

# Sprawozdanie z układów logicznych

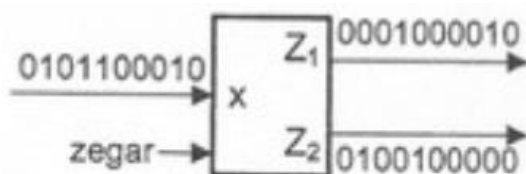
## Ćwiczenie nr 5

### Temat: Analiza układu synchronicznego

	Data: Czas wykonania:
Grupa laboratoryjna nr: Płyta montażowa nr:	Zajęcia: Prowadzący:      Maciej Huk

#### 1) Opis problemu

Zaprojektować układ synchroniczny o jednym wejściu  $x$  i dwóch wyjściach  $Z_1$  oraz  $Z_2$  działający w następujący sposób: pierwsza napotkana 1 w sekwencji wejściowej generuje  $Z_1 = 1$ , druga 1  $\rightarrow Z_2 = 1$ , trzecia 1  $\rightarrow Z_1 = 1$ , czwarta 1  $\rightarrow Z_2 = 1$  itd. Dodatkowo należy przyjąć, że w danej chwili zawsze  $Z_1, Z_2 = 0$ . Gdy  $x = 0$ ,  $Z_1, Z_2 = 0$ . Inaczej: układ ma przekazywać **jedynki nieparzyste** na wyjście  $Z_1$ , a **parzyste** na  $Z_2$ . Na rysunku poniżej zilustrowano sposób działania dla przykładowej sekwencji wejściowej.



Rysunek 1 Schemat działania układu dla przykładowej sekwencji wejściowej

Przeprowadzić syntezę układu Moore'a z wykorzystaniem przerzutników D oraz Mealy'ego z wykorzystaniem przerzutników JK.

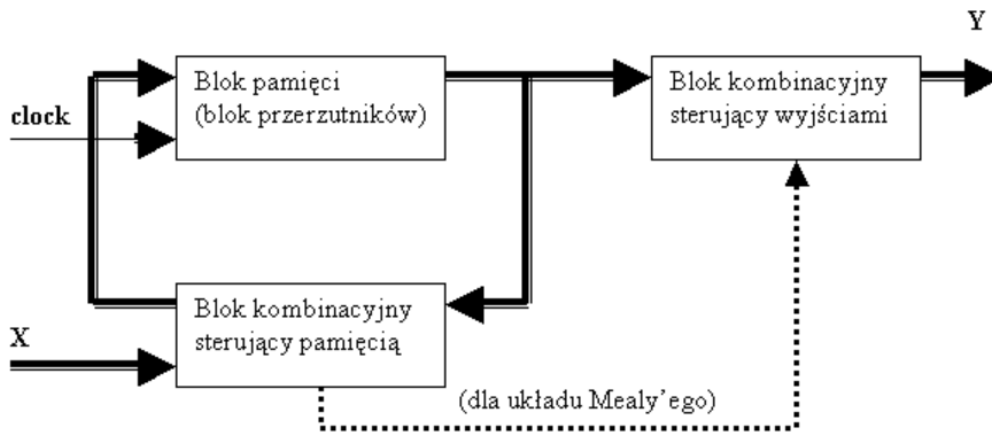
#### 2) Układy synchroniczne

Układ synchroniczny cechuje się występowaniem sygnału taktującego (synchronizującego), który umożliwia zmianę stanu wewnętrznego układu tylko w ściśle określonych momentach. Osiąga się to dzięki zastosowaniu przerzutników synchronicznych do budowy bloku pamięci.

Przerzutniki synchroniczne zmieniają swój stan pod wpływem impulsu zegarowego, odpowiednio do wartości sygnałów na wejściach informacyjnych, przy czym podczas jednego taktu może nastąpić tylko jedna zmiana stanu przerzutnika. Częstotliwość tych impulsów powinna być tak dobrana, aby w przerwach między nimi zanikały procesy przejściowe wywołane zmianą stanów sygnałów na wejściach informacyjnych. W takich warunkach różnice w prędkości działania poszczególnych elementów nie mają wpływu na pracę układu.

Układy synchroniczne możemy podzielić na:

- Automat **Moore'a** – wyjście układu jest tu funkcją stanu wewnętrznego i może się zmieniać tylko w chwili nadejścia taktu zegarowego, co zapewnia o utrzymaniu odpowiedniej wartości logicznej na wyjściu układu przez cały czas trwania taktu.
- Automat **Mealy'ego** – wyjście układu jest funkcją stanu wewnętrznego i aktualnego stanu wejść i w tym przypadku zmiana wartości logicznej na wyjściu układu może nastąpić także w momencie zmiany wartości na wejściu układu (bez zmiany taktu).



Rysunek 2 Schemat układu synchronicznego Moore'a (Mealy'ego z przerywaną linią)

### 3) Przerzutniki synchroniczne

W ćwiczeniu wykorzystane są dwa typy przerzutników:

- Typu D 7474 (ang. Dual D-type positive-edge-triggered flip-flops)

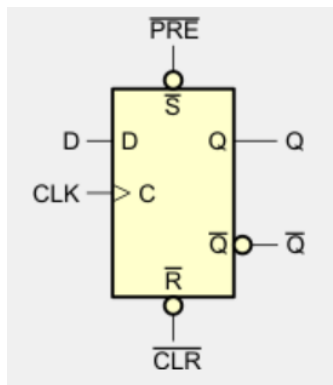


Tabela 1 Stanów przerzutnika typu D

~PRE	~CLR	CLK	D	Q	~Q
0	1	X	X	1	0
1	0	X	X	0	1
0	0	X	X	1	1
1	1	↑	1	1	0
1	1	↑	0	0	1
1	1	0	X	$Q_{n-1}$	$\sim Q_{n-1}$

- Typu JK 7476 (ang. Dual JK Master-Slave Flip-Flops with Preset and Clear)

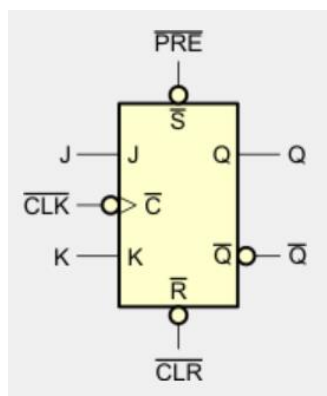


Tabela 2 Przerzutnik typu JK

~PRE	~CLR	~CLK	J	K	Q	~Q
0	1	X	X	X	1	0
1	0	X	X	X	0	1
0	0	X	X	X	1	1
1	1	↓	0	0	$Q_{n-1}$	$\sim Q_{n-1}$
1	1	↓	1	0	1	0
1	1	↓	0	1	0	1
1	1	↓	1	1	$\sim Q_{n-1}$	$Q_{n-1}$
1	1	H	X	X	$Q_{n-1}$	$\sim Q_{n-1}$

Tabela 3 Tablica wzbudzeń przerzutników

Q(t)	Q(t+1)	D	JK
0	0	0	0x
0	1	1	1x
1	0	0	x1
1	1	1	x0

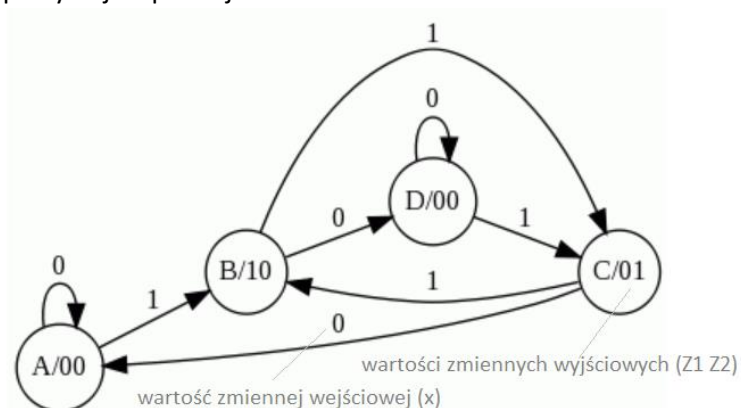
#### 4) Synteza układu Moore'a

A – stan początkowy lub po podaniu parzystej 1 i po niej 0

B – stan po podaniu nieparzystej 1

C – stan po podaniu parzystej 1

D – stan po podaniu nieparzystej 1 i po niej 0



Graf 1 Stan wejść-wyjść układu Moore'a

Tabela 4 Tablica przejść-wyjść układu Moore'a

stan \ x	0	1	Z1	Z2
A	A	B	0	0
B	D	C	1	0
C	A	B	0	1
D	D	C	0	0

Kodowanie stanów:

A = 00

B = 10

C = 01

D = 11

Na podstawie powyższego kodowania wypełnienie tabeli wejść-wyjść układu z dwoma przerzutnikami typu D:

Tabela 5 Wartości wejść-wyjść przerzutników D realizujące opisany układ

x	$Q_1 Q_2(t)$	$Q_1 Q_2(t+1)$	$D_1$	$D_2$
0	00	00	0	0
0	01	00	0	0
0	11	11	1	1
0	10	11	1	1
1	00	10	1	0
1	01	10	1	0
1	11	01	0	1
1	10	01	0	1

Tabela 6 Wartości wejść  $D_1$  i  $D_2$  przerzutników D

$D_1$			
$Q_1 Q_2 \backslash x$	0	1	
00	0	1	
01	0	1	
11	1	0	
10	1	0	

$D_2$			
$Q_1 Q_2 \backslash x$	0	1	
00	0	0	
01	0	0	
11	1	1	
10	1	1	

Po analizie tabeli nr 6 i sklejeniu obszarów jedynek można stwierdzić, że:

$$D_1 = x\overline{Q_1} + \overline{x}Q_1 = \overline{x\overline{Q_1} * \overline{x}Q_1}$$

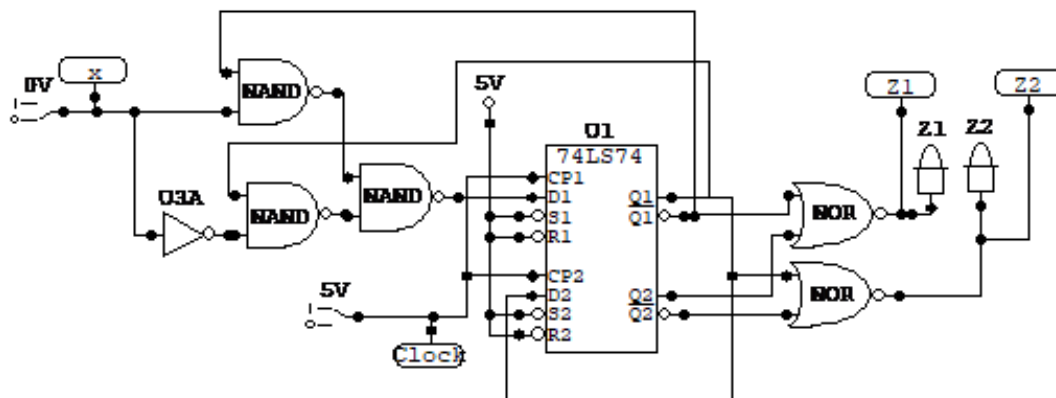
$$D_2 = Q_1$$

Tabela 7 Wartości wyjść  $Z_1$  i  $Z_2$  w zależności od wyjść przerzutników

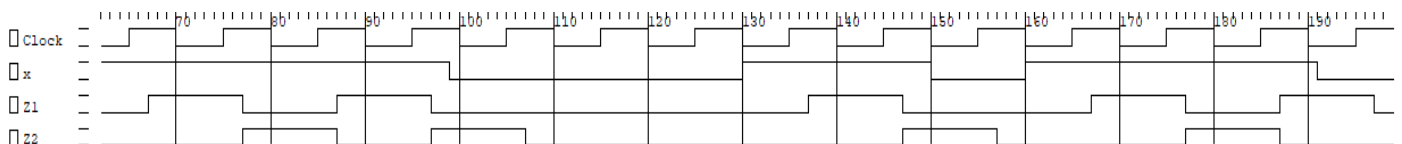
$Q_1$ $Q_2$	$\overline{Q_1}$ $\overline{Q_2}$	$Z_1$	$Z_2$
00	11	0	0
10	01	1	0
01	10	0	1
11	00	0	0

Na podstawie tabeli nr 7 można zauważyć, że aby otrzymać  $Z_1 = 1$  należy użyć bramki NOR, której wejściami będą  $Q_2$  i  $\overline{Q_1}$ , a aby otrzymać  $Z_2 = 1$  trzeba użyć bramki NOR o wejściach  $Q_1$  i  $\overline{Q_2}$ .

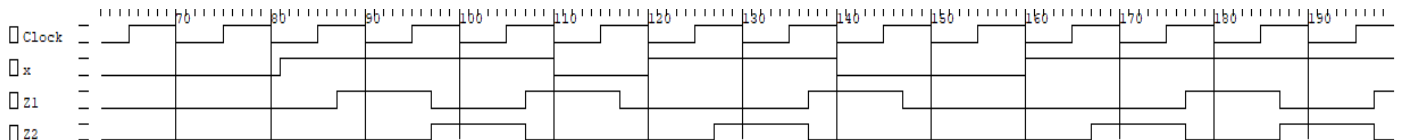
Otrzymany schemat układu:



Rysunek 3 Schemat układu Moore'a

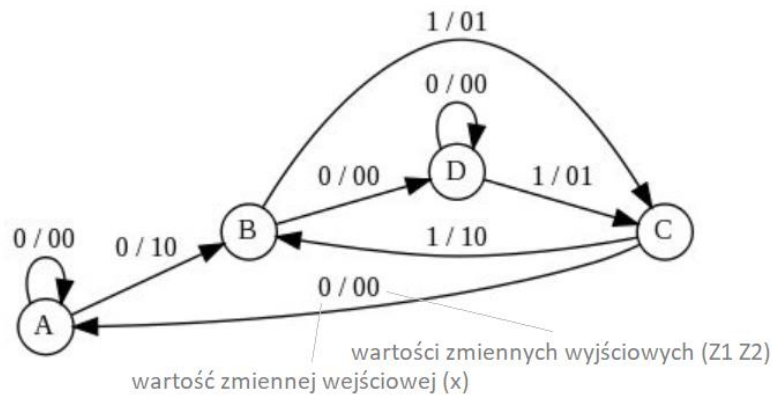


Wykres 1 Wartości logicznych wejść-wyjść układu dla sekwencji 11110001101110



Wykres 2 Wartości logicznych wejść-wyjść układu dla sekwencji 00111011001111

## 5) Synteza układu Mealy'ego

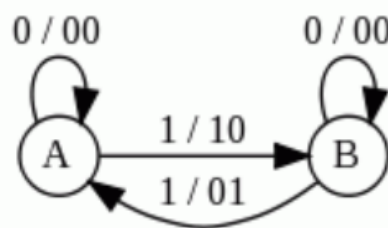


Graf 2 Stanów wejść – wyjść układu Mealy'ego

Tabela 8 Tablica stanów przejść-wyjść układu Mealy'ego

stan \ x	0	1
A	A/00	B/10
B	D/00	C/01
C	A/00	B/10
D	D/00	C/01

Można zauważyć, że stany A i C oraz B i D są ze sobą zgodne. Zredukowana tablica Mealy'ego posiada więc tylko dwa stany. Układ Mealy'ego można zrealizować za pomocą jednego przerzutnika JK.



Graf 3 Stanów przejść-wyjść układu Mealy'ego po minimalizacji

Tabela 9 Tablica zminimalizowana stanów przejść-wyjść układu Mealy'ego

stan \ x	0	1
A	A/00	B/10
B	B/00	A/01

**A** – stan po podaniu parzystej 1

**B** – stan po podaniu nieparzystej 1

Kodowanie:

A = 0

B = 1

Tabela 10 Wartości wejść-wyjść przerzutnika JK realizujące układ

x	Q(t)	Q(t+1)	J	K
0	0	0	0	x
0	1	1	x	0
1	0	1	1	x
1	1	0	x	1

Tabela 11 Wartości wejść J i K przerzutnika JK

J				K			
Q	x	0	1	Q	x	0	1
	0	0	1		0	x	x
1	x	x	x	1	0	0	1

J = x

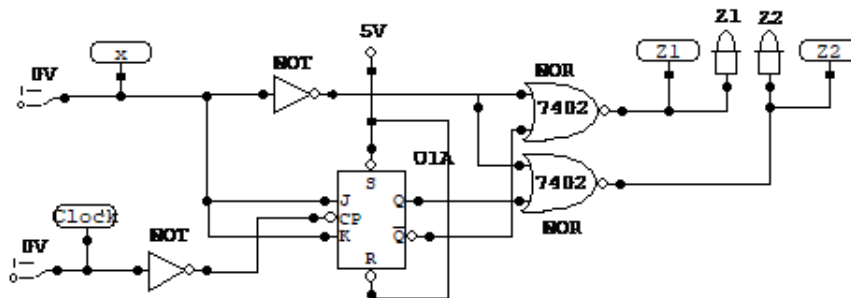
K = x

Tabela 12 Wartości wyjść Z1 i Z2 w zależności od wyjść przerzutnika

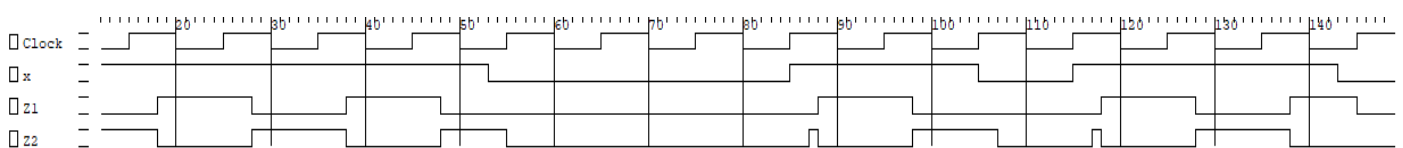
x	Q	$\bar{Q}$	Z1	Z2
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	0	1	0	1

$$Z_1 = xQ = \overline{\bar{x} + \bar{Q}}$$

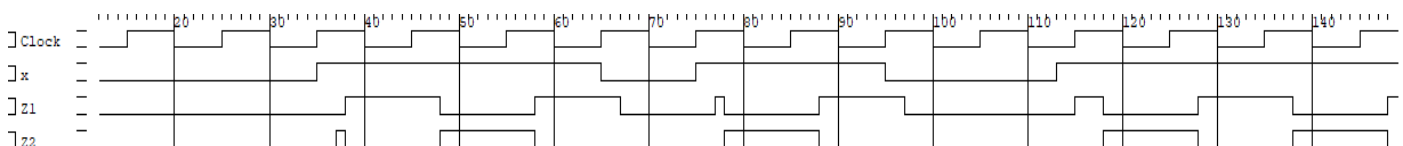
$$Z_2 = x\bar{Q} = \overline{\bar{x} + Q}$$



Rysunek 4 Schemat układu Mealy'ego



Wykres 3 Wartości logicznych wejść-wyjść układu dla sekwencji 11110001101110



Wykres 4 Wartości logicznych wejść-wyjść układu dla sekwencji 00111011001111