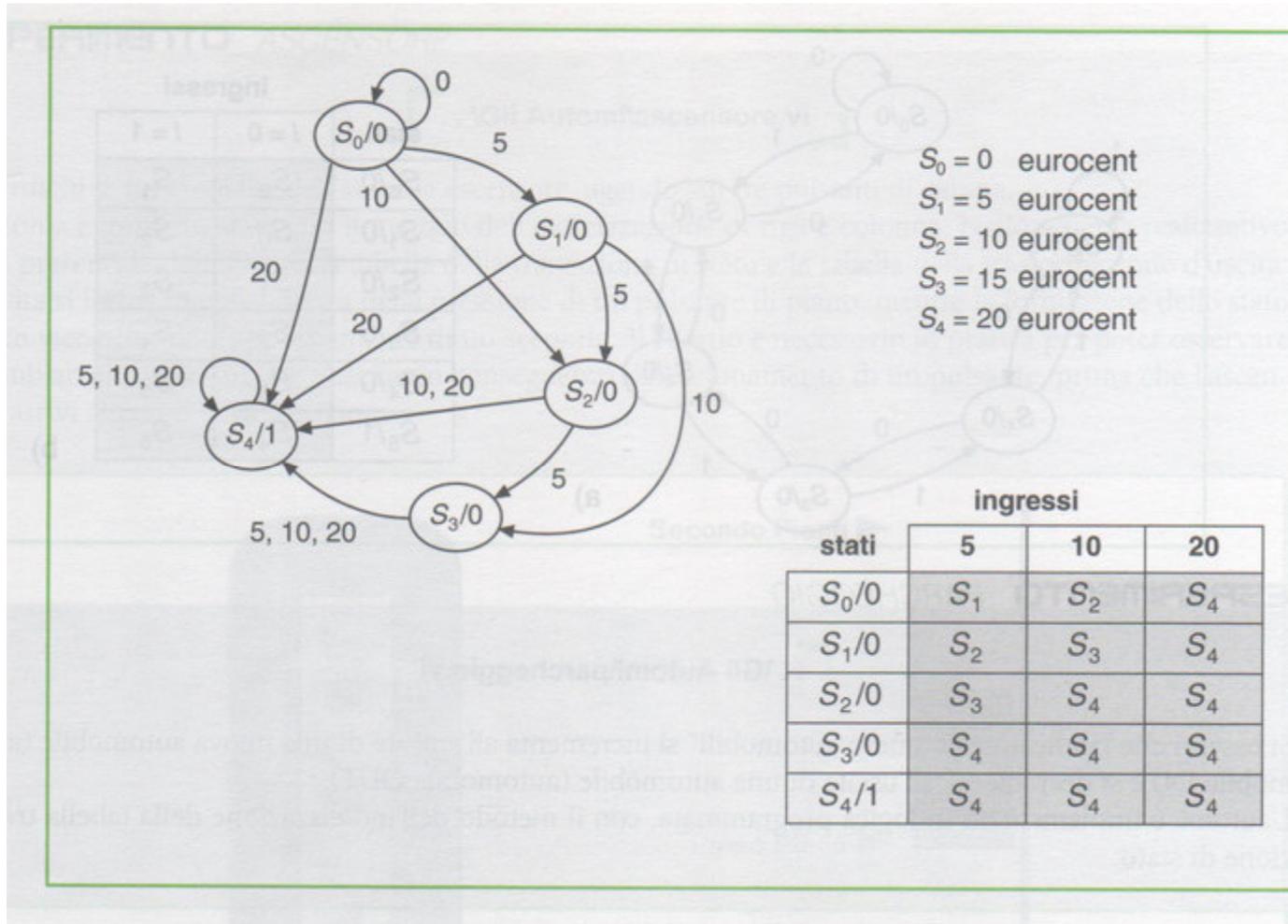
**il valore degli eurocent nell'arco di transizione da uno stato all'altro**

**2. Riportare la tabella degli stati**

**3. Codificare gli stati correnti e futuri con un numero di variabili di stato opportune**

**ATTENZIONE! Non si prevede la registrazione delle quote in eccedenza rispetto alla cifra necessaria.**

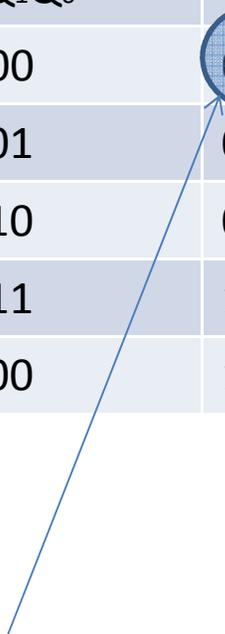
# Soluzione



**Abbiamo bisogno di 5 stati (da S<sub>0</sub> a S<sub>4</sub>) per cui occorreranno 3 variabili di stato per rappresentare, appunto, gli stati correnti e quelli successivi:**

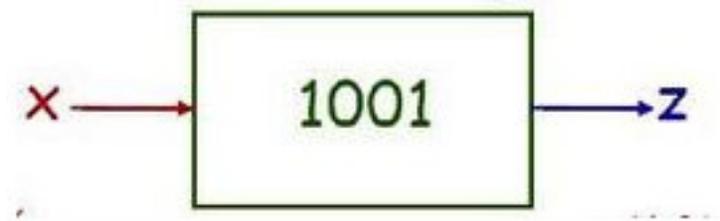
Stato Corrente	Input=5	Input=10	Input=20
Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>			
S <sub>0</sub> = 000	001	010	100
S <sub>1</sub> = 001	010	011	100
S <sub>2</sub> = 010	011	100	100
S <sub>3</sub> = 011	100	100	100
S <sub>4</sub> = 100	100	100	100

Stato Successivo



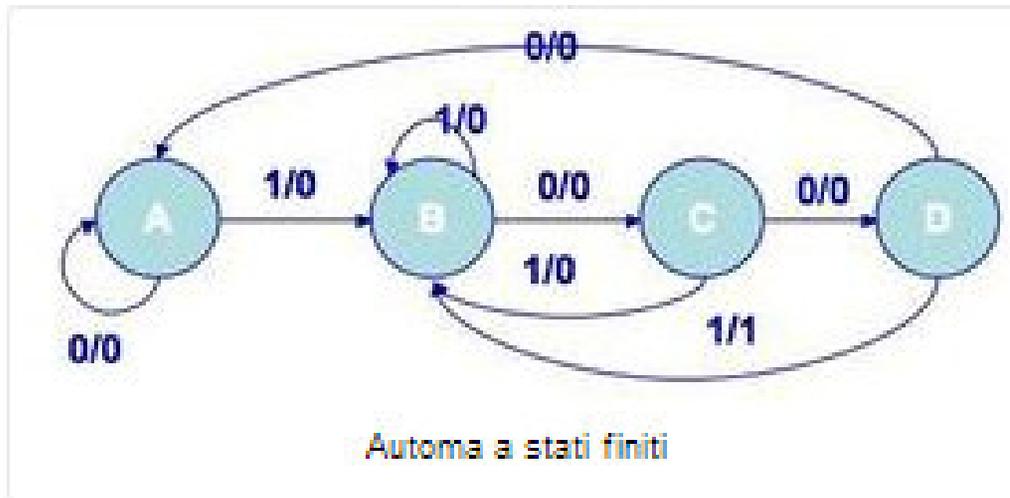
## Esercizio 1: Riconoscitore di sequenza

- Si vuole progettare una rete sequenziale sincrona ad un ingresso binario  $x$  e un'uscita binaria  $z$  in grado di riconoscere la sequenza (bit pattern) 1001.
- La rete produce un'uscita alta solo quando in ingresso si presenta la sottosequenza 1001. Più precisamente, se in ingresso si presenta la sequenza:
  - Input: 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 ...
- L'uscita assume i valori:
  - Output: 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 ...
- Le sottosequenze utili possono concatenarsi
  - L'uscita è 1 se gli ultimi quattro bit d'ingresso formano la sottosequenza 1001
  - L'uscita 1 si ha in corrispondenza del quarto bit della sottosequenza utile d'ingresso (1001)
- La rete è di Mealy



# Soluzione

## Costruzione Diagramma e Tabella degli stati



STATO PRESENTE	INPUT	STATO SEGUENTE	OUTPUT
A	0	A	0
A	1	B	0
B	0	C	0
B	1	B	0
C	0	D	0
C	1	B	0
D	0	A	0
D	1	B	1

Tabella

## Assegnazione degli stati e codifica

4 stati → sono sufficienti 2 variabili di stato, ad es. A=00, B=01, C=10, D=11

STATO PRESENTE	INPUT	STATO SEGUENTE	OUTPUT
A	0	A	0
A	1	B	0
B	0	C	0
B	1	B	0
C	0	D	0
C	1	B	0
D	0	A	0
D	1	B	1

Esercizio in classe n° 4

Disegnare il diagramma degli stati di un contatore UP-DOWN modulo 4

Il contatore modulo 4 ha due uscite e genera su queste la sequenza di numeri binari  $00 \rightarrow 01 \rightarrow 10 \rightarrow 11$ .

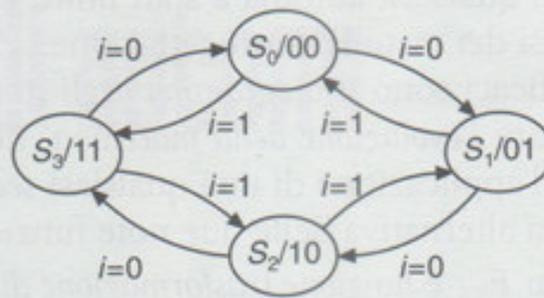
Un ingresso  $I$  comanda il conteggio in avanti quando vale 0 e all'indietro quando vale 1.

**Soluzione:**

In corrispondenza di questi stati le uscite  $u_1$  e  $u_0$  assumono i seguenti valori:

$$S_0 \rightarrow u_1 u_0 = 00; \quad S_1 \rightarrow u_1 u_0 = 01; \quad S_2 \rightarrow u_1 u_0 = 10; \quad S_3 \rightarrow u_1 u_0 = 11$$

Tutto quello che è stato detto ora per descrivere la macchina viene condensato semplicemente nel seguente diagramma degli stati:



# Esercizio

FIGURA 2.5

stati	ingressi	
	$x_1$	$x_0$
$S_0$	0	0
$S_1$	0	1
$S_2$	1	0
$S_3$	1	1

FIGURA 2.6

stati $x_1, x_0$	ingressi		$x_1(t+1), x_0(t+1)$
	$i=0$	$i=1$	
00	01	11	$\swarrow$ $x_1(t+1), x_0(t+1)$
01	10	00	
10	11	01	
11	00	10	

$D_1, D_0 \quad D_1, D_0$

Il percorso che stiamo seguendo ci cala sempre più al livello di implementazione circuitale. Separiamo i valori delle due variabili di stato, ovvero “splittiamo” l’ultima tabella in due tabelle distinte, riportando in ciascuna i valori futuri di una sola variabile di stato (fig. 2.7a per  $x_1(t+1)$  e fig. 2.7b per  $x_0(t+1)$ ).

FIGURA 2.7

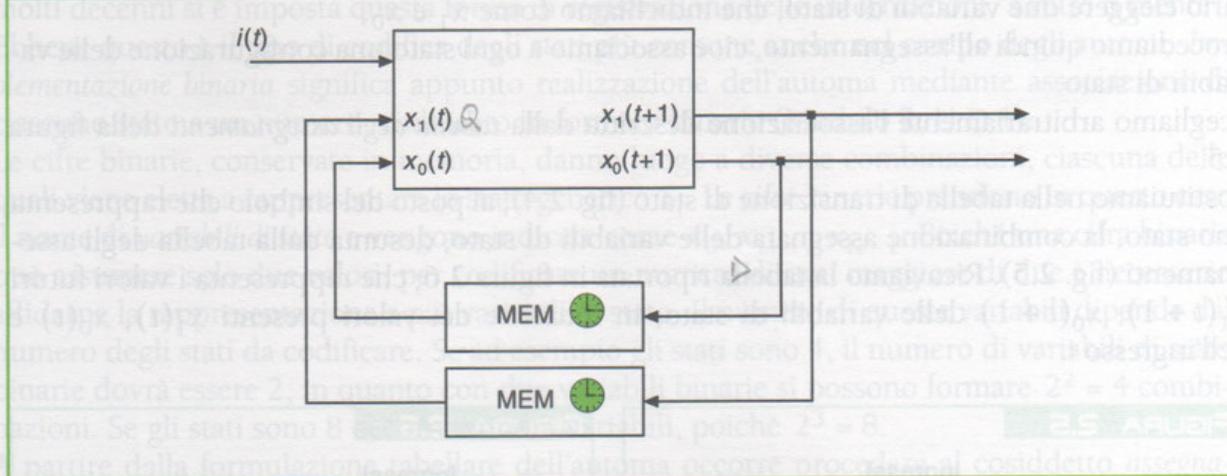
stati $x_1, x_0$	ingressi		$x_1(t+1)$
	$i=0$	$i=1$	
00	0	1	$\swarrow$ $x_1(t+1)$
01	1	0	
10	1	0	
11	0	1	

a)

stati $x_1, x_0$	ingressi		$x_0(t+1)$
	$i=0$	$i=1$	
00	1	1	$\swarrow$ $x_0(t+1)$
01	0	0	
10	1	1	
11	0	0	

b)

FIGURA 2.8



Mentre per la sezione di memoria e temporizzazione MEM possiamo pensare di affidarci a blocchi precostituiti, l'implementazione della sezione combinatoria è affidata alla nostra opera. Si tratta di un sistema combinatorio realizzabile facilmente per mezzo di porte logiche. Le due tabelle sono già nella forma di *mappe di Karnaugh*, a condizione di permutare le righe 3 e 4. Le riportiamo nella figura 2.9, con l'evidenziazione dei gruppi di celle adiacenti.

FIGURA 2.9

stati presenti $x_1(t), x_0(t)$	Ingresso $i$	
	0	1
00	0	1
01	1	0
11	0	1
10	1	0

tabella stato futuro  $x_1(t+1)$

stati presenti $x_1(t), x_0(t)$	Ingresso $i$	
	0	1
00	1	1
01	0	0
11	0	0
10	1	1

tabella stato futuro  $x_0(t+1)$

IISS Michelangelo Bartolo

Classe \_\_\_\_\_

Prova di sistemi automatici

Alunno \_\_\_\_\_

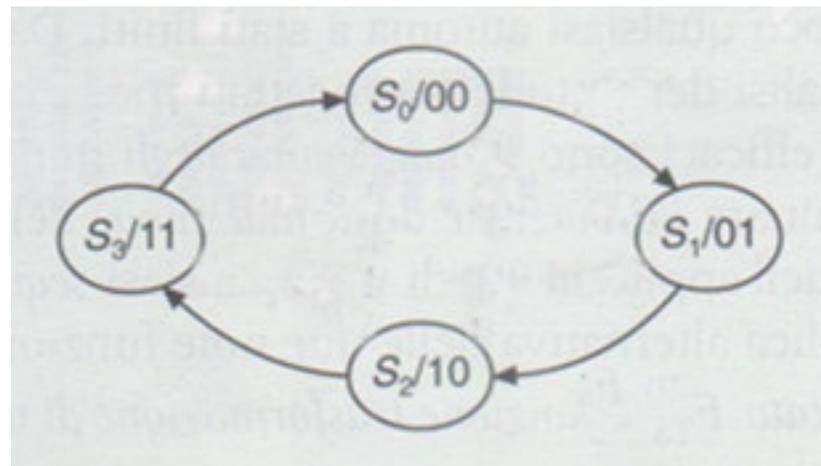
Esercizio in classe n° 5

Dato un contatore sincrono UP modulo 4, disegnare:

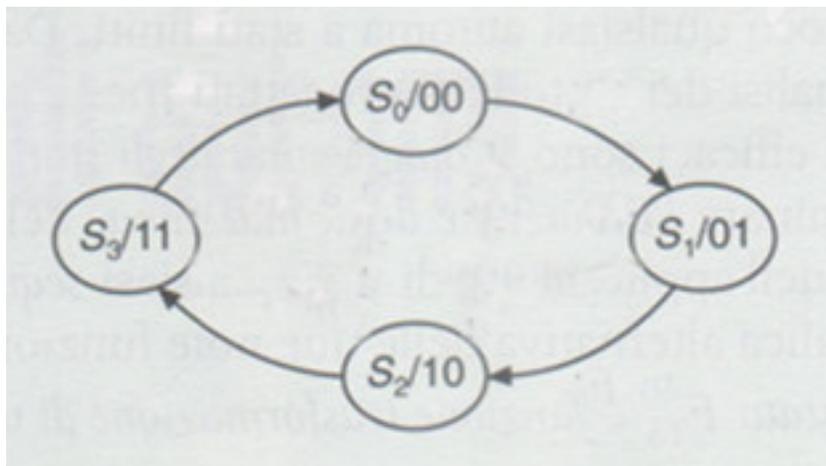
1. il diagramma degli stati
2. la tabella degli stati
3. Lo schema elettrico utilizzando flip-flop di tipo D

Soluzione:

Il contatore modulo 4 ha due uscite e genera su queste la sequenza di numeri binari  $00 \rightarrow 01 \rightarrow 10 \rightarrow 11$ .



### 1-Diagramma degli stati



### 2-Tabella degli stati

Stato Corrente	Stato Successivo
S0	S1
S1	S2
S2	S3
S3	S0

### 3 – individuazione delle variabili di stato

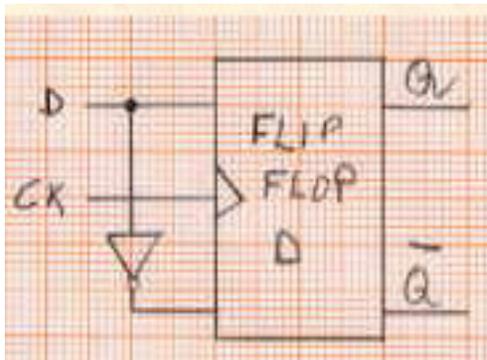
Per 4 stati occorrono 2 variabili di stato Q1Q0

### 4– individuazione degli ingressi dei Flip Flop D → D1D0

Stato Corrente Q1Q0	Stato Successivo Q1Q0	Ingressi Flip-Flop D1D0
00	01	01
01	10	10
10	11	11
11	00	00

Stato Corrente $Q_1Q_0$	Stato Successivo $Q_1Q_0$	Ingressi Flip-Flop $D_1D_0$
00	01	<b>01</b>
01	10	<b>10</b>
10	11	<b>11</b>
11	00	<b>00</b>

Per determinare  $D_1$  e  $D_0$  occorre considerare la tabella di eccitazione di flip-flop di tipo D



$Q_{n-1}$	$Q$	$D$
0	→ 0	0
0	→ 1	1
1	→ 0	0
1	→ 1	1

Esempio considerando la transizione dallo stato  $S_0$  a  $S_1$  le variabili  $Q_1 Q_0$  variano da 00 a 01 per cui  $D_1 D_0$  devono essere necessariamente 01 in quanto  $Q_0$  passa da  $0 \rightarrow 1$  e  $Q_1$  da  $0 \rightarrow 0$ . In corrispondenza sarà  $D_0=1$  e  $D_1=0$

5- Si determinano con le mappe di Karnaugh le funzioni relative a D1 e D0 considerando come ingressi le variabili dello stato corrente Q1Q0

Q1 \ Q0	0	1
0	1	0
1	1	0

Q1 \ Q0	0	1
0	0	1
1	1	0

$$D_0 = \overline{Q_0}$$

$$D_1 = \overline{Q_0}Q_1 + Q_0\overline{Q_1} = Q_0 \oplus Q_1$$

6 – Schema elettrico

