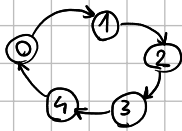


A1.

3-bitowy automat generujący cyklicznie słowa NKB modulo 5.

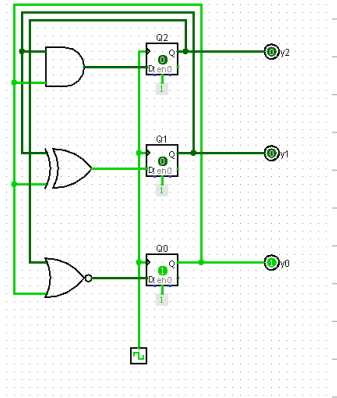
Automat ma tylko wyjście zegarowe.

Realizacja na przerzutnikach D i dodatkowych bramkach.



S	S'
0	1
1	2
2	3
3	4
4	0

Q ₂ Q ₁ Q ₀	S'
000	001
001	010
010	011
011	100
100	000



Q ₂ Q ₀	0	1
00	0	0
01	0	-
11	1	-
10	0	-

D₂

Q ₂ Q ₀	0	1
00	0	0
01	1	-
11	0	-
10	1	-

D₁

Q ₂ Q ₀	0	1
00	1	0
01	0	-
11	0	-
10	1	-

D₀

$$D_2 = Q_1 Q_0$$

$$D_1 = Q_1 \bar{Q}_0 + \bar{Q}_1 Q_0 = Q_1 \oplus Q_0$$

$$D_0 = \bar{Q}_2 \bar{Q}_0$$

$$y_2 = Q_2 \quad y_1 = Q_1 \quad y_0 = Q_0$$

A7.

3-bitowy automat generujący cyklicznie kolejne słowa U2 (ciągła od -3

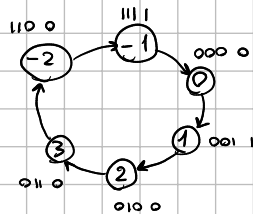
Automat sygnalizuje na dodatkowym wyjściu wartości -1 i 1.

Automat ma tylko wyjście zegarowe.

Realizacja na przerzutnikach D i dodatkowych bramkach.

-4	1	0	0
-3	1	0	1
-2	1	1	0
-1	1	1	1
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1

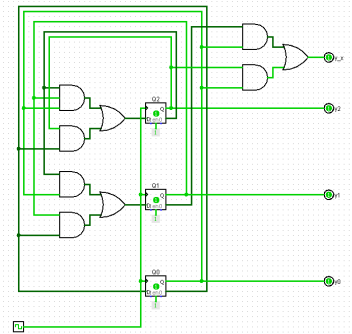
kodując stany zgodnie z U2



4 wyjścia y₂, y₁, y₀ i y_x

S	S'	y
-2	-1	0
-1	0	1
0	1	0
1	2	1
2	3	0
3	-2	0

Q ₂ Q ₁ Q ₀	S'	y
110	111	0
111	000	1
000	001	0
001	010	1
010	011	0
011	110	0



Q ₂ Q ₀	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	-	-	0	1

D₂

$$D_2 = Q_2 \bar{Q}_0 + \bar{Q}_2 Q_1 Q_0$$

Q ₂ Q ₀	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	-	-	0	1

D₁

$$D_1 = \bar{Q}_2 Q_0 + Q_1 \bar{Q}_0$$

Q ₂ Q ₀	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	-	-	0	1

D₀

$$D_0 = \bar{Q}_0$$

Q ₂ Q ₀	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	-	-	1	0

y_x

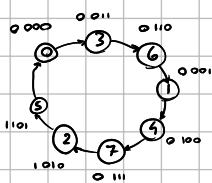
$$y_x = \bar{Q}_1 Q_0 + Q_2 Q_0$$

A3.

3-bitowy automat generujący cykliczne słowa NKB zwiększone o 3
(0, 3, 6, 1, 4, 7, 2, 5). Na danym wyjściu sygnalizuje 2 i 5

Automat ma jedno wejście zegarowe.

Realizacja na przerzutnikach D i dowolnych bramkach.



S	S'	y _x
0	3	0
1	4	0
2	5	1
3	6	0
4	7	0
5	0	1
6	1	0
7	2	0

Q ₂ Q ₁ Q ₀	S'	y _x
000	011	0
001	100	0
010	101	1
011	110	0
100	111	0
101	000	1
110	001	0
111	010	0

Q ₂	Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
0	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0

D₂

Q ₂	Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
0	1	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0

D₁

Q ₂	Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
0	1	0	0	1	1
1	1	0	0	1	1

D₀

Q ₂	Q ₁ Q ₀	00	01	11	10
0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0

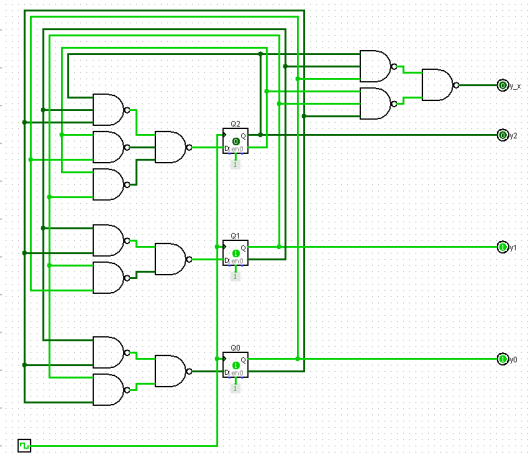
y_x

$$D_2 = Q_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + \bar{Q}_2 Q_1 Q_0 + \bar{Q}_2 Q_1$$

$$D_1 = \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + Q_1 Q_0$$

$$D_0 = \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 + Q_1 \bar{Q}_0$$

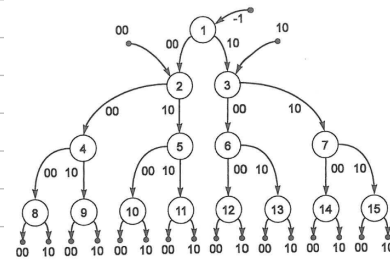
$$y = Q_2 \bar{Q}_1 Q_0 + \bar{Q}_2 Q_1 \bar{Q}_0$$



B1.

x_2	∞	01	11	10	y
5	1	2	1	3	0
2	4	1	1	5	0
3	6	1	1	7	0
4	8	1	1	9	0
5	10	1	1	11	0
6	12	1	1	13	0
7	14	1	1	15	0
8	2	1	1	3	0
9	2	1	1	3	0
10	2	1	1	3	1
11	2	1	1	3	0
12	2	1	1	3	1
13	2	1	1	3	1
14	2	1	1	3	1
15	2	1	1	3	0

Stany zgodne
 A (1, 8, 9, 11, 15)
 B (10, 12, 13, 14)



x_2	∞	01	11	10	y	
5	A	2	A	A	3	0
B	2	A	A	3	1	
2	4	A	A	5	0	
3	6	A	A	7	0	
4	A	A	A	A	0	
5	B	A	A	A	0	
6	B	A	A	B	0	
7	B	A	A	A	0	

8	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4 2,5	1,4
---	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	--------------------

Macierz przejść C (5, 7)

x_2	∞	01	11	10	y	
5	A	2	A	A	3	0
B	2	A	A	3	1	
C	B	A	A	A	0	
2	4	A	A	C	0	
3	6	A	A	C	0	
4	A	A	A	A	0	
6	B	A	A	B	0	

$x_2 \backslash Q_2 Q_1 Q_0$	00	01	11	10	y
000	010	000	000	110	0
001	010	000	000	110	1
011	001	000	000	000	0
010	111	000	000	011	0
110	101	000	000	011	0
111	000	000	000	000	0
101	001	000	000	001	0
100	—	—	—	—	—

Realizacja na D

x_2	∞	01	11	10
000	0	0	0	1
001	0	0	0	1
011	0	0	0	0
010	1	0	0	0
110	1	0	0	0
111	0	0	0	0
101	0	0	0	0
100	-	-	-	-

D_2

x_2	∞	01	11	10
000	1	0	0	0
001	1	0	0	0
011	0	0	0	0
010	1	0	0	1
110	0	0	0	1
111	0	0	0	0
101	0	0	0	1
100	-	-	-	-

D_1

x_2	∞	01	11	10
000	0	0	0	0
001	0	0	0	0
011	1	0	0	0
010	1	0	0	1
110	1	0	0	1
111	0	0	0	0
101	1	0	0	1
100	-	-	-	-

D_0

Q_2, Q_0	∞	01	11	10
0	0	1	0	0
1	-	0	0	0

y

$$D_2 = Q_2 \bar{Q}_0 \bar{x} \bar{z} + \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 x \bar{z}$$

$$D_1 = \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{x} \bar{z} + \bar{Q}_2 Q_1 \bar{Q}_0 \bar{z} + Q_2 \bar{Q}_0 x \bar{z} + Q_2 \bar{Q}_1 x \bar{z}$$

$$D_0 = \bar{Q}_2 Q_1 \bar{x} \bar{z} + Q_1 \bar{Q}_0 \bar{z} + Q_2 \bar{Q}_1 \bar{z}$$

$$y = \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0$$

Koszt: 13 bramki, 46 wejść

Realizacja na JK

x, z Q_2, Q_1, Q_0	00	01	11	10
000	0	0	0	1
001	0	0	0	1
011	0	0	0	0
010	1	0	0	0
110	-	-	-	-
111	-	-	-	-
101	-	-	-	-
100	-	-	-	-

J_2

x, z Q_2, Q_1, Q_0	00	01	11	10
000	1	0	0	1
001	1	0	0	1
011	-	-	-	-
010	-	-	-	-
110	-	-	-	-
111	-	-	-	-
101	0	0	0	0
100	-	-	-	-

J_1

x, z Q_2, Q_1, Q_0	00	01	11	10
000	0	0	0	0
001	-	-	-	-
011	-	-	-	-
010	1	0	0	1
110	1	0	0	1
111	-	-	-	-
101	-	-	-	-
100	-	-	-	-

J_0

Q_2, Q_0	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	-	0	0	0

y

$$y = \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0$$

$$J_2 = \bar{Q}_1 x \bar{z} + Q_1 \bar{Q}_0 \bar{x} \bar{z}$$

$$J_1 = \bar{Q}_2 \bar{z}$$

$$J_0 = Q_1 \bar{z}$$

$$Q_2 Q_1 Q_0 \times z$$

0	1	1	1	0
---	---	---	---	---

$$\bar{Q}_1 x \bar{z}$$

0	1	1	1	0
---	---	---	---	---

x, z Q_2, Q_1, Q_0	00	01	11	10
000	-	-	-	-
001	-	-	-	-
011	-	-	-	-
010	-	-	-	-
110	0	1	1	1
111	1	1	1	1
101	1	1	1	1
100	-	-	-	-

K_2

x, z Q_2, Q_1, Q_0	00	01	11	10
000	-	-	-	-
001	-	-	-	-
011	1	1	1	1
010	0	1	1	0
110	1	1	1	0
111	1	1	1	1
101	-	-	-	-
100	-	-	-	-

K_1

x, z Q_2, Q_1, Q_0	00	01	11	10
000	-	-	-	-
001	1	1	1	1
011	0	1	1	1
010	-	-	-	-
110	-	-	-	-
111	1	1	1	1
101	0	1	1	0
100	-	-	-	-

K_0

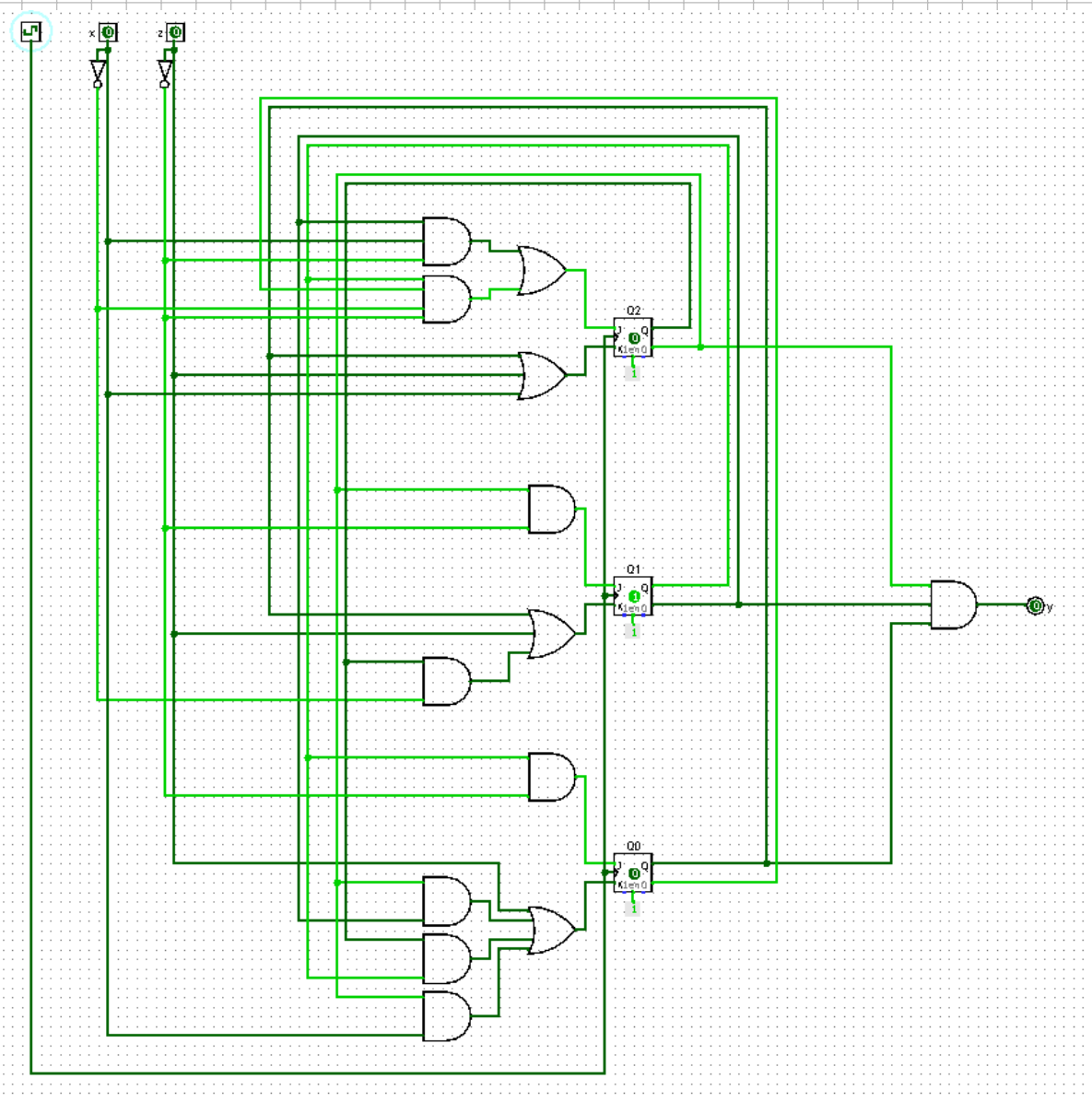
$$K_2 = Q_0 + z + x$$

$$K_1 = Q_0 + z + Q_2 \bar{x}$$

$$K_0 = z + \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 + Q_2 Q_1 + \bar{Q}_2 x$$

Koszt 13 bramki 34 wejścia

Realizacja na JK dęce modyfikacji koszt



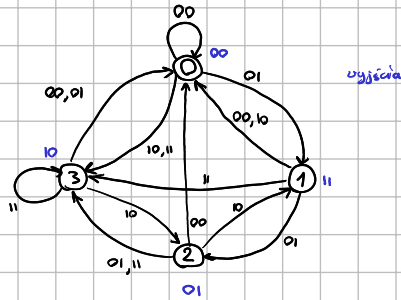
C1.

L koduje stan i vyjście automatu

x_1 i x_0 desírají operaci na L

Realizaci na prezentítkách D i multiplexerech $2 \rightarrow 1$

Stav	L_1	L_0	x_1	x_0	Operaci
0	0	0	0	0	$L = 0$
1	1	1	0	1	$L = L + 1$
2	0	1	1	0	$L = L - 1$
3	1	0	1	1	$L = 3$



$x_1 x_0$	00	01	11	10	y
0	0	1	3	3	00
1	0	2	3	0	11
2	0	3	3	1	01
3	0	0	3	2	10

$x_1 x_0$	00	01	11	10	y
00	00	11	10	10	00
11	00	01	10	00	11
01	00	10	10	11	01
10	00	00	10	01	10

$x_1 x_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	1	1	1
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

D_1

$x_1 x_0$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	0	0	1
11	0	1	0	0
10	0	0	0	1

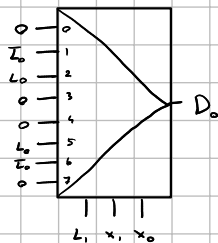
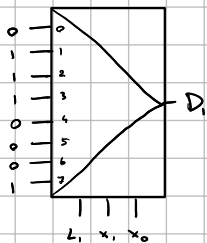
D_0

$$D_1 = \bar{L}_1 x_0 + \bar{L}_1 x_1 + x_1 x_0$$

- $L_1 \rightarrow 2$
- $L_0 \rightarrow 0$
- $x_1 \rightarrow 2$
- $x_0 \rightarrow 2$

$$D_0 = \bar{L}_1 \bar{L}_0 \bar{x}_1 x_0 + \bar{L}_1 L_0 x_1 \bar{x}_0 + L_1 L_0 \bar{x}_1 x_0 + L_1 \bar{L}_0 x_1 \bar{x}_0$$

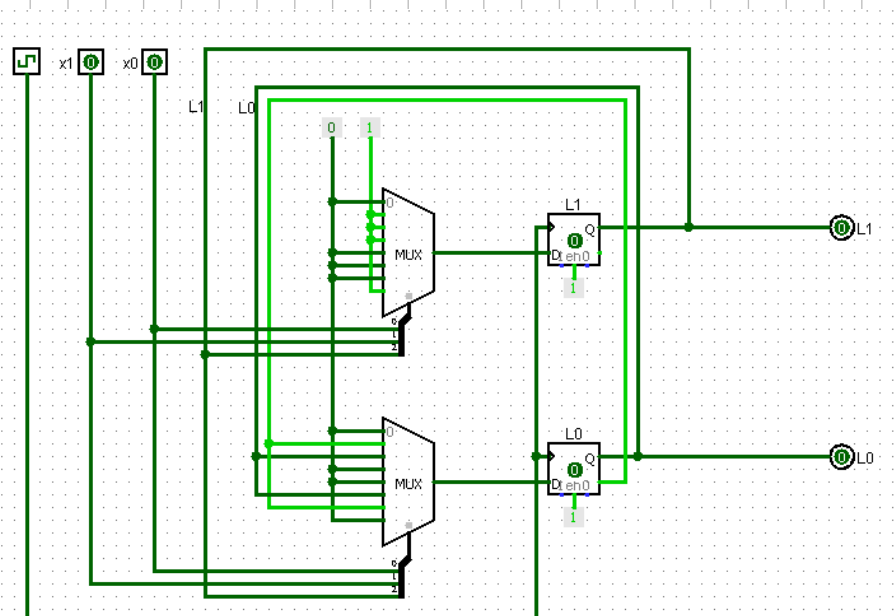
- $L_1 \rightarrow 4$
- $L_0 \rightarrow 4$
- $x_1 \rightarrow 4$
- $x_0 \rightarrow 4$



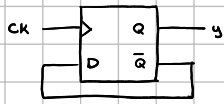
L_1	x_1	x_0	D_1
0	0	0	$1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 0$
0	0	1	$1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 = 1$
0	1	0	$1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 = 1$
0	1	1	$1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 1$
1	0	0	$0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 0$
1	0	1	$0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 0$
1	1	0	$0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 = 0$
1	1	1	$0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 1$

L_1	x_1	x_0	D_0
0	0	0	$0 + 0 + 0 + 0 = 0$
0	0	1	$\bar{L}_0 + 0 + 0 + 0 = \bar{L}_0$
0	1	0	$0 + L_0 + 0 + 0 = L_0$
0	1	1	$0 + 0 + 0 + 0 = 0$
1	0	0	$0 + 0 + 0 + 0 = 0$
1	0	1	$0 + 0 + L_0 + 0 = L_0$
1	1	0	$0 + 0 + 0 + \bar{L}_0 = \bar{L}_0$
1	1	1	$0 + 0 + 0 + 0 = 0$

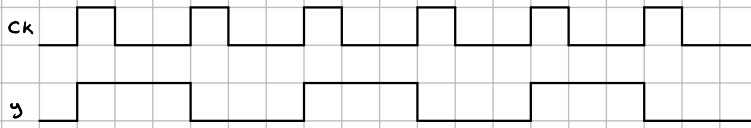
$$y, y_0 = L_1 L_0$$



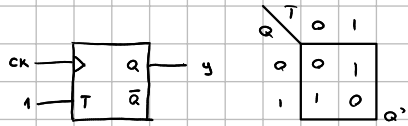
Wojściółka



Przebieg w czasie

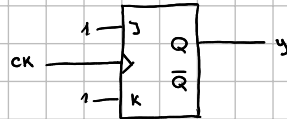


a) tak samo działający układ z T



Q	T	Q'
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

b) tak samo działający układ z JK



Q	J	K	Q'
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0