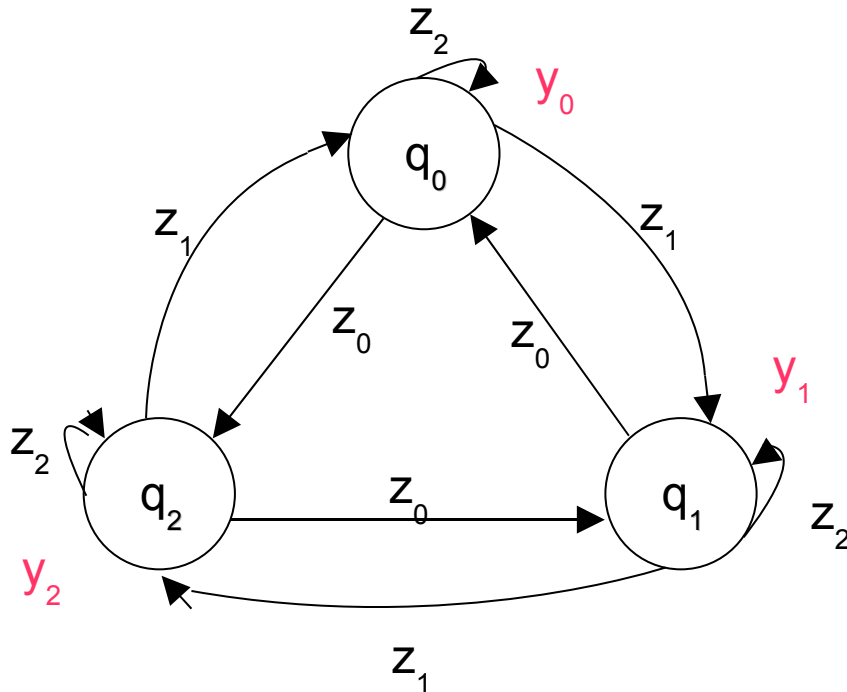


Synteza strukturalna automatu Moore'a i Mealy

(wersja robocza - w razie zauważenia błędów proszę o uwagi na mail'a)

Założmy, że mamy następujący graf automatu



Ponieważ celem syntezy jest utworzenie układu elektronicznego działającego wg schematu, a układ ten operuje na bitach wobec tego występujące symbole w automacie (z_i, q_i, y_i) należy odpowiednio przystosować do układu elektronicznego czyli po prostu zakodować.

1. Kodowanie sygnałów wejściowych

W przypadku naszego automatu są trzy sygnały wejściowe. Minimalna ilość bitów potrzebna do zakodowania wynosi 2. Oznacza to, że trzy sygnały Z_i będą kodowane na dwóch bitach oznaczonych jako Z_0 i Z_1 . Przykładowe kodowanie przedstawiono w tabeli.

	Z_1	Z_0
z_0	0	0
z_1	0	1
z_2	1	0

Tab.1

Nie jest to jedyny sposób kodowania. Możliwe jest kodowanie np. na trzech bitach

	Z ₂	Z ₁	Z ₀
z ₀	0	0	1
z ₁	0	1	0
z ₂	1	0	0

Tab.2

Sposób wyboru kodowania narzuca nam często sposób podawania danych wejściowych.

2.Kodowanie sygnałów wyjściowych

Kodowanie to jest analogiczne do kodowania sygnałów wejściowych. do zakodowania trzech sygnałów wyjściowych wystarczą dwa bity. W tabeli podano przykładowe kodowanie sygnałów wyjściowych

	Y ₁	Y ₀
y ₀	0	0
y ₁	0	1
y ₂	1	0

Tab.3

3.Kodowanie stanów

Elementem pamięciowym realizującym automat jest przerzutnik. W układzie logicznym stan automatu może być pamiętany jako kombinacja stanów przerzutników. W przypadku 3 stanów konieczne jest użycie dwóch przerzutników oznaczonych np. jako Q₀ i Q₁. Symbol Q_i oznacza jednocześnie przerzutnik i-ty oraz wyjście przerzutnika. W tabeli niżej przedstawiono przykładowy sposób kodowania stanów

	Q ₁	Q ₀
q ₀	0	0
q ₁	0	1
q ₂	1	1

Tab.4

Stan q₂ zakodowano jako kombinację 11 a nie 10, aczkolwiek obie kombinacje są dopuszczalne. Takie zakodowanie powinno trochę uprościć układ.

3. Kodowanie tabeli przejść

Na podstawie tabeli przejść przedstawionej na rysunku oraz tabeli kodowania możemy przedstawić zakodowaną tabelę przejść

t		t+1								
q _i	z _i	q _i		Q ₁	Q ₀	Z ₁	Z ₀	Q ₁	Q ₀	
q ₀	z ₀	q ₂	⇒	0	0	0	0	1	1	
q ₁	z ₀	q ₀	⇒	0	1	0	0	0	0	
q ₂	z ₀	q ₁	⇒	1	1	0	0	0	1	
q ₀	z ₁	q ₁	⇒	0	0	0	1	0	1	
q ₁	z ₁	q ₂	⇒	0	1	0	1	1	1	
q ₂	z ₁	q ₀	⇒	1	1	0	1	0	0	
q ₀	z ₂	q ₀	⇒	0	0	1	0	0	0	
q ₁	z ₂	q ₁	⇒	0	1	1	0	0	1	
q ₂	z ₂	q ₂	⇒	1	1	1	0	1	1	

Tab.5

4. Synteza przejść

Należy określić pobudzenie wejść przerzutników. Do tego niezbędna jest tabela przejść przerzutnika. Poniżej przedstawiono tabele dla przerzutników D, T, JK. Symbol * oznacza wartość nieistotną

Q(t)	Q(t+1)	D(t)	T(t)	J(t)	K(t)
0	0	0	0	0	*
0	1	1	1	1	*
1	0	0	1	*	1
1	1	1	0	*	0

Tab.6

Przytoczone tabele należy czytać następująco. Np. dla T – jeśli przerzutnik ma przejść ze stanu 0 (Q(t)) do stanu 0 (Q(t+1)) to na wejście T przerzutnika należy podać sygnał 0.

Proces syntezy zostanie pokazany jednocześnie na trzech typach przerzutników (zazwyczaj wykonujemy go na jednym typie przerzutników)

Korzystając z tabel przejść przerzutników oraz zakodowanej tabeli przejść można uzyskać następującą tabelę pobudzeń. Tabelę tę wypełniamy następująco: np. Dla wiersza drugiego wynika, że przerzutnik Q₁ przechodzi ze stanu 0 dla chwili t do stanu 0 w chwili t+1. Wobec tego na podstawie tabeli 6 dla D₁ wpisujemy 0, dla T₁ - 1, a dla J₁ -0 i K₁ -*

t				t+1									
Q ₁	Q ₀	Z ₁	Z ₀	Q ₁	Q ₀	D ₁	D ₀	T ₁	T ₀	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	*	1	*
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	*	*	1
1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	*	1	*	0
0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	*	1	*
0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	*	*	0
1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	*	1	*	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	*
0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	*	*	0
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	*	0	*	0

Tab.7

Z tabeli wynika, że równanie pobudzenia dla D₁ jest następujące (zapisujemy je formie sum iloczynów, więc bierzemy tylko pozycje, gdzie D₁=1 - zmiennymi są wartości w chwili t czyli Q₀, Q₁, Z₀, Z₁):

$$D_1 = Q_1/Q_0/Z_1/Z_0 + /Q_1Q_0/Z_1Z_0 + Q_1Q_0Z_1/Z_0$$

Możemy oczywiście próbować minimalizować dalej to wyrażenie, ale można to zrobić za pomocą tabeli Karnough, które dla D₁ i D₀ wyglądają następująco

D₁

Q ₁ Q ₀ \ Z ₁ Z ₀	00	01	11	10
00	1		*	
01		1	*	
11			*	1
10	*	*	*	*

Tab.8

D₀

Q ₁ Q ₀ \ Z ₁ Z ₀	00	01	11	10
00	1	1	*	
01		1	*	1
11	1		*	1
10	*	*	*	*

Tab.9

Proszę zauważyć, że w tabeli przejść (tab.7) nie ma kombinacji Z₁Z₀=11 oraz Q₁Q₀=10, dlatego dla tych pozycji możemy wstawić znak *(składnik obojętny) i wykorzystać to w minimalizacji. I tak na podstawie tabeli Karnough pobudzenia dla poszczególnych wejść przerzutników przedstawiają się następująco:

$$D_0 = /Q_0/Z_1/Z_0 + /Q_1Q_0Z_0 + Q_1Z_1 \quad D_1 = Q_1/Z_0 + /Q_0/Z_1 + Q_0Z_1 + /Q_1Z_0$$

Analogicznie można zbudować tabelę dla przerzutników T

T₁

Q ₁ Q ₀ \ Z ₁ Z ₀	00	01	11	10
00	1		*	
01		1	*	
11	1	1	*	
10	*	*	*	*

Tab.10

T₀

Q ₁ Q ₀ \ Z ₁ Z ₀	00	01	11	10
00	1	1	*	
01		1	*	
11		1	*	
10	*	*	*	*

Tab.11

Po zminimalizowaniu

$$T_1 = \overline{Q_0}/Z_1/Z_2 + Q_1/Z_1 + Q_0Z_0 \quad T_0 = \overline{Q_1}/Z_1/Z_0 + \overline{Q_0}/Z_1 + Q_1Z_0$$

W przypadku przerzutników JK tablic będzie dwa razy więcej

J_1

$Q_1Q_0 \setminus Z_1Z_0$	00	01	11	10
00	1		*	
01		1	*	
11	*	*	*	*
10	*	*	*	*

$J_1 = \overline{Q_0}/Z_1/Z_0 + Q_0Z_0$

Tab.12

K_1

$Q_1Q_0 \setminus Z_1Z_0$	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	*	*	*	*
11	1	1	*	0
10	*	*	*	*

$K_1 = \overline{Z_1}$

Tab.13

J_0

$Q_1Q_0 \setminus Z_1Z_0$	00	01	11	10
00	1	1	*	0
01	*	*	*	*
11	*	*	*	*
10	*	*	*	*

$J_0 = \overline{Z_1}$

Tab.14

K_0

$Q_1Q_0 \setminus Z_1Z_0$	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	1	0	*	0
11	0	1	*	0
10	*	*	*	*

$K_0 = \overline{Q_1}/Z_1/Z_0 + Q_1Z_0$

Tab.15

5. Synteza sygnałów wyjściowych

Z zasady działania automatu Moore'a wynika, że wyjście zależy tylko od stanu automatu. Innymi słowy wartość wyjścia jest funkcją stanów. Na podstawie tab 3 i tabeli 4 oraz grafu można wyrysować następującą tabelę.

q	y		Q_1	Q_0		Y_1	Y_0
q_0	y_0		0	0		0	0
q_1	y_1		0	1		0	1
q_2	y_2		1	1		1	1

Tab. 16

Na podstawie tej tabeli można wypisać formuły logiczne dla Y_1 i Y_2 np. jako suma iloczynów (analizujemy tylko te kombinacje Q_1Q_0 , które dla danego Y_i dają wartość 1). Otrzymujemy następujące formuły:

$$Y_1(Q_1, Q_0) = Q_1Q_0$$

$$Y_0(Q_1, Q_0) = \overline{Q_1}Q_0 + Q_1Q_0 = Q_0$$

6. Synteza automatu Mealy

Synteza automatu Mealy nie różni się mocno od Moore'a. Jedyna różnica występuje tylko przy syntezie sygnałów wyjściowych. W automacie Mealy wyjście $y_i=f(q,z)$ a w automacie Moore $y_i=f(q)$. Wskutek tej różnicy w tabeli 16 dla automatu Mealy pojawią się dodatkowo sygnały wejściowe z.