

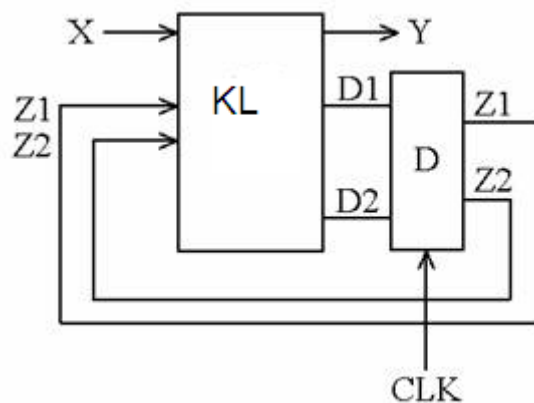
3. zadanie

SYNTÉZA SEKVENČNÝCH LOGICKÝCH OBVODOV

Navrhňte synchronný sekvenčný obvod so vstupom x a výstupom y s nasledujúcim správaním: na výstupe Y bude 1 vždy vtedy, ak sa (zo začiatočného stavu) vo vstupnej postupnosti vyskytne postupnosť **101110**. Vlastné riešenie overte progr. prostriedkami ESPRESSO a LogiSim (príp. LOG alebo FitBoard).

Úlohy:

- 1) V pamäťovej časti použite minimálny počet preklápacích obvodov **JK-PO**.
- 2) Navrhnuté B-funkcie v tvare MDNF overte programom pre ESPRESSO. Pri návrhu B-funkcií kladte dôraz na skupinovú minimalizáciu funkcií.
- 3) Optimálne riešenie (treba zhodnotiť, ktoré riešenie je lepšie a prečo) vytvorte obvod s členmi NAND (výhradne NAND, t.j. ani žiadne NOT).
- 4) Výslednú schému nakreslite v simulátore LogiSim (príp. LOG alebo FitBoard) a overte simuláciou.
- 5) Riešenie vyhodnoťte (zhodnotenie zadania, postup riešenia, vyjadrenie sa k počtu logických členov).



- X – vstupná premenná, môže ich byť viacero.
- Y – výstupná premenná, tiež ich môže byť viacero.
- $Z1, Z2, \dots$ – stavové premenné, pomocou ktorých sú kódované jednotlivé stavy.
- $D1, D2, \dots$ – budiace funkcie.
- KL – kombinačná logika (zjednodušene povedané, toto ste robili na 2. zadaní).
- D – preklápacie obvody. Pamäťová časť obvodu, vďaka nej obvod vie v akom stave sa nachádza.
- CLK - hodinový signál, ktorý synchronizuje preklápacie obvody (a “posúva” obvod do nasledujúceho stavu).

Riešenie 3. zadania

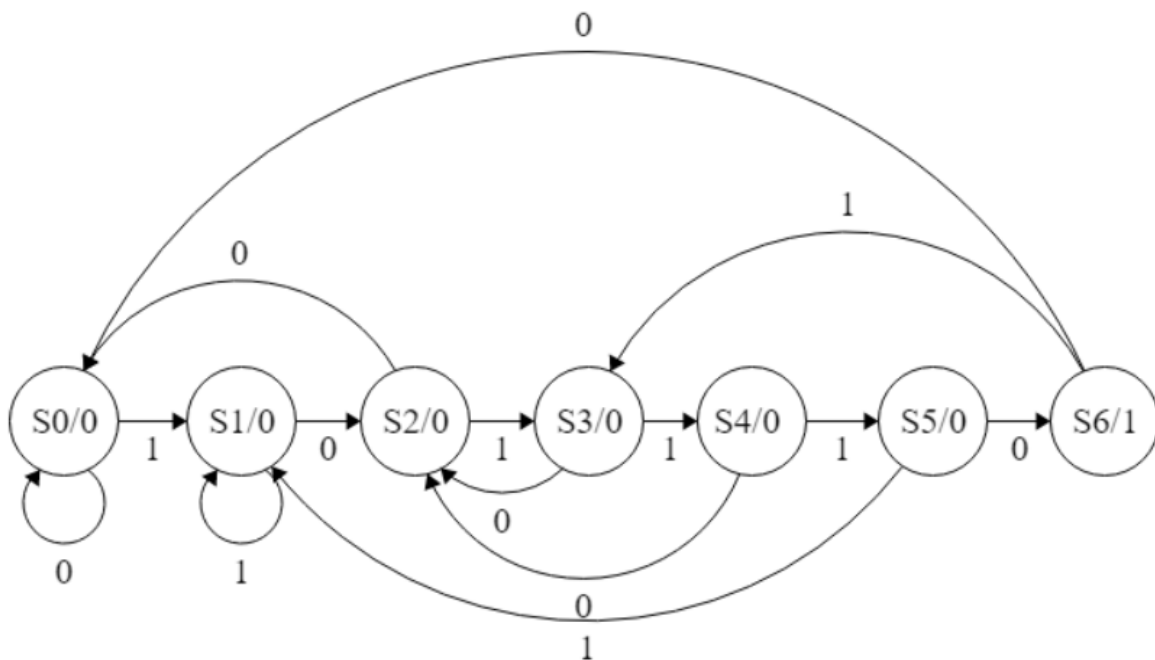
Zadaná postupnosť: **101110**

Prechodová tabuľka pre automat typu Moore

stav	Nový stav		Y	Čo je splnené?
	x=0	x=1		
S0	S0	S1	0	Nič
S1	S2	S1	0	"1"
S2	S0	S3	0	"10"
S3	S2	S4	0	"101"
S4	S2	S5	0	"1011"
S5	S6	S1	0	"10111"
S6	S0	S3	1	"101110"

Zostrojíme prechodový graf stavového automat typu Moore.

Prechodový graf typu Moore (hodnota hrany reprezentuje hodnotu vstupnej premennej):



Kódovanie stavov

		<u>z2</u>		<u>z3</u>
z1		S1	S0	S2
		S5	S6	S3
				X
				S4

Stav	$z_1 z_2 z_3$
S0	010
S1	000
S2	011
S3	111
S4	101
S5	100
S6	110

Prechodová tabuľka pre automat Moore po dosadení zakódovaných stavov

stav	Nový stav		Y
	x=0	x=1	
010	010	000	0
000	011	000	0
011	010	111	0
111	011	101	0
101	011	100	0
100	110	000	0
110	010	111	1

Budiace funkcie pre D preklápacie obvody (D-PO) a výstupná funkcia Y

		z_3		
		z_2		
X	z_1	011	010	010
		110	010	011
		000	111	101
		000	000	111
		D1, D2, D3		
		XXX		
		011		
		100		
		XXX		

		z_3		
		z_2		
X	z_1	0	0	0
		1	0	0
		0	1	1
		0	0	1
		D1		
		X		
		0		
		1		
		X		

		z_3		
		z_2		
X	z_1	1	1	1
		1	1	1
		0	1	0
		0	0	1
		D2		
		X		
		1		
		0		
		X		

z_3

		$z2$			
X	$z1$	1	0	0	X
		0	0	1	1
		0	1	1	0
		0	0	1	X
$D3$					

		$z2$		$z3$
$z1$	0	0	0	X
	0	1	0	0
$Y = z1 \cdot z2 \cdot \overline{z3}$				

Budiace funkcie pre JK preklápacie obvody (JK-PO)

$z \rightarrow Z$	J	K
0 \rightarrow 0	0	X
0 \rightarrow 1	1	X
1 \rightarrow <u>0</u>	X	<u>1</u>
1 \rightarrow <u>1</u>	X	<u>0</u>

		$Z2$		$Z3$	
X	$Z1$	0	0	0	X
		X	X	X	X
		X	X	X	X
		0	0	1	X
$J1 = Z3.X$					

		$Z2$		$Z3$
X	$Z1$	X	X	X
		0	1	1
		1	0	0
		X	X	X
$K1 = \overline{Z2} \cdot \overline{Z3} \cdot X + Z2 \cdot \overline{X} + Z3 \cdot \overline{X}$				

		$Z2$		$Z3$
X	$Z1$	1	X	X
		1	X	1
		0	X	0
		0	X	X
$J2 = \bar{X}$				

		$Z2$		$Z3$
--	--	------	--	------

		X	0	0	X
	Z1	X	0	0	X
		X	0	1	X
X		X	1	0	X

$$K2 = \overline{Z1} \cdot \overline{Z3} \cdot X + Z1 \cdot Z3 \cdot X$$

				Z3
		Z2		
		1	0	X
	Z1	0	0	X
		0	1	X
X		0	0	X

$$J3 = Z1 \cdot Z2 \cdot X + \overline{Z1} \cdot \overline{Z2} \cdot \overline{X}$$

				Z3
		Z2		
		X	X	1
	Z1	X	X	0
		X	X	0
X		X	X	0

$$K3 = \overline{Z1} \cdot \overline{X} + \overline{Z2} \cdot X$$

Espresso

Príklady vstupu a výstupu v programe espresso sa zhodovali s mnou navrhnutými skupinami.

```
# zadanie 3
.i 4
.o 6
.ilb z1 z2 z3 x
.ob j1 k1 j2 k2 j3 k3
.type fr
.p 7
0100 0--00-
0000 0-1-1-
0110 0--0-1
1110 -1-0-0
1010 -11--0
1000 -01-0-
1100 -1-00-
-----
0101 0--10-
0001 0-0-0-
0111 1--0-0
1111 -0-1-0
1011 -00--1
1001 -10-0-
1101 -0-01-
-----
.e
```

```
# zadanie 3
j1 = (z3&x);
k1 = (!z2&!z3&x) | (z2&!x) | (z3&!x);
j2 = (!x);
k2 = (!z1&!z3&x) | (z1&z3&x);
j3 = (z1&z2&x) | (!z1&!z2&!x);
k3 = (!z1&!x) | (!z2&x);
```

Prepis na NAND s využitím Shefferovej operácie:

$$J1 = Z3.X = (Z3 \uparrow X) \uparrow (Z3 \uparrow X)$$

$$\begin{aligned} K1 &= \overline{Z2.Z3.X} + Z2.\bar{X} + Z3.\bar{X} = \overline{\overline{\overline{Z2.Z3.X}}.\overline{\overline{Z2.X}}.\overline{\overline{Z3.X}}} \\ &= ((Z2 \uparrow) \uparrow (Z3 \uparrow) \uparrow X) \uparrow (Z2 \uparrow (X \uparrow)) \uparrow (Z3 \uparrow (X \uparrow)) \end{aligned}$$

$$J2 = \bar{X} = X \uparrow X$$

$$\begin{aligned} K2 &= \overline{Z1.Z3.X} + Z1.Z3.X = \overline{\overline{\overline{Z1.Z3.X}}.\overline{\overline{Z1.Z3.X}}} \\ &= ((Z1 \uparrow) \uparrow (Z3 \uparrow) \uparrow X) \uparrow (Z1 \uparrow Z3 \uparrow X) \end{aligned}$$

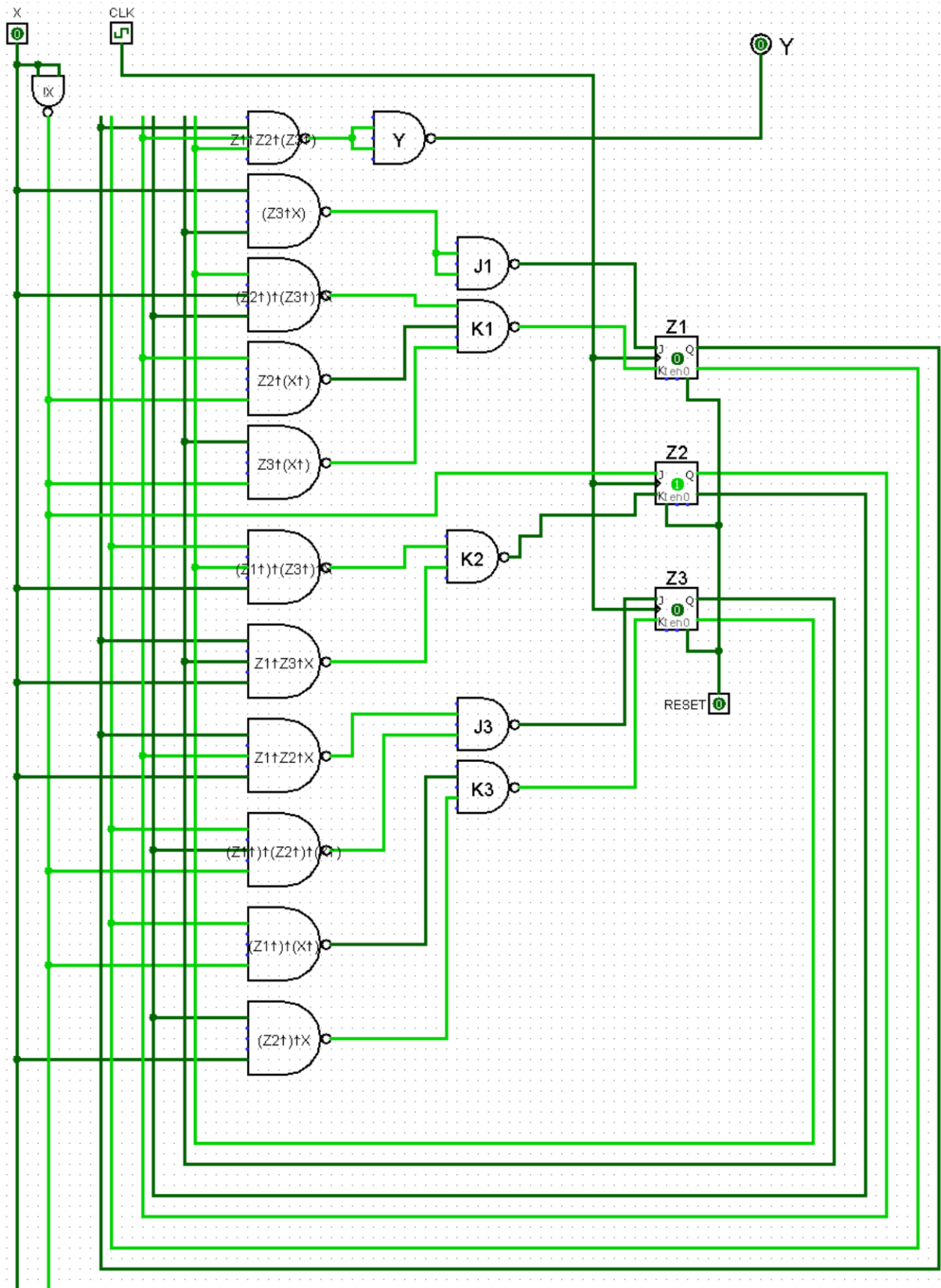
$$\begin{aligned} J3 &= Z1.Z2.X + \overline{Z1.Z2.X} = \overline{\overline{\overline{Z1.Z2.X}}.\overline{\overline{Z1.Z2.X}}} \\ &= (Z1 \uparrow Z2 \uparrow X) \uparrow ((Z1 \uparrow) \uparrow (Z2 \uparrow) \uparrow (X \uparrow)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K3 &= \overline{Z1.X} + \overline{Z2.X} = \overline{\overline{\overline{Z1.X}}.\overline{\overline{Z2.X}}} \\ &= ((Z1 \uparrow) \uparrow (X \uparrow)) \uparrow ((Z2 \uparrow) \uparrow X) \end{aligned}$$

$$Y = Z1.Z2.\overline{Z3} = (Z1 \uparrow Z2 \uparrow (Z3 \uparrow)) \uparrow (Z1 \uparrow Z2 \uparrow (Z3 \uparrow))$$

Vyjadrenie k počtu logických členov obvodu: 18 členov NAND a 3 preklápacie obvody JK.
Vyjadrenie k počtu vstupov do logických členov obvodu: 53 (41 v kombinačnej časti a 12 v pamäťovej časti).

Schéma:



Zhodnotenie

Postupoval som chronologicky, Graf som tvoril cez stránku:

https://www.cs.unc.edu/~otternes/comp455/fsm_designer/

Kódovanie stavov som sa snažil optimalizovať. Po prepise do karnaughových máp som vytvoril skupiny, ktoré som skontroloval programom Espresso.

Úlohu som overoval v programe LogiSim, kde po postupnom nastavení hodnôt 101110 v kombinácii s hodinovým signálom po celej sekvencii vyšlo Y rovné 1.

V obvode je použitých 19 členov NAND, 3 JK preklápacie obvody.