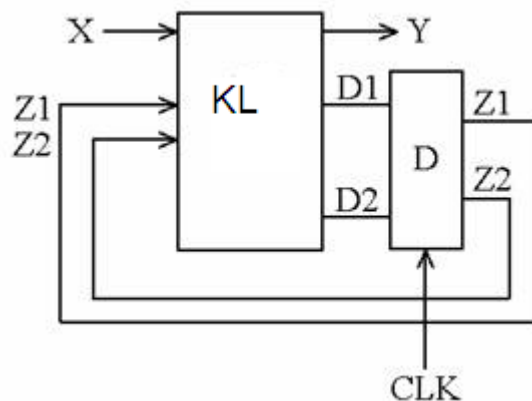


## SYNTÉZA SEKVENČNÝCH LOGICKÝCH OBVODOV

Navrhните 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 **010001** (postupnosti sa môžu prekryvať, v tomto prípade 0100010001 je možné chápať ako dve postupnosti). 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).



## Riešenie

Zadaná postupnosť: **010001**

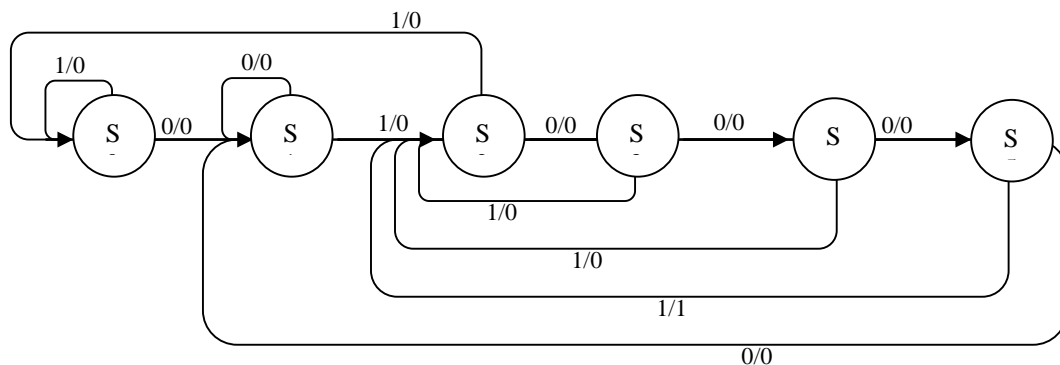
### Prechodová tabuľka pre automat Mealy

stav	Nový stav		Y		Čo je splnené?
	x=0	x=1	x=0	x=1	
S0	S1	S0	0	0	Nič
S1	S1	S2	0	0	“0”
S2	S3	S0	0	0	“01”
S3	S4	S2	0	0	“010”
S4	S5	S2	0	0	“0100”
S5	S1	S2	0	<b>1</b>	“01000”

Zostrojíme prechodový graf stavového automat typu Mealy

### Prechodový graf typu Mealy

(hodnota hrany reprezentuje hodnotu vstupnej premennej/hodnotu výstupnej premennej).



### Kódovanie stavov

z1	z2		z3	
	S0	S5	S1	X
	S2	S4	S3	X

Stav	z1z2z3
S0	000
S1	011
S2	100
S3	111
S4	110
S5	010

Prechodová tabuľka pre automat Mealy po dosadení zakódovaných stavov

stav	Nový stav		Y	
	x=0	x=1	x=0	x=1
000	011	000	0	0
011	011	100	0	0
100	111	000	0	0
111	110	100	0	0
110	010	100	0	0
010	011	100	0	<b>1</b>

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

		<u>z2</u>		<u>z3</u>
		011	011	XXX
X	z1	111	010	110
		000	100	100
		000	100	100
		000	100	XXX

D1,D2,D3

		<u>z2</u>		<u>z3</u>
		0	0	X
X	z1	1	0	1
		0	1	1
		0	1	1
		0	1	X

D1

		<u>z2</u>		<u>z3</u>
		1	1	X
X	z1	1	1	1
		0	0	0
		0	0	0
		0	0	X

D2

		<u>z2</u>		<u>z3</u>
		1	1	X
X	z1	1	0	0
		0	0	0
		0	0	0
		0	0	X

$D3$

		$z2$		$z3$	
$X$	$z1$	0	0	0	X
		0	0	0	X
		0	0	0	X
		0	1	0	X

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

### 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>

		<u>Z3</u>			
		<u>Z2</u>			
X	Z1	0	0	0	X
		X	X	X	X
		X	X	X	X
		0	1	1	X

$J1 = X.Z2$

		<u>Z2</u>		<u>Z3</u>
X	Z1	X	X	X
		0	1	0
		1	0	0
		X	X	X

$K1 = (X \cdot \overline{Z2}) + (\overline{X} \cdot Z2 \cdot \overline{Z3})$

		<u>Z3</u>	
		Z2	
X	Z1	1	X
		1	X
		0	X
		0	X

$J2 = \bar{X}$

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

$K2 = X$

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

$J3 = (\bar{X} \cdot \bar{Z1}) + (\bar{X} \cdot \bar{Z2})$

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

$K3 = X + Z1$

## Espresso

### Vstup pre ESPRESSO:

```
.i 4
.o 7
.ilb z1 z2 z3 X
.ob J1 K1 J2 K2 J3 K3 Y
.type fr
.p 12
0000 0-1-1-0
0001 0-0-0-0
0100 0--01-0
0101 1--10-1
0110 0--0-00
0111 1--1-10
1000 -01-1-0
1001 -10-0-0
1100 -1-00-0
1101 -0-10-0
1110 -0-0-10
1111 -0-1-10
.e
```

### Výstup z ESPRESSO:

```
J1 = (z2&X);
K1 = (z2&!z3&!X) | (!z2&X);
J2 = (!z2&!X);
K2 = (z2&X);
J3 = (!z1&!X) | (!z2&!X);
K3 = (z1) | (z2&X);
Y = (!z1&z2&!z3&X);
```

Riešenia sú ekvivalentné, obvod je rovnako veľký (13 logických členov) a má rovnaký počet vstupov (25). (Skupinová minimalizácia v tomto prípade nie je veľmi účinná.)

**Prepis na NAND s využitím Shefferovej operácie:**

$$\begin{aligned} J1 &= (X.Z2) \\ &= \overline{\overline{(X.Z2)} + (X.Z2)} \\ &= \overline{(X.Z2).(X.Z2)} \\ &= (X \uparrow Z2) \uparrow (X \uparrow Z2) \end{aligned}$$

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

$$J2 = (X \uparrow)$$

$$K2 = X$$

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

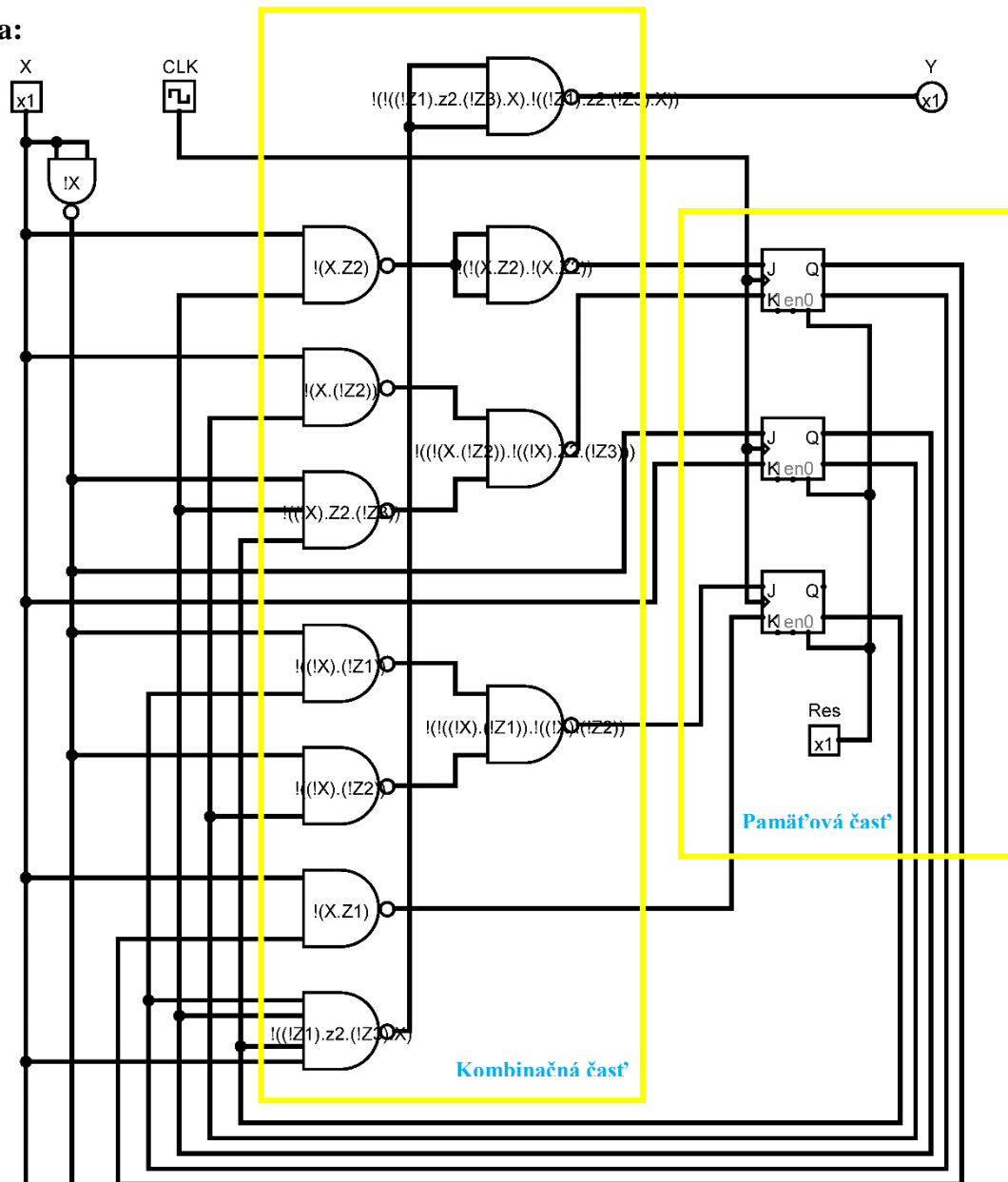
$$\begin{aligned} K3 &= X + Z1 \\ &= \overline{X.Z1} \\ &= X \uparrow Z1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= (\overline{z1}.z2.\overline{z3}.X) \\ &= \overline{\overline{(\overline{z1}.z2.\overline{z3}.X) + (\overline{z1}.z2.\overline{z3}.X)}} \\ &= \overline{(\overline{z1}.z2.\overline{z3}.X).(\overline{z1}.z2.\overline{z3}.X)} \\ &= ((Z1 \uparrow) \uparrow z2 \uparrow (Z3 \uparrow) \uparrow X) \uparrow ((Z1 \uparrow) \uparrow z2 \uparrow (Z3 \uparrow) \uparrow X) \end{aligned}$$

Vyjadrenie k počtu logických členov obvodu: 12 členov NAND a 3 preklápacie obvody JK.

Vyjadrenie k počtu vstupov do logických členov obvodu: 39 (27 v kombinačnej časti a 12 v pamäťovej časti).

### Schéma:



### Zhodnotenie

Našou úlohou bolo navrhnuť synchronný sekvenčný obvod so vstupom  $X$  a výstupom  $Y$ , pričom výstup  $Y$  bude 1 vždy vtedy, keď sa vo vstupnej postupnosti vyskytne daná postupnosť 010001. (postupnosti sa môžu prekryvať)

Zadanie sme riešili pomocou stavového automatu Mealy, takže sme zostrojili prechodovú tabuľku a graf pre automat a jednotlivé stavy sme optimálne zakódovali v dvojkovej sústave. (splnili sme 7 z 13 požiadaviek)

Do Karnaughových máp sme podľa prechodovej tabuľky zapísali výstupnú funkciu a budiace funkcie pre D preklápacie obvody (D-PO) z ktorých sme podľa určených pravidiel (uvedenej tabuľky) zostavili mapy budiacich funkcií pre JK preklápacie obvody (JK-PO).

Ondrej Harnúšek, ID: 79545  
utorok 18:00

S využitím skupinovej minimalizácie sme z máp vypísali budiace funkcie v tvare MDNF, ktoré sme overili programom ESPRESSO. Riešenia boli ekvivalentné, obvod bol rovnako veľký (13 logických členov) a mal rovnaký počet vstupov (25).

B-funkcie v tvare MDNF sme použitím pravidiel (dvojitá negácia a De Morganovo pravidlo) upravili na Shefferovu normálnu formu.

Vytvorili sme schému obvodu výhradne zo Shefferových funkcií a simuláciou sme overili správne zobrazenie postupnosti, pričom sme použili : 12 členov NAND a 3 preklápacie obvody JK, 39 vstupov (27 v kombinačnej časti a 12 v pamäťovej časti).