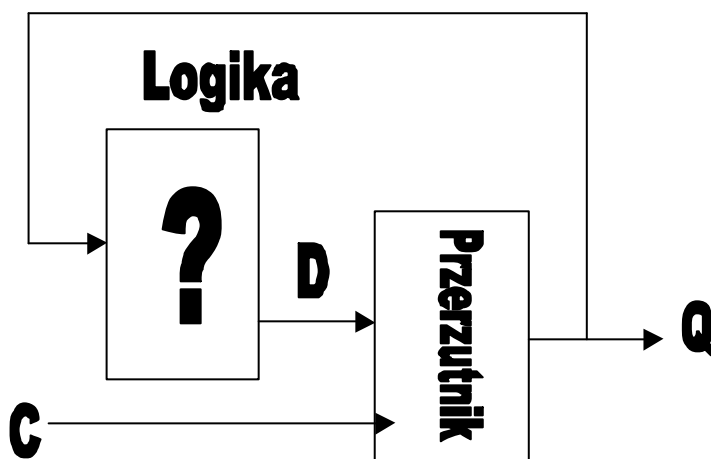


Liczniki

Liczniki są to układy sekwencyjne przeznaczone do zliczania impulsów wejściowych. Każdy kolejny impuls na wejściu powoduje zmianę stanu licznika a kolejnym stanom odpowiada liczba do danego momentu zliczonych impulsów wejściowych.

Licznik nazywamy modulo n jeżeli jest w stanie zliczyć $n-1$ impulsów, n -ty impuls powoduje powrót licznika do stanu początkowego (licznik przechodzi przez n stanów w cyklu). Liczba stanów przez które licznik przechodzi zależy od połączenia przerzutników i zawiera się w przedziale $<1;2^p>$ dla p przerzutników. Licznik liczy „do przodu” jeżeli kolejny impuls powoduje wzrost wskazania licznika, liczy natomiast „do tyłu” jeżeli kolejne impulsy obniżają wartość wskazania licznika. Istnieją jeszcze liczniki rewersyjne które w zależności od sygnału sterującego liczą „do przodu” lub „do tyłu”.



Schemat blokowy licznika

Licznik synchroniczny mod 8 z Clock Enable liczacy w góre w kodzie binarnym z uzyciem procedury kodowania automatu na przerzutnikach D

Tablica stanów dla przerzutnika D

D	Q_{n+1}
0	0
1	1

Kodowanie licznika

	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Tabela przejsc licznika mod 8 liczacego w góre

Wartosc zerowa Clock Enable oznacza ze licznik nie przechodzi z danego stanu w nastepnym tylko pozostaje w pierwotnym. Czyli dla zera licznik nie zlicza a dla jedynki dziala zlicza w naszym przypadku w góre.

S_n	$S_{n+1}(Ce=0)$	$S_{n+1}(Ce=1)$
0	0	1
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	0

wiec

S_n	$S_{n+1}(Ce=0)$	$S_{n+1}(Ce=1)$
0 0 0	0 0 0	0 0 1
0 0 1	0 0 1	0 1 0
0 1 0	0 1 0	0 1 1
0 1 1	0 1 1	1 0 0
1 0 0	1 0 0	1 0 1
1 0 1	1 0 1	1 1 0
1 1 0	1 1 0	1 1 1
1 1 1	1 1 1	0 0 0

Na podstawie tablicy stanów przerzutnika i tablicy przejsc licznika jestesmy w stanie wypisac tablice Karnaugh.

Dla przykladu:

Licznik liczy w góre wiec ze stanu ($Q_2Q_1Q_0$) 000 dla CE=1 przechodzi w stan ($Q_2Q_1Q_0$) 001, co wymusza ustawienie wejsc przerzutników $D_2D_1D_0$ zgodnie z tabela stanów na 001, natomiast przejście ze stanu 101 w 110 ustawia przerzutniki $D_2D_1D_0$ na 110.

	D ₂				D ₁				D ₀			
CEQ ₂ \Q ₁ Q ₀	00	01	11	10	00	01	11	10	00	01	11	10
00	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
01	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
11	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
10	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1

Poprzez minimalizację tablic Karnaugha otrzymujemy funkcje przełączające dla wejścia przerzutnika licznika:

$$D_0 = \text{CE}' Q_0 + \text{CE} Q_0'$$

$$D_1 = Q_1 Q_0' + \text{CE}' Q_1 + \text{CE} Q_1' Q_0$$

$$D_2 = \text{CE}' Q_2 + Q_2 Q_0' + Q_2 Q_1' + \text{CE} Q_2' Q_1 Q_0$$

Licznik synchroniczny mod 5 liczący w górę i w dół w kodzie binarnym z użyciem procedury kodowania automatu na przerzutnikach T

Tablica stanów oraz tabela wzbudzeń dla przerzutnika T

T	Q_{n+1}
0	Q_n
1	Q_n'

Q_{n-1}	Q_n	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Kodowanie (analogiczne jak w poprzednim przykładzie) oraz tablica przejść przedstawia się następująco:

	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1

S_n	S_{n+1} (Up)	
	0	1
0	5	1
1	0	2
2	1	3
3	2	4
4	3	5
5	4	0

Wartość zerowa Up oznacza że licznik zlicza w dół czyli przechodzi z danego stanu w stan go poprzedzający w tabeli kodowania a wartość 1 dla Up oznacza zliczanie w górę czyli przejście ze stanu obecnego w kolejny.

Na podstawie tablicy stanów przerzutnika i tablicy przejść licznika ponownie otrzymujemy tablice Karnaugh'a.

Przerzutników T przyjmuje wartość jeden wtedy gdy bit któremu odpowiada zmienia swoją wartość (niezależnie czy z 1 na 0 czy odwrotnie), jeżeli natomiast bit odpowiadający przerzutnikowi nie zmienia swojej wartości to przerzutnik przyjmuje wartość zero.

Przykład:

Dla stanu $(Q_2Q_1Q_0)$ 000 i $U_p=0$ licznik przechodzi w stan $(Q_2Q_1Q_0)$ 101, co powoduje ustawienie przerzutników $T_2T_1T_0$ zgodnie z tabelą stanów na 101, natomiast przejście ze stanu 011 w 100 dla $U_p=1$ ustawia przerzutniki $T_2T_1T_0$ na 111.

	T_2				T_1				T_0			
$U_pQ_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10	00	01	11	10	00	01	11	10
00	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
01	1	0	-	-	1	0	-	-	1	1	-	-
11	0	1	-	-	0	0	-	-	1	1	-	-
10	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1

Wolne miejsca w tabeli oznaczają brak tej wartości dla naszego licznika. Po minimalizacji otrzymujemy.

$$T_0 = 1$$

$$T_1 = U_p' Q_1 Q_0' + U_p Q_2' Q_0 + U_p' Q_2 Q_0'$$

$$T_2 = U_p' Q_1' Q_0' + U_p Q_1 Q_0 + U_p Q_2 Q_0$$

Licznik synchroniczny mod 4 z Clock Enabled zliczający w górę i w dół w kodzie binarnym z użyciem procedury kodowania automatu na przerzutnikach JK

Kodowanie:

	$Q_1 Q_0$
0	0 0
1	0 1
2	1 0
3	1 1

Tablica przejść ma postać:

S_n	$S_{n+1}(CE, Up)$			
	0,0	0,1	1,0	1,1
0	0	0	3	1
1	1	1	0	2
2	2	2	1	3
3	3	3	2	0

Tablice stanów i wzbudzeń dla przerzutnika JK przedstawiają się następująco:

J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	Q_n'

Q_{n-1}	Q_n	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

Korzystając z tabeli przejść i tabeli wzbudzeń dla przerzutnika JK uzupełniamy tablice Karnaugh.

Clock Enable oraz zliczanie góra dół działają analogicznie do poprzedniego przypadku.

W przypadku przerzutników JK przy uzupełnianiu tabel Karnaugh trzeba szczególną uwagę zwrócić na tabele wzbudzeń. W tym przypadku jest ważny zarówno bit poprzedni jak i kolejny.

Przykład:

Dla stanu $(Q_1 Q_0)$ 00 oraz $Up=0$ i $CE=1$ licznik przechodzi w stan $(Q_1 Q_0)$ 11. Widac wiec, ze bit Q_1 , jak i bit Q_0 w tym przypadku zmieniaja wartosc z zera na jedynke. Patrzmy do tablicy wzbudzen i widzimy ze dla zera dla stanu poprzedniego i jedynki dla obecnego otrzymujemy ustawienia przerzutników $J_1=1$, K_1 dowolne a J_0 i K_0 tak samo. Przejscie dla $Up=1$ i $CE=1$ ze stanu 01 w 10 powoduje zmiane wartosci bita Q_1 z zera w jedynke a bitu Q_0 z jedynki w zero. Przejscie z zera w jedynke rozwazylismy powyzej natomiast z tabeli wzbudzen wynika ze przejście z jedynki w zero ustawia przerzutniki J_0 dowolny, $K_0=1$ (natomiast $J_1=1$ i K_1 dowolne). Stan dowolny oznaczaja kreski w tablicach Karnaugh.

CE Up \ $Q_1 Q_0$	J_0				K_0			
	00	01	11	10	00	01	11	10
00	0	-	-	0	-	0	0	-
01	0	-	-	0	-	0	0	-
11	1	-	-	1	-	1	1	-
10	1	-	-	1	-	1	1	-

CE Up \ $Q_1 Q_0$	J_1				K_1			
	00	01	11	10	00	01	11	10
00	0	0	-	-	-	-	0	0
01	0	0	-	-	-	-	0	0
11	0	1	-	-	-	-	1	0
10	1	0	-	-	-	-	0	1

$$J_0 = \text{CE}$$

$$K_0 = \text{CE}$$

$$J_1 = \text{CE } Up \ Q_0 + \text{CE } Up' \ Q_0'$$

$$K_1 = \text{CE } Up \ Q_0 + \text{CE } Up' \ Q_0'$$