

Анализа и синтеза секвенцијалних прекидачких мрежа

Анализа секвенцијалне прекидачке мреже је поступак којим се на основу задате структурне шеме долази до закона функционисања у облику функција излаза и функција прелаза.

Синтеза секвенцијалне мрежа је поступак којим се на основу задатог закона функционисања долази до структурне шеме.

Постоје два типа секвенцијалних прекидачких мрежа: *Mealy*-јев тип и *Moor*-ов тип.

Секвенцијалне мреже - Вектор излаза је у сваком тренутку једнозначно одређен паром вектора X и Q , где је X вектор улаза, а $Q=Q_1Q_2...Q_k$ вектор стања мреже. Q_i је бинарни сигнал у посматраном тренутку присутан на некој унутрашњој линији мреже.

Закон функционисања:

(функција излаза)

$$Z(t)=F(X(t),Q(t)) \Leftrightarrow \begin{cases} z_1(t)=f_1(x_1(t),x_2(t),...,x_n(t),Q_1(t),...,Q_k(t)), \\ z_2(t)=f_2(x_1(t),x_2(t),...,x_n(t),Q_1(t),...,Q_k(t)), \\ \dots \\ z_m(t)=f_m(x_1(t),x_2(t),...,x_n(t),Q_1(t),...,Q_k(t)), \end{cases}$$

(функција прелаза)

$$Q(t+1)=G(X(t),Q(t)) \Leftrightarrow \begin{cases} Q_1(t)=g_1(x_1(t),x_2(t),...,x_n(t),Q_1(t),...,Q_k(t)), \\ Q_2(t)=g_2(x_1(t),x_2(t),...,x_n(t),Q_1(t),...,Q_k(t)), \\ \dots \\ Q_k(t)=g_m(x_1(t),x_2(t),...,x_n(t),Q_1(t),...,Q_k(t)), \end{cases}$$

t - тренутак када почиње промена стања (**садашњи тренутак**)

$t+1$ - тренутак када је завршена промена стања ($t+\tau$) (**следећи**)

$Q(t)$ - **садашње стање**

$Q(t+1)$ - **следеће стање**

Ако за неки пар (X,Q) важи: $Q(t+1)=Q(t)$; стање Q је **стабилно** за X

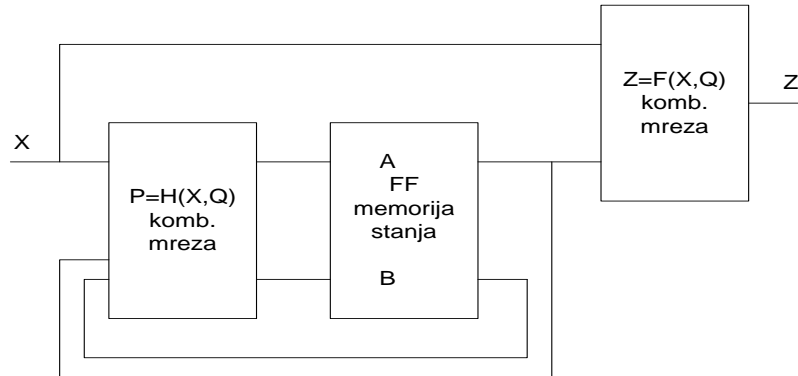
Сматрамо да се у **дискретним тренуцима** мења улазни вектор.

Секвенцијална мрежа **памти предисторију (има меморију)** јер излазни вектор у тренутку t_i зависи од улазних вектора у тренуцима t_1, t_2, \dots, t_{i-1} тренутног улазног вектора.

Mealy-ева секвенцијална мрежа - Вектор излаза Z зависи од стања Q и вектора улаза X

Moore-ова секвенцијална мрежа - Вектор излаза Z у тренутку t_i зависи само од стања Q у коме се мрежа налази: $Z(t)=F(Q(t))$

Канонички (*Huffman-Moorov*) модел секвенцијалне мреже



Z - вектор излаза $Z=F(X,Q)$ - функција излаза

P - вектор побуде $P=H(X,Q)$ - функција побуде

Q - вектор стања $Q(t+1)=G(X,Q)$ - функција прелаза

X - вектор улаза

A/B флип флоп може бити било који од флип флопова (типа D, T, RS или JK)

Анализа секвенцијалних мрежа

Анализа се обавља у два корака:

1. Одреди се функције побуде и функције излаза анализом одговарајућих комбинационих мрежа;
2. Одреди се функције прелаза уврштавањем функција побуде у функције прелаза одговарајућих флип-флопова.

2) одреде се функције прелаза уврштавањем функција побуде у функције прелаза одговарајућих флип-флопова:

$$Q_1(t+1) = J_1 \cdot \overline{Q_1} + \overline{K_1} \cdot Q_1 = (\overline{x} + Q_2) \cdot \overline{Q_1} + \overline{x} \cdot Q_1$$

$$Q_2(t+1) = J_2 \cdot \overline{Q_2} + \overline{K_2} \cdot Q_2 = (x + Q_1) \cdot \overline{Q_2} + (x + Q_1) \cdot (\overline{x} + \overline{Q_1}) \cdot Q_2$$

Овиме смо добили коначно решење и за прелаз мреже. Да бисмо нацртали таблицу прелаза/излаза ове мреже, треба да средимо изразе за функцију прелаза у погоднији облик (ДНФ или КНФ).

$$Q_1(t+1) = (\overline{x} + Q_2) \cdot \overline{Q_1} + \overline{x} \cdot Q_1 = \overline{x} \cdot \overline{Q_1} + \overline{Q_1} \cdot Q_2 + x \cdot Q_1$$

$$Q_2(t+1) = (x + Q_1) \cdot \overline{Q_2} + (x + Q_1) \cdot (\overline{x} + \overline{Q_1}) \cdot Q_2 = x \cdot \overline{Q_2} + Q_1 \cdot \overline{Q_2} + ((x + Q_1) + (\overline{x} + \overline{Q_1})) \cdot Q_2 =$$

$$= x \cdot \overline{Q_2} + Q_1 \cdot \overline{Q_2} + (\overline{x} \cdot \overline{Q_1} + x \cdot Q_1) \cdot Q_2 = x \cdot \overline{Q_2} + Q_1 \cdot \overline{Q_2} + \overline{x} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_2 + x \cdot Q_1 \cdot Q_2$$

Сада можемо нацртати таблицу прелаза/излаза. Таблицу можемо попунити на два различита начина. Први начин попуњавања таблице је да све могуће комбинације улазног вектора и вектора стања заменимо у изразе за z , $Q_1(t+1)$ и $Q_2(t+1)$ и попуњимо одговарајућа места у табели добијеним резултатима. Други начин попуњавања таблице подразумева да улазни вектор посматрамо са координатама у редоследу xQ_1Q_2 . Пошто имамо изразе за функцију излаза и функције прелаза у облику ДНФ, можемо да одредимо скуп кубова на којима свака од функција има вредност један, а затим на основу тога и скуп вектора на којима свака од функција има вредност један.

$$Q_1(1) = \{00X, X01, 11X\} = \{000, 001, 001, 101, 110, 111\} = \{000, 001, 101, 110, 111\}$$

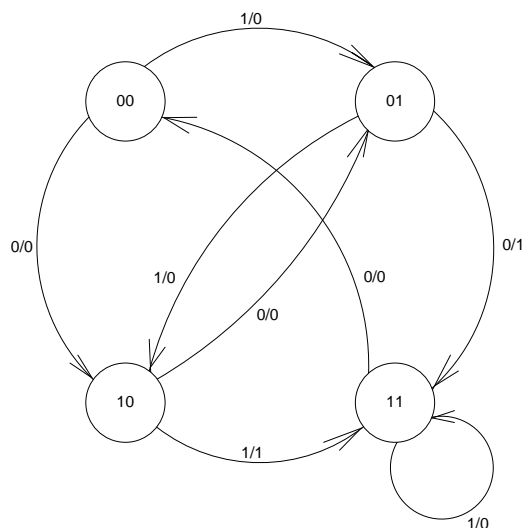
$$Q_2(1) = \{1X0, X10, 001, 111\} = \{100, 110, 010, 110, 001, 111\} = \{001, 010, 100, 110, 111\}$$

$$z = \{001, 110\}$$

Овиме смо одредили векторе у табели на којима ће функција излаза, односно функције прелаза, имати вредност један, док ће на свим осталим векторима имати вредност нула.

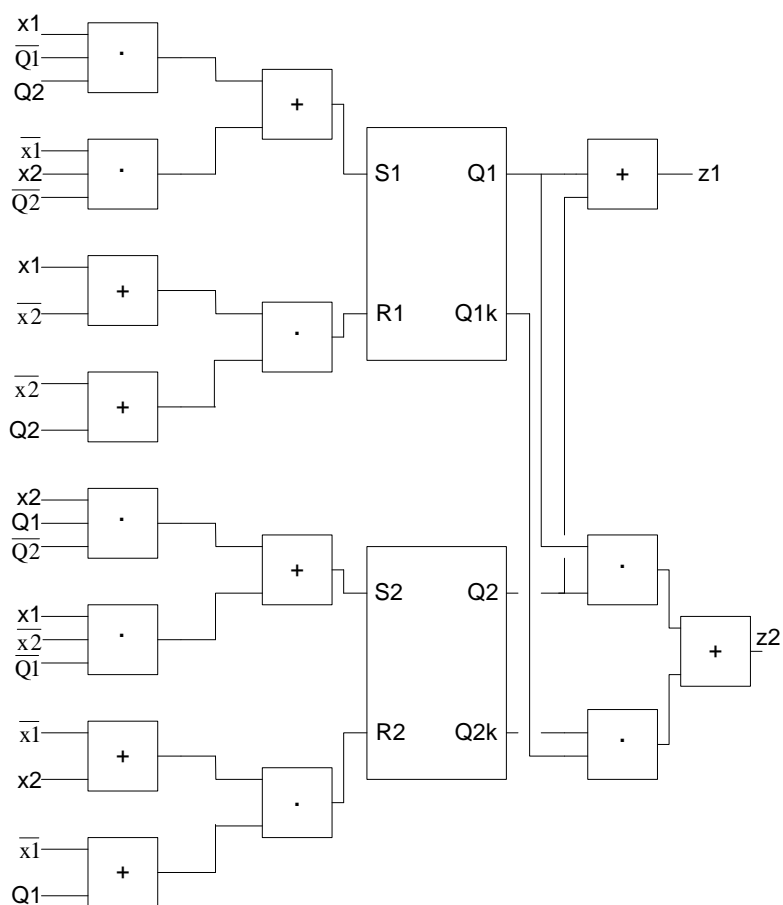
Q \ x	0	1
00	10/0	01/0
01	11/1	10/0
10	01/0	11/1
11	00/0	11/0

На основу таблице прелаза/излаза, једноставно је нацртати граф прелаза/излаза. Цртамо стања из колоне Q из таблице. Затим означавамо прелазе из сваког стања за све могуће вредности улазног вектора. Пошто се ради о мрежи *Mealy*-јевог типа, на сваком прелазу поред вредности улазног вектора која доводи до прелаза, пишемо и вредност излаза у случају тог прелаза.



ЗАДАТАК 44

Одредити таблицу и граф прелаза/излаза синхроне секвенцијалне прекидачке мреже са слике:



За реализацију мреже су коришћени RS флип флопови код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

РЕШЕЊЕ

У задатку се тражи да се одреди таблица и граф прелаза/излаза синхроне секвенцијалне прекидачке мреже дате на слици. Поступак анализе секвенцијалних мрежа састоји се из два корака:

1) одреде се функције побуде и функције излаза анализом одговарајућих комбинационих мрежа побуде, односно излаза, респективно.

а) функције побуде:

$$S_1 = x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{Q}_2$$

$$R_1 = (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_2 + Q_2)$$

$$S_2 = x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{Q}_1$$

$$R_2 = (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + Q_1)$$

б) функције излаза:

$$z_1 = Q_1 + Q_2$$

$$z_2 = Q_1 \cdot Q_2 + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2$$

Функција излаза коју смо добили представља коначно решење за излаз мреже. На основу функције излаза можемо закључити да је у питању *Moog*-ова мрежа. Функцију побуде ћемо искористити у кораку 2 како би одредили функцију прелаза.

2) одреде се функције прелаза уврштавањем функција побуде у функције прелаза одговарајућих флип-флопова:

$$Q_1(t+1) = S_1 + \bar{R}_1 \cdot Q_1 = x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{Q}_2 + \overline{(x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_2 + Q_2)} \cdot Q_1$$

$$Q_2(t+1) = S_2 + \bar{R}_2 \cdot Q_2 = x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{Q}_1 + \overline{(\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + Q_1)} \cdot Q_2$$

Овиме смо добили коначно решење и за прелаз мреже. Да бисмо нацртали таблицу прелаза/излаза ове мреже, треба да средимо изразе за функцију прелаза у погоднији облик (ДНФ или КНФ).

$$Q_1(t+1) = x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{Q}_2 + \overline{(x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_2 + Q_2)} \cdot Q_1 = x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{Q}_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot Q_1 + x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2$$

$$Q_2(t+1) = x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{Q}_1 + \overline{(\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + Q_1)} \cdot Q_2 = x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{Q}_1 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot Q_2 + x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2$$

Сада можемо нацртати таблицу прелаза/излаза. Таблицу можемо попунити на два различита начина. Први начин попуњавања таблице је да све могуће комбинације улазног вектора и вектора стања заменимо у изразе за z_1 , z_2 , $Q_1(t+1)$ и $Q_2(t+1)$ и попунимо одговарајућа места у табели добијеним резултатима. Други начин попуњавања таблице подразумева да улазни вектор посматрамо са координатама у редоследу $x_1 x_2 Q_1 Q_2$. Пошто имамо изразе за функције излаза и функције прелаза у облику ДНФ, можемо да одредимо скуп кубова на којима свака од функција има вредност један, а затим на основу тога и скуп вектора на којима свака од функција има вредност један.

$$Q_1(1) = \{ 1X01, 01X0, 011X, X110 \} = \{ 0100, 0110, 0111, 1001, 1101, 1110 \}$$

$$Q_2(1) = \{ X110, 100X, 10X1, 1X01 \} = \{ 0110, 1000, 1001, 1011, 1101, 1110 \}$$

$$z_1(1) = \{ XX1X, XXX1 \} = \{ 0001, 0010, 0011, 0101, 0110, 0111, 1001, 1010, 1011, 1101, 1110, 1111 \}$$

$$z_2(1) = \{ XX11, XX00 \} = \{ 0000, 0011, 0100, 0111, 1000, 1011, 1100, 1111 \}$$

Пошто се ради о RS флип флоповима у мрежи, треба узети у обзир да S и R никада не би требало да буду активни у исто време и то представља недефинисано стање мреже.

$$\begin{aligned} S_1 \cdot R_1 &= (x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{Q}_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_2 + Q_2) \\ &= (x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{Q}_2) \cdot (x_1 \cdot Q_2 + \bar{x}_2) = x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot x_1 \cdot Q_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{Q}_2 \cdot x_1 \cdot Q_2 + x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{x}_2 \\ &= x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 + x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x}_2 = x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \\ S_2 \cdot R_2 &= (x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{Q}_1) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + Q_1) \\ &= (x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{Q}_1) (\bar{x}_1 + x_2 \cdot Q_1) = \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + \bar{x}_1 \cdot x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{Q}_1 + x_2 \cdot Q_1 \cdot x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + x_2 \cdot Q_1 \cdot x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{Q}_1 \\ &= \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 = x_2 \cdot Q_1 \cdot \bar{Q}_2 \end{aligned}$$

Сада можемо да одредимо и скупове кубова на којима функције прелаза имају недефинисану вредност, а затим и скупове вектора.

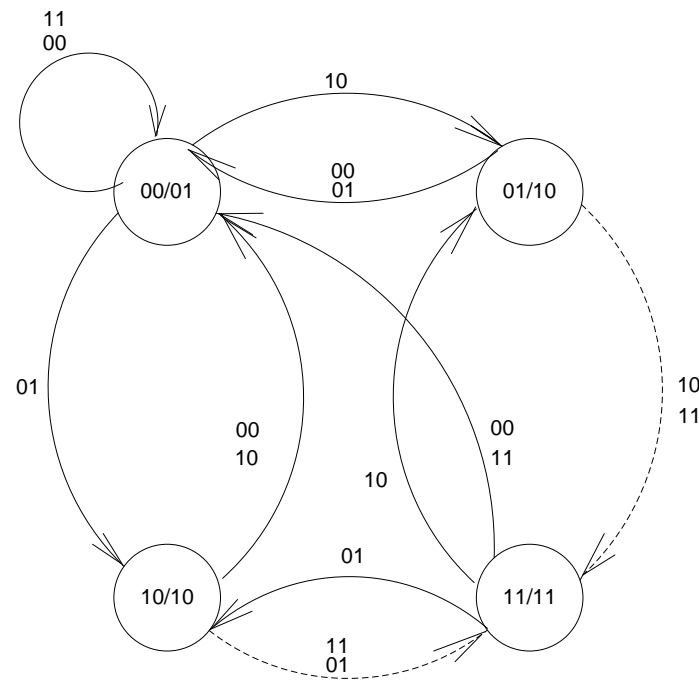
$$Q_1(b) = \{ 1X01 \} = \{ 1001, 1101 \}$$

$$Q_2(b) = \{ X110 \} = \{ 0110, 1110 \}$$

Овиме смо одредили векторе у табели на којима ће функције излаза, односно функције прелаза, имати вредност један, као и недефинисану вредност, док ће на свим осталим векторима имати вредност нула.

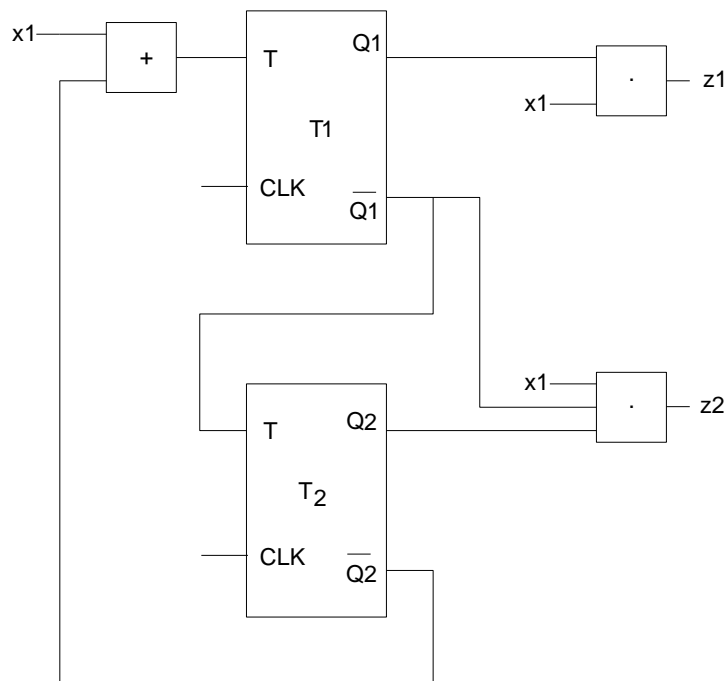
Q/Z \ X	00	01	10	11
00/01	00	10	01	00
01/10	00	00	b1	b1
10/10	00	1b	00	1b
11/11	00	10	01	00

На основу таблице прелаза/излаза, једноставно је нацртати граф прелаза/излаза. Цртамо стања из колоне Q из таблице. Затим означавамо прелазе из сваког стања за све могуће вредности улазног вектора. Пошто се ради о мрежи *Moor*-овог типа, сваком стању придружена је одговарајућа вредност излаза. Испрекиданом линијом су приказани прелазу у случају када имамо да је нека од функција прелаза недефинисана на том вектору. Изабран је прелаз који одговара вредности функције прелаза на том вектору, али треба имати на уму, да је то ситуација у којој не можемо бити сигурни која вредност ће се појавити на излазу флип флопа.



ЗАДАТАК 45

Одредити таблицу и граф прелаза/излаза синхроне секвенцијалне прекидачке мреже са слике:



За реализацију мреже су коришћени Т флип флопови код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

РЕШЕЊЕ

У задатку се тражи да се одреди таблица и граф прелаза/излаза синхроне секвенцијалне прекидачке мреже дате на слици. Поступак анализе секвенцијалних мрежа састоји се из два корака:

1) одреде се функције побуде и функције излаза анализом одговарајућих комбинационих мрежа побуде, односно излаза, респективно.

а) функције побуде:

$$T_1 = x_1 + \bar{Q}_2$$

$$T_2 = \bar{Q}_1$$

б) функције излаза:

$$z_1 = x_1 \cdot Q_1$$

$$z_2 = x_1 \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2$$

Функције излаза које смо добили представљају коначно решење за излаз мреже. На основу функција излаза можемо закључити да је у питању *Mealy*-јева мрежа. Функцију побуде ћемо искористити у кораку 2 како би одредили функцију прелаза.

2) одреде се функције прелаза уврштавањем функција побуде у функције прелаза одговарајућих флип-флопова:

$$Q_1(t+1) = T_1 \cdot \bar{Q}_1 + \bar{T}_1 \cdot Q_1 = (x_1 + \bar{Q}_2) \cdot \bar{Q}_1 + \overline{(x_1 + \bar{Q}_2)} \cdot Q_1$$

$$Q_2(t+1) = T_2 \cdot \bar{Q}_2 + \bar{T}_2 \cdot Q_2 = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 + \bar{\bar{Q}_1} \cdot Q_2$$

Овиме смо добили коначно решење и за прелаз мреже. Да бисмо нацртали таблицу прелаза/излаза ове мреже, треба да средимо изразе за функцију прелаза у погоднији облик (ДНФ или КНФ).

$$Q_1(t+1) = (x_1 + \bar{Q}_2) \cdot \bar{Q}_1 + \overline{(x_1 + \bar{Q}_2)} \cdot Q_1 = x_1 \cdot \bar{Q}_1 + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 + \bar{x}_1 \cdot Q_1 \cdot Q_2$$

$$Q_2(t+1) = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 + \bar{\bar{Q}_1} \cdot Q_2 = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 + Q_1 \cdot Q_2$$

Сада можемо нацртати таблицу прелаза/излаза. Таблицу можемо попунити на два различита начина. Први начин попуњавања таблице је да све могуће комбинације улазног вектора и вектора стања заменимо у изразе за z_1 , z_2 , $Q_1(t+1)$ и $Q_2(t+1)$ и попунимо одговарајућа места у табели добијеним резултатима. Други начин попуњавања таблице подразумева да улазни вектор посматрамо са координатама у редоследу $x_1 Q_1 Q_2$. Пошто имамо изразе за функције излаза и функције прелаза у облику ДНФ, можемо да одредимо скуп кубова на којима свака од функција има вредност један, а затим на основу тога и скуп вектора на којима свака од функција има вредност један.

$$Q_1(1) = \{10X, X00, 011\} = \{000, 011, 100, 101\}$$

$$Q_2(1) = \{X00, X11\} = \{000, 011, 100, 111\}$$

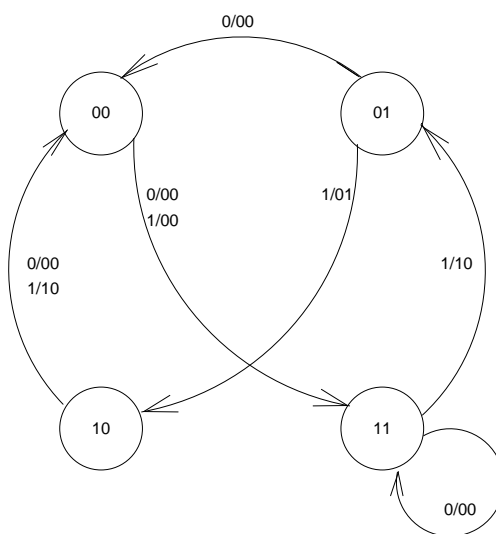
$$z_1 = \{11X\} = \{110, 111\}$$

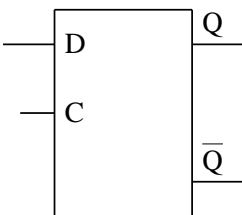
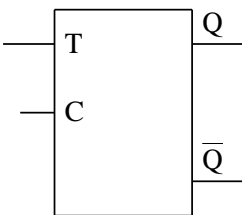
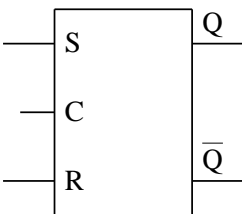
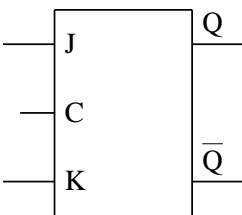
$$z_2 = \{101\}$$

Овиме смо одредили векторе у табели на којима ће функције излаза, односно функције прелаза, имати вредност један, док ће на свим осталим векторима имати вредност нула.

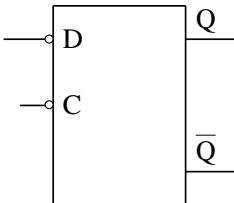
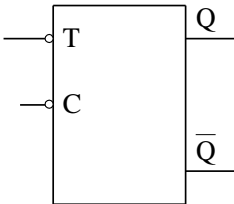
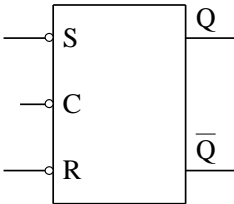
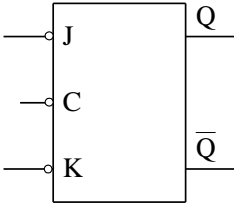
Q \ X	0	1
00	11/00	11/00
01	00/00	10/01
10	00/00	00/10
11	11/00	01/10

На основу таблице прелаза/излаза, једноставно је нацртати граф прелаза/излаза. Цртамо стања из колоне Q из таблице. Затим означавамо прелазе из сваког стања за све могуће вредности улазног вектора. Пошто се ради о мрежи *Mealy*-јевог типа, на сваком прелазу поред вредности улазног вектора која доводи до прелаза, пишемо и вредност излаза у случају тог прелаза.



ZAKON FUNKCIONISANJA	GRAFICKI SIMBOL	NAZIV															
<div>$Q(t+1) = D$</div> <div><table><tr><th>D</th><th>Q(t+1)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table></div>	D	Q(t+1)	0	0	1	1		D FF									
D	Q(t+1)																
0	0																
1	1																
<div>$Q(t+1) = T\overline{Q} + \overline{T}Q$</div> <div><table><tr><th>T</th><th>Q(t+1)</th></tr><tr><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>1</td><td>\overline{Q}</td></tr></table></div>	T	Q(t+1)	0	Q	1	\overline{Q}		T FF									
T	Q(t+1)																
0	Q																
1	\overline{Q}																
<div>$Q(t+1) = S + \overline{R}Q$ SR = 0</div> <div><table><tr><th>R</th><th>S</th><th>Q(t+1)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>?</td></tr></table></div>	R	S	Q(t+1)	0	0	Q	0	1	1	1	0	0	1	1	?		RS FF
R	S	Q(t+1)															
0	0	Q															
0	1	1															
1	0	0															
1	1	?															
<div>$Q(t+1) = J\overline{Q} + \overline{K}Q$</div> <div><table><tr><th>J</th><th>K</th><th>Q(t+1)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>\overline{Q}</td></tr></table></div>	J	K	Q(t+1)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	\overline{Q}		JK FF
J	K	Q(t+1)															
0	0	Q															
0	1	0															
1	0	1															
1	1	\overline{Q}															

Тактовани флип-флопови код којих је 1 активна вредности улазних сигнала

ZAKON FUNKCIONISANJA	GRAFICKI SIMBOL	NAZIV															
$Q(t+1) = \overline{D}$ <table><tr><th>D</th><th>Q(t+1)</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	D	Q(t+1)	0	1	1	0		D FF									
D	Q(t+1)																
0	1																
1	0																
$Q(t+1) = \overline{T}\overline{Q} + TQ$ <table><tr><th>T</th><th>Q(t+1)</th></tr><tr><td>0</td><td>\overline{Q}</td></tr><tr><td>1</td><td>Q</td></tr></table>	T	Q(t+1)	0	\overline{Q}	1	Q		T FF									
T	Q(t+1)																
0	\overline{Q}																
1	Q																
$Q(t+1) = \overline{S} + RQ$ $S + R = 1$ <table><tr><th>R</th><th>S</th><th>Q(t+1)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>?</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>Q</td></tr></table>	R	S	Q(t+1)	0	0	?	0	1	0	1	0	1	1	1	Q		RS FF
R	S	Q(t+1)															
0	0	?															
0	1	0															
1	0	1															
1	1	Q															
$Q(t+1) = \overline{J}\overline{Q} + KQ$ <table><tr><th>J</th><th>K</th><th>Q(t+1)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>\overline{Q}</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>Q</td></tr></table>	J	K	Q(t+1)	0	0	\overline{Q}	0	1	1	1	0	0	1	1	Q		JK FF
J	K	Q(t+1)															
0	0	\overline{Q}															
0	1	1															
1	0	0															
1	1	Q															

Тактовани флип-флопови код којих је 0 активна вредности улазних сигнала

Q	Q(t+1)	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Q	Q(t+1)	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Q	Q(t+1)	R	S
0	0	b	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	b

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

Таблице побуда флип-флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала

Q	Q(t+1)	D
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Q	Q(t+1)	T
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Q	Q(t+1)	R	S
0	0	b	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	1	b

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

Таблице побуда флип-флопова код којих је 0 активна вредност улазних сигнала

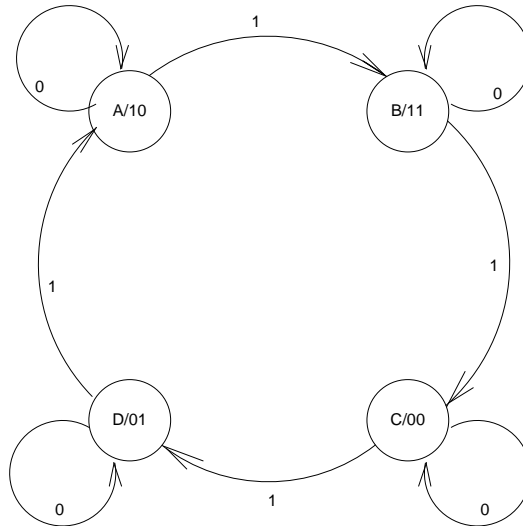
Синтеза секвенцијалних мрежа

Синтеза секвенцијалне мреже се обавља у четири корака:

1. Конструкција графа стања и таблице стања;
2. Кодирање стања и конструкција таблице прелаза/излаза;
3. Избор типа флип-флопа и логичких елемената и одређивање функција излаза и побуда флип-флопова;
4. Синтеза комбинационе мреже која реализује функције побуда флип-флопова и излаза секвенцијалне мреже.

ЗАДАТАК 46

Конструисати структурну шему тактоване секвенцијалне мреже задате графом стања, која има један улазни сигнал x и два излазна сигнала z_1 и z_2 , помоћу JK флип-флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.



РЕШЕЊЕ

Анализом графа стања, можемо да закључимо да се ради о секвенцијалној мрежи *Moog*-овог типа, која има четири стања, два улазна вектора и четири излазна вектора који се реализују флип-флоповима стања Q_1 и Q_2 , улазним сигналом x и излазним сигналимa z_1 и z_2 , респективно. На основу графа стања цртамо таблицу стања.

$Q \backslash x$	0	1	Z
A	A	B	10
B	B	C	11
C	C	D	00
D	D	A	01

Након цртања таблице стања, треба кодирати стања мреже. Због тога што се у задатку тражи мрежа са што мање елемената, стања треба кодирати тако да се при преласку из стања у стање мења што је могуће мањи број координата вектора стања. Због тога стања кодирамо на следећи начин: $A = 00$, $B = 01$, $C = 11$, $D = 10$. Након тога можемо нацртати таблицу прелаза/излаза, тако што у таблицу стања уместо симболичких ознака стања, мењамо бинарне кодне вредности стања.

Q \ X	0	1	Z
00	00	01	10
01	01	11	11
11	11	10	00
10	10	00	01

Како се ради о мрежи *Moor*-овог типа, код које излаз зависи само од стања мреже, можемо да одредимо прекидачке функције које описују функцију излаза. То можемо урадити на више различитих начина, као што је то било показано у ранијим задацима. Пошто је таблица једноставна, можемо директно из ње уочити, да сигнал z_1 има вредност један на местима на којима сигнал Q_1 има вредност нула и обрнуто. Затим можемо закључити да сигнал z_2 има вредност један на местима на којима сигнали Q_1 и Q_2 имају различите вредности, односно има вредност нула на местима на којима сигнали Q_1 и Q_2 имају исте вредности (ексклузивно ИЛИ). На основу тога добијамо изразе за функцију излаза.

$$z_1 = \overline{Q_1}$$

$$z_2 = Q_1 \oplus Q_2$$

Сада је потребно још одредити функције побуда, како би било могуће реализовати шему. Да бисмо ово могли да урадимо, морамо најпре на основу таблице прелаза/излаза нацртати комбинациону таблицу прелаза. Узимамо да нам се улаз састоји од вектора улаза X и вектора стања $Q(t)$. У нашем случају X има један бит, а $Q(t)$ два бита, тако да имамо вектор од три бита, што значи да имамо осам различитих вредности, па ће таблица имати осам редова. За сваку комбинацију X и $Q(t)$ из таблице прелаза/излаза преписујемо која вредност се добија за $Q(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза.

X	Q(t)	Q(t+1)
0	00	00
0	01	01
0	10	10
0	11	11
1	00	01
1	01	11
1	10	00
1	11	10

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити JK флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде JK флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

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

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за JK флип флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо. Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде JK флип флопа да добијемо J_1K_1 и J_2K_2 за

сваки прелаз из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

X	Q(t)	Q(t+1)	J ₁	K ₁	J ₂	K ₂
0	00	00	0	b	0	b
0	01	01	0	b	b	0
0	10	10	b	0	0	b
0	11	11	b	0	b	0
1	00	01	0	b	1	b
1	01	11	1	b	b	0
1	10	00	b	1	0	b
1	11	10	b	0	b	1

Сада сваки од сигнала J_1 , K_1 , J_2 и K_2 посматрамо као функцију која зависи од три променљиве xQ_1Q_2 . Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено. У овом случају бирамо да урадимо минимизацију помоћу Карноових карата и добијемо минималну ДНФ, јер се тражи да употребимо што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

J₁

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

$J_1 = xQ_2$

K₁

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

$K_1 = x\overline{Q_2}$

J₂

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

$J_2 = x\overline{Q_1}$

K₂

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

$K_2 = xQ_1$

Након решавања Карноових карти добили смо функције побуде за секвенцијалну мрежу коју пројектујемо и сада имамо све што је потребно да бисмо испројектовали мрежу.

$$J_1 = x \cdot Q_2$$

$$K_1 = x \cdot \overline{Q_2}$$

$$J_2 = x \cdot \overline{Q_1}$$

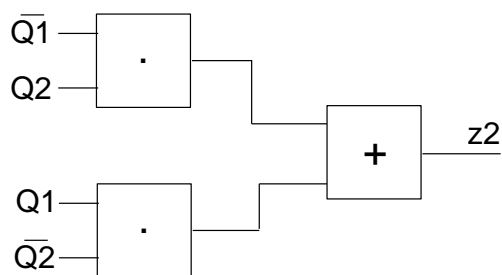
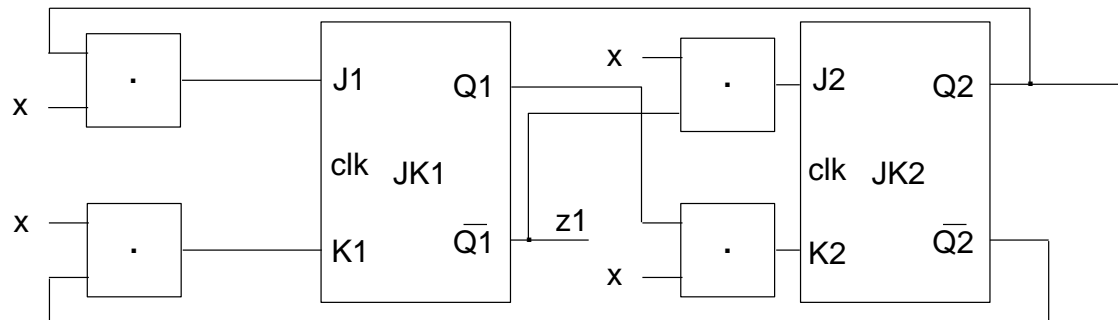
$$K_2 = x \cdot Q_1$$

Функције излаза, које смо раније одредили:

$$z_1 = \bar{Q}_1$$

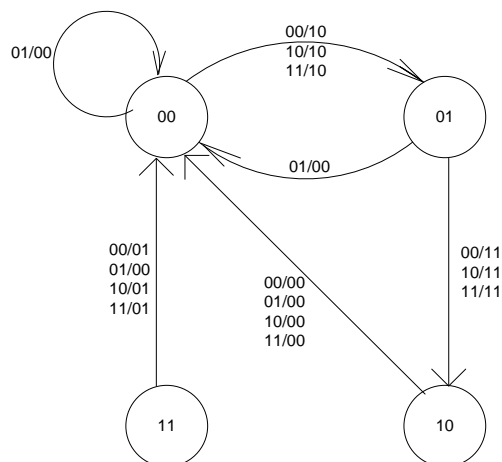
$$z_2 = Q_1 \oplus Q_2$$

На основу израза, директно можемо нацртати шему секвенцијалне мреже, коју смо пројектовали.



ЗАДАТАК 47

Конструисати структурну шему тактоване секвенцијалне мреже задате графом прелаза/излаза, која има два улазна сигнала x_1 и x_2 и два излазна сигнала z_1 и z_2 , помоћу Т флип-флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.



РЕШЕЊЕ

Анализом графа прелаза/излаза, можемо да закључимо да се ради о секвенцијалној мрежи *Mealy*-јевог типа, која има четири стања, четири улазна вектора и четири излазна вектора који се реализују флип-флоповима стања Q_1 и Q_2 , улазним сигналимa x_1 и x_2 и излазним сигналимa z_1 и z_2 , респективно. На основу графа прелаза/излаза цртамо таблицу прелаза/излаза.

$Q \backslash x$	00	01	10	11
00	01/10	00/00	01/10	01/10
01	10/11	00/00	10/11	10/11
10	00/00	00/00	00/00	00/00
11	00/01	00/00	00/01	00/01

Како се ради о мрежи *Mealy*-јевог типа, код које излаз зависи и од стања мреже и од улаза, да бисмо одредили прекидачке функције које описују функцију излаза, као и функције побуда, морамо најпре на основу таблице прелаза/излаза нацртати комбинациону таблицу прелаза/излаза. Узимамо да нам се улаз састоји од вектора улаза X и вектора стања $Q(t)$. У нашем случају X има два бита, а $Q(t)$ два бита, тако да имамо вектор од четири бита, што значи да имамо шеснаест различитих вредности, па ће таблица имати шеснаест редова. За сваку комбинацију X и $Q(t)$ из таблице прелаза/излаза преписујемо која вредност се добија за $Q(t+1)$ и Z и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза/излаза.

X	$Q(t)$	$Q(t+1)$	Z
00	00	01	10
00	01	10	11
00	10	00	00
00	11	00	01
01	00	00	00
01	01	00	00
01	10	00	00
01	11	00	00
10	00	01	10
10	01	10	11
10	10	00	00
10	11	00	01
11	00	01	10
11	01	10	11
11	10	00	00
11	11	00	01

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза/излаза одредити функцију излаза, тако што се за сваки излазни сигнал (z_1, z_2) нацрта Карноова карта у зависности од x_1, x_2, Q_1 и Q_2 .

x1x2 Q1Q2		00	01	11	10
00	1			1	1
01	1			1	1
11					
10					

z1

x1x2 Q1Q2		00	01	11	10
00					
01	1			1	1
11	1			1	1
10					

z2

$$z_1 = \overline{x_2} \cdot \overline{Q_1} + x_1 \cdot \overline{Q_1}$$

$$z_2 = \overline{x_2} \cdot Q_2 + x_1 \cdot Q_2$$

Затим је потребно на основу комбинационе таблице прелаза/излаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити Т флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде Т флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

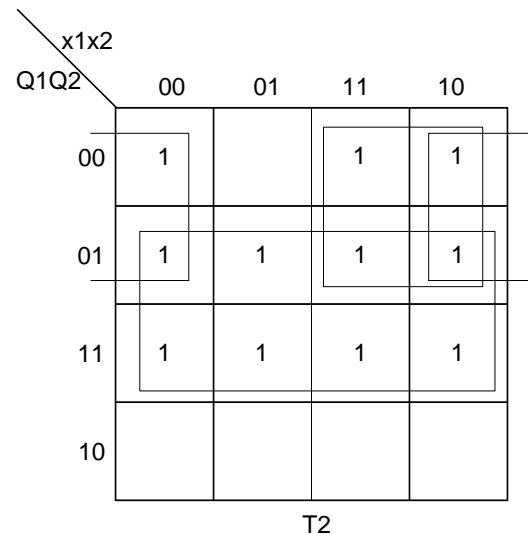
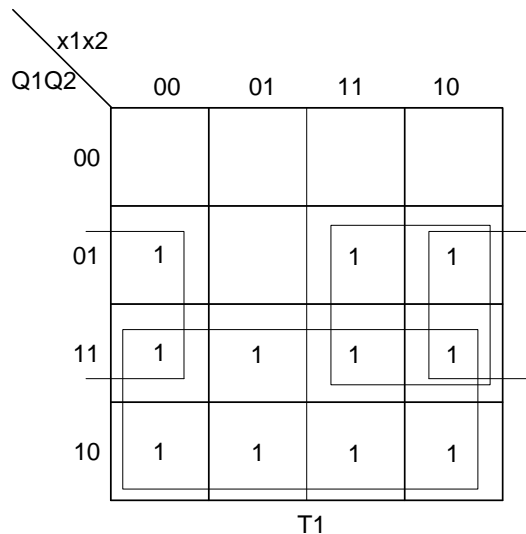
Q(t)	Q(t+1)	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

На основу комбинационе таблице прелаза/излаза и таблице побуде флип флопова за Т флип- флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо. Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде Т флип флопа да добијемо T_1 и T_2 за сваки прелаз из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

X	Q(t)	Q(t+1)	T_1	T_2
00	00	01	0	1
00	01	10	1	1
00	10	00	1	0
00	11	00	1	1
01	00	00	0	0
01	01	00	0	1
01	10	00	1	0
01	11	00	1	1
10	00	01	0	1
10	01	10	1	1
10	10	00	1	0

10	11	00	1	1
11	00	01	0	1
11	01	10	1	1
11	10	00	1	0
11	11	00	1	1

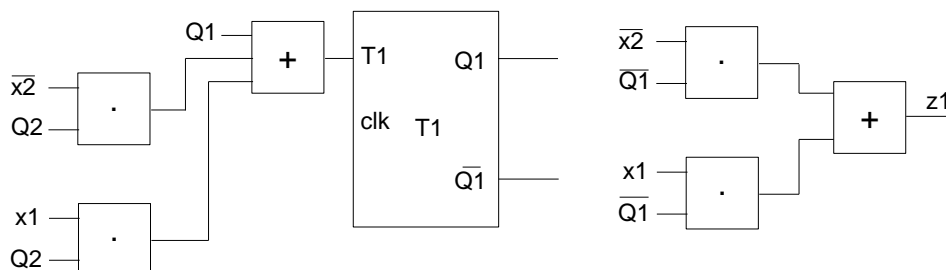
Сада сваки од сигнала T_1 и T_2 посматрамо као функцију која зависи од четири променљиве x_1 , x_2 , Q_1 и Q_2 . Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено. У овом случају бирамо да урадимо минимизацију помоћу Карноових карата и добијемо минималну ДНФ, јер се тражи да употребимо што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

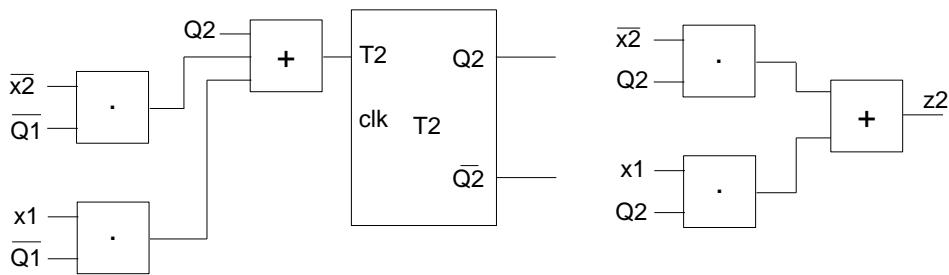


$$T_1 = Q_1 + \overline{x_2} \cdot \overline{Q_2} + x_1 \cdot Q_2$$

$$T_2 = Q_2 + \overline{x_2} \cdot \overline{Q_1} + x_1 \cdot \overline{Q_1}$$

Након решавања Карноових карти добили смо функције побуде за секвенцијалну мрежу коју пројектујемо и сада имамо све што је потребно да бисмо испројектовали мрежу. На основу изрази, директно можемо нацртати шему секвенцијалне мреже, коју смо пројектовали.



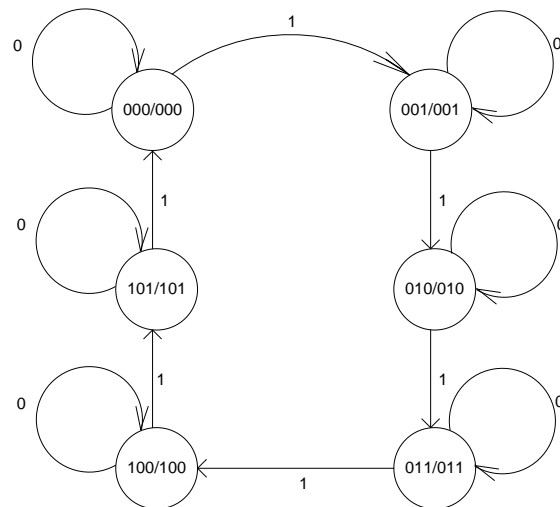


ЗАДАТАК 48

Конструисати структурну шему кружног тактованог инкрементирајућег бројача по модулу 6. Бројач прелази у наредно стање само када је сигнал x једнак јединици. Користити Т флип- флопове и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза. Претпоставити да бројач не може бити у недозвољеном стању.

РЕШЕЊЕ

Потребно је најпре нацртати граф прелаза/излаза секвенцијалне мреже коју треба реализовати. Претпоставићемо да су стања мреже кодирана тако да одговарају излазу мреже.



Анализом графа прелаза/излаза, можемо да закључимо да се ради о секвенцијалној мрежи *Moore*-овог типа, која има шест стања, два улазна вектора и шест излазних вектора који се реализују флип-флоповима стања Q_1 , Q_2 и Q_3 , улазним сигналом x и излазним сигнаlima z_1 , z_2 и z_3 , респективно. Постоје два стања која су недозвољена и како је у задатку речено да треба претпоставити да се мрежа неће наћи у недозвољеном стању, за та стања попуњавамо вредности недефинисаног прелаза (b). На основу графа прелаза/излаза цртамо таблицу прелаза/излаза.

$Q \backslash x$	0	1	Z
000	000	001	000
001	001	010	001
010	010	011	010
011	011	100	011

100	100	101	100
101	101	000	101
110	bbb	bbb	bbb
111	bbb	bbb	bbb

Како се ради о мрежи *Moor*-овог типа, код које излаз зависи само од стања мреже, можемо да одредимо прекидачке функције које описују функцију излаза. Приликом цртања графа прелаза/излаза изабрали смо да кодирање стања одговара излазима придруженим стањима, тако да је сада проналажење функције излаза тривијално.

$$z_1 = Q_1$$

$$z_2 = Q_2$$

$$z_3 = Q_3$$

Сада је потребно још одредити функције побуда, како би било могуће реализовати шему. Да бисмо ово могли да урадимо, морамо најпре на основу таблице прелаза/излаза нацртати комбинациону таблицу прелаза. Узимамо да нам се улаз састоји од вектора улаза X и вектора стања $Q(t)$. У нашем случају X има један бит, а $Q(t)$ три бита, тако да имамо вектор од четири бита, што значи да имамо шеснаест различитих вредности, па ће таблица имати шеснаест редова. За сваку комбинацију X и $Q(t)$ из таблице прелаза/излаза преписујемо која вредност се добија за $Q(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза.

X	Q(t)	Q(t+1)
0	000	000
0	001	001
0	010	010
0	011	011
0	100	100
0	101	101
0	110	bbb
0	111	bbb
1	000	001
1	001	010
1	010	011
1	011	100
1	100	101
1	101	000
1	110	bbb
1	111	bbb

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити Т флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде Т флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

Q(t)	Q(t+1)	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за T флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо. Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде T флип-флопа да добијемо T_1 , T_2 и T_3 за сваки прелаз из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

X	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₁ (t+1)	Q ₂ (t+1)	Q ₃ (t+1)	T ₁	T ₂	T ₃
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	b	b	b	b	b	b
0	1	1	1	b	b	b	b	b	b
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
1	1	1	0	b	b	b	b	b	b
1	1	1	1	b	b	b	b	b	b

Сада сваки од сигнала T_1 , T_2 и T_3 посматрамо као функцију која зависи од четири променљиве $xQ_1Q_2Q_3$. Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено. У овом случају бирамо да урадимо минимизацију помоћу Карноових карата и добијемо минималну ДНФ, јер се тражи да употребимо што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

Q2Q3 \ xQ1	00	01	11	10
00				
01			1	
11		b	b	1
10		b	b	

T1

Q2Q3 \ xQ1	00	01	11	10
00				
01				1
11		b	b	1
10		b	b	

T2

Q2Q3 \ xQ1	00	01	11	10
00			1	1
01			1	1
11		b	b	1
10		b	b	1

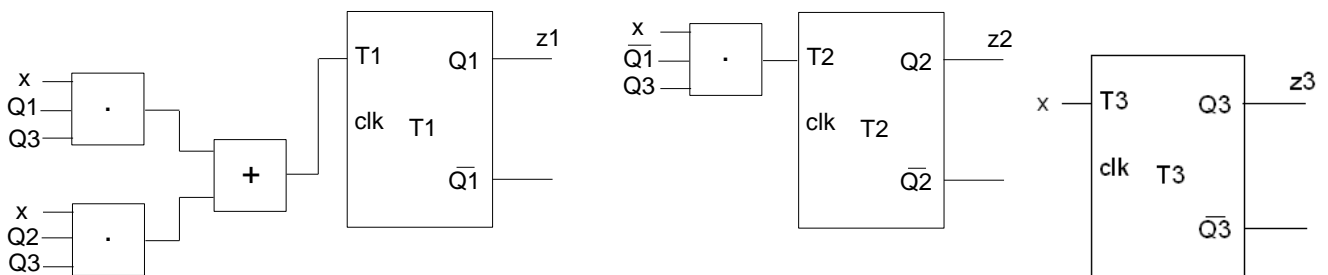
T3

$$T_1 = x \cdot Q_1 \cdot Q_3 + x \cdot Q_2 \cdot Q_3$$

$$T_2 = x \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_3$$

$$T_3 = x$$

На основу израза, директно можемо нацртати шему секвенцијалне мреже, коју смо пројектовали.



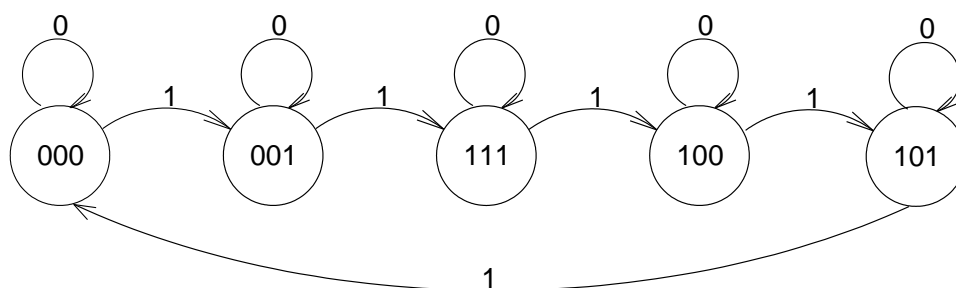
ЗАДАТАК 49

Нацртати граф и таблицу прелаза-излаза секвенцијалне мреже која се понаша као кружни бројач који броји по секвенци 0 - 1 - 7 - 4 - 5 - 0 када се на улазу појави активна вредност сигнала x . Када се на улазу појави неактивна вредност сигнала x мрежа остаје у стању у коме се затекла. Реализовати ову секвенцијалну мрежу користећи што мање D флип флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза. Претпоставити да су излази мреже једнаки стању мреже.

РЕШЕЊЕ

Потребно је најпре нацртати граф прелаза/излаза секвенцијалне мреже коју треба реализовати. Претпоставићемо да су стања мреже кодирана тако да одговарају излазу мреже.

Коментар: У оваквим задацима, као логичан избор за начин кодирања стања намеће се приказано решење, код кога стања одговарају излазима мреже и на тај начин директно са излаза флип-флопова формирамо излазе мреже. Друга варијанта решења била би да користимо оптимално кодирање стања (погледати задатак XX), како бисмо добили што једноставнију мрежу, али у том случају бисмо морали да одредимо и изразе за излазе мреже и реализујемо комбинациону мрежу излаза.



Као што видимо, мрежа мења стање са активном вредношћу улазног сигнала, у складу са секвенцом која је задата. Како је у задатој секвенци највећи број 7 (111) имаћемо три бита за вектор стања, као и излазни вектор. Улазни вектор има један бит.

На основу графа прелаза/излаза можемо нацртати таблицу прелаза/излаза.

q \ x	0	1	Z
000	000	001	000
001	001	111	001
010	bbb	bbb	bbb
011	bbb	bbb	bbb
100	100	101	100
101	101	000	101
110	bbb	bbb	bbb
111	111	100	111

Како се ради о мрежи *Moore*-овог типа, код које излаз зависи само од стања мреже, можемо да одредимо прекидачке функције које описују функцију излаза. Приликом цртања графа прелаза/излаза изабрали смо да кодирање стања одговара излазима придруженим стањима, тако да је сада проналажење функције излаза тривијално.

$$z_1 = Q_1$$

$$z_2 = Q_2$$

$$z_3 = Q_3$$

Сада је потребно још одредити функције побуда, како би било могуће реализовати шему. Да бисмо ово могли да урадимо, морамо најпре на основу таблице прелаза/излаза нацртати комбинациону таблицу прелаза. Узимамо да нам се улаз састоји од вектора улаза X и вектора стања $Q(t)$. У нашем случају X има један бит, а $Q(t)$ три бита, тако да имамо вектор од четири бита, што значи да имамо шеснаест различитих вредности, па ће таблица имати шеснаест редова. За сваку комбинацију X и $Q(t)$ из таблице прелаза/излаза преписујемо која вредност се добија за $Q(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза.

x	Q(t)	Q(t+1)
0	0 0 0	0 0 0
0	0 0 1	0 0 1
0	0 1 0	b b b
0	0 1 1	b b b
0	1 0 0	1 0 0
0	1 0 1	1 0 1
0	1 1 0	b b b
0	1 1 1	1 1 1
1	0 0 0	0 0 1
1	0 0 1	1 1 1
1	0 1 0	b b b
1	0 1 1	b b b
1	1 0 0	1 0 1
1	1 0 1	0 0 0
1	1 1 0	b b b
1	1 1 1	1 0 0

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде D флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

Q(t)	Q(t+1)	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо. Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде D флип-флопа да добијемо D_1 , D_2 и D_3 за сваки прелаз из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

x	Q(t)	Q(t+1)	D1	D2	D3
0	000	000	0	0	0
0	001	001	0	0	1
0	010	b b b	b	b	b
0	011	b b b	b	b	b
0	100	100	1	0	0
0	101	101	1	0	1
0	110	b b b	b	b	b
0	111	111	1	1	1
1	000	001	0	0	1
1	001	111	1	1	1
1	010	b b b	b	b	b
1	011	b b b	b	b	b
1	100	101	1	0	1
1	101	000	0	0	0
1	110	b b b	b	b	b
1	111	100	1	0	0

Сада сваки од сигнала D_1 , D_2 и D_3 посматрамо као функцију која зависи од четири променљиве $xQ_1Q_2Q_3$. Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено. У овом случају бирамо да урадимо минимизацију помоћу Карноових карата и добијемо минималну ДНФ, јер се тражи да употребимо што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

		xQ1			
		Q2Q3	00	01	11
	00		1	1	
	01		1		1
	11	b	1	1	b
	10	b	b	b	b

D1

		xQ1				
		Q2Q3	00	01	11	10
	00					
	01					1
	11	b	1			b
	10	b	b	b	b	b

D2

		xQ1			
		00	01	11	10
Q2Q3	00			1	1
	01	1	1		1
	11	b	1		b
	10	b	b	b	b

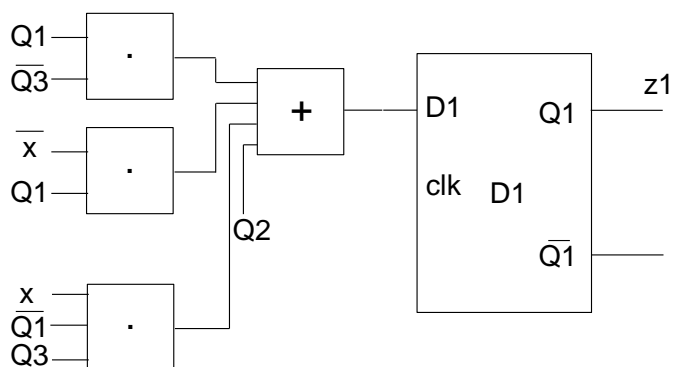
D3

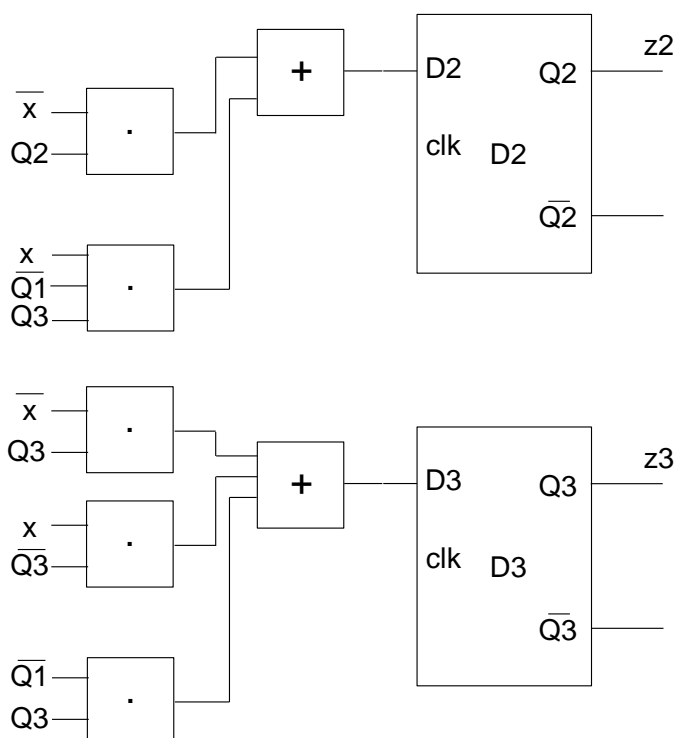
$$D_1 = Q_2 + Q_1 \cdot \bar{Q}_3 + \bar{x} \cdot Q_1 + x \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_3$$

$$D_2 = \bar{x} \cdot Q_2 + x \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_3$$

$$D_3 = \bar{x} \cdot Q_3 + x \cdot \bar{Q}_3 + \bar{Q}_1 \cdot Q_3$$

На основу израза, директно можемо нацртати шему секвенцијалне мреже, коју смо пројектовали.





ЗАДАТАК 50

Реализовати троразредни тактовани бројач који пролази кроз стања $0 - 1 - 3 - 5 - 6 - 0$ када је сигнал x нула и кроз стања $6 - 5 - 3 - 1 - 0 - 6$ када је сигнал x јединица. За реализацију бројача користити D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

РЕШЕЊЕ

Претпоставићемо да су стања мреже кодирана тако да одговарају излазу мреже. На сигнал такта C се увек мења стање бројача. Када је стање бројача у садашњем тренутку $Q_1Q_2Q_3$ једнако 000 , стање бројача у следећем тренутку $Q_1(t+1)Q_2(t+1)Q_3(t+1)$ ће бити 001 или 110 у зависности од тога да ли је сигнал x нула или јединица, респективно. Када је стање бројача у садашњем тренутку $Q_1Q_2Q_3$ једнако 001 , стање бројача у следећем тренутку $Q_1(t+1)Q_2(t+1)Q_3(t+1)$ ће бити 011 или 000 у зависности од тога да ли је сигнал x нула или јединица, респективно. На сличан начин се мења стање бројача и за остала стања кроз која бројач пролази. Закон функционисања бројача је дат комбинационом таблицом прелаза. Треба уочити да бројач не пролази кроз стања 010 , 100 и 111 . Због тога се у комбинационој таблици прелаза у врстама које одговарају тим стањима у садашњем тренутку, појављује "bbb" као стање у следећем тренутку.

Коментар:

И у овом задатку, као и у претходним, могли смо до комбинационе таблице прелаза стићи формалним поступком, који би подразумевао цртање графа прелаза/излаза и формирање таблице прелаза/излаза на основу графа.

x	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₁ (t+1)	Q ₂ (t+1)	Q ₃ (t+1)
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	b	b	b
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	b	b	b
0	1	0	1	1	1	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	b	b	b
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	b	b	b
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	b	b	b
1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	b	b	b

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде D флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

Q(t)	Q(t+1)	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо. Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде D флип-флопа да добијемо D₁, D₂ и D₃ за сваки прелаз из Q_i(t) у Q_i(t+1) и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

x	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₁ (t+1)	Q ₂ (t+1)	Q ₃ (t+1)	D ₁	D ₂	D ₃
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
0	0	1	0	b	b	b	b	b	b
0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
0	1	0	0	b	b	b	b	b	b
0	1	0	1	1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	b	b	b	b	b	b
1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	b	b	b	b	b	b

x	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₁ (t+1)	Q ₂ (t+1)	Q ₃ (t+1)	D ₁	D ₂	D ₃
1	0	1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	0	0	b	b	b	b	b	b
1	1	0	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	b	b	b	b	b	b

Сада сваки од сигнала D_1 , D_2 и D_3 посматрамо као функцију која зависи од четири променљиве $xQ_1Q_2Q_3$. Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено (погледати претходне задатке). На основу добијених израза, директно можемо нацртати шему секвенцијалне мреже, коју смо пројектовали (погледати претходне задатке).

ЗАДАТАК 51

Реализовати дворазредни тактовани бројач по модулу 3, чије се стање у зависности од вредности управљачких сигнала x_1 и x_2 не мења, инкрементира, декрементира и брише, респективно. За реализацију бројача користити што мање D флип флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

РЕШЕЊЕ

Претпоставићемо да су стања мреже кодирана тако да одговарају излазу мреже. На сигнал такта С се, уколико су сигнали x_1 и x_2 нуле, не мења стање бројача, па је стање у следећем тренутку $Q_1(t+1)Q_2(t+1)$ једнако стању у садашњем тренутку Q_1Q_2 . На сигнал такта С се, уколико су сигнали x_1 и x_2 нула и један, респективно, врши инкрементирање бројача, па је стање у следећем тренутку $Q_1(t+1)Q_2(t+1)$ посматрано као бинарни број једнако стању у садашњем тренутку Q_1Q_2 посматрано као бинарни број плус један. Тада бројач прелази из стања нула у стање један, из стања један у стање два и из стања два у стање нула. На сигнал такта С се, уколико су сигнали x_1 и x_2 један и нула, респективно, врши декрементирање бројача, па је стање у следећем тренутку $Q_1(t+1)Q_2(t+1)$ посматрано као бинарни број једнако стању у садашњем тренутку Q_1Q_2 посматрано као бинарни број минус један. Тада бројач прелази из стања нула у стање два, из стања један у стање нула и из стања два у стање један. На сигнал такта С се, уколико су сигнали x_1 и x_2 један, брише стање бројача, па је стање у следећем тренутку $Q_1(t+1)Q_2(t+1)$ једнако 00 без обзира на стање у садашњем тренутку Q_1Q_2 . Закон функционисања бројача је дат комбинационом таблицом прелаза. Треба уочити да бројач по модулу 3 не пролази кроз стање 11. Због тога се у комбинационој табlici прелаза у врстама које одговарају том стању у садашњем тренутку појављује "bb" као стање у следећем тренутку.

Коментар:

И у овом задатку, као и у претходним, могли смо до комбинационе таблице прелаза стићи формалним поступком, који би подразумевао цртање графа прелаза/излаза и формирање таблице прелаза/излаза на основу графа.

x_1	x_2	Q ₁	Q ₂	Q ₁ (t+1)	Q ₂ (t+1)
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	b	b
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0

x_1	x_2	Q_1	Q_2	$Q_1(t+1)$	$Q_2(t+1)$
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	b	b
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	b	b
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	b	b

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде D флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

$Q(t)$	$Q(t+1)$	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо. Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде D флип-флопа да добијемо D_1 и D_2 за сваки прелаз из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

x_1	x_2	Q_1	Q_2	$Q_1(t+1)$	$Q_2(t+1)$	D_1	D_2
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	b	b	b	b
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	b	b	b	b
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	b	b	b	b
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	b	b	b	b

Сада сваки од сигнала D_1 и D_2 посматрамо као функцију која зависи од четири променљиве $x_1x_2Q_1Q_2$. Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено (погледати претходне задатке). На основу добијених израза, директно можемо нацртати шему секвенцијалне мреже, коју смо пројектовали (погледати претходне задатке).

ЗАДАТАК 52

Реализовати троразредни тактовани инкрементирајући бројач по модулу 5 који увећава свој садржај за један или два у зависности од вредности сигнала INC. За реализацију бројача користити што мање D флип флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

РЕШЕЊЕ

Претпоставићемо да су стања мреже кодирана тако да одговарају излазу мреже. На сигнал такта С се увек увећава садржај бројача и то тако да је у зависности од тога да ли је сигнал INC нула или један његово стање у следећем тренутку $Q_1(t+1)Q_2(t+1)Q_3(t+1)$ посматрано као бинарни број једнако стању у садашњем тренутку $Q_1Q_2Q_3$ посматрано као бинарни број плус један или два, респективно. Стога на сигнал такта С бројач прелази из стања нула у стање један или два, из стања један у стање два или три, из стања два у стање три или четири, из стања три у стање четири или нула и из стања четири у стање нула или један. Закон функционисања бројача је дат комбинационом таблицом прелаза. Треба уочити да бројач по модулу 5 не пролази кроз стања 101, 110 и 111. Због тога се у комбинационој табlici прелаза у врстама које одговарају том стању у садашњем тренутку појављује "bbb" као стање у следећем тренутку.

Коментар:

И у овом задатку, као и у претходним, могли смо до комбинационе таблице прелаза стићи формалним поступком, који би подразумевао цртање графа прелаза/излаза и формирање таблице прелаза/излаза на основу графа.

INC	Q_1	Q_2	Q_3	$Q_1(t+1)$	$Q_2(t+1)$	$Q_3(t+1)$
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	b	b	b
0	1	1	0	b	b	b
0	1	1	1	b	b	b
1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	b	b	b
1	1	1	0	b	b	b
1	1	1	1	b	b	b

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде D флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

Q(t)	Q(t+1)	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо. Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде D флип-флопа да добијемо D_1 , D_2 и D_3 за сваки прелаз из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

INC	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₁ (t+1)	Q ₂ (t+1)	Q ₃ (t+1)	D ₁	D ₂	D ₃
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	b	b	b	b	b	b
0	1	1	0	b	b	b	b	b	b
0	1	1	1	b	b	b	b	b	b
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
1	1	0	1	b	b	b	b	b	b
1	1	1	0	b	b	b	b	b	b
1	1	1	1	b	b	b	b	b	b

Сада сваки од сигнала D_1 , D_2 и D_3 посматрамо као функцију која зависи од четири променљиве $xQ_1Q_2Q_3$. Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено (погледати претходне задатке). На основу добијених израза, директно можемо нацртати шему секвенцијалне мреже, коју смо пројектовали (погледати претходне задатке).

ЗАДАТАК 53

Конструисати структурну шему тактоване секвенцијалне мреже *Mealy*-јевог типа која има један улаз x и један излаз z , која функционише тако што на излазу z генерише 1, у трајању једне периоде сигнала такта, сваки пут када се на улазу x појави секвенца која обухвата низ јединица са нулом на крају секвенце, при чему се у низу јединица налазе барем две јединице. За реализацију користити што мање Т флип-флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

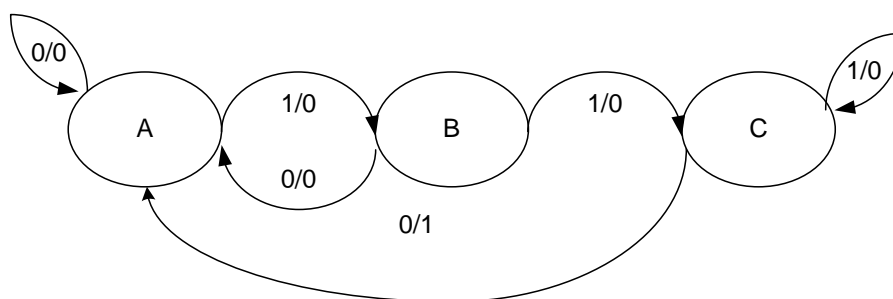
Пример детектовања секвенце:

x	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
z	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0

У примеру су различитим бојама означене различите секвенце које је потребно детектовати.

РЕШЕЊЕ

Ово је секвенцијална мрежа која врши детекцију описане улазне поворке. У овом случају тражи се да мрежу реализујемо као мрежу *Mealy*-јевог типа. Прво је потребно нацртати граф стања, који цртамо на следећи начин. Потребно је да имамо почетно стање (A), које представља стање од кога почињемо да пратимо улазну секвенцу, као и стање у које се враћамо након што смо детектовали тражену секвенцу. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (B), које означава да се на улазу појавила прва јединица у секвенци. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође нула, остајемо у почетном стању (A) све док се не појави један на улазу. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (C), које означава да се на улазу појавила друга јединица у секвенци. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), због тога што није испоштована секвенца коју треба да детектујемо и морамо почети са праћењем испочетка. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле барем две јединице) и на улаз мреже дође један, остајемо у стању C, све док се не појави нула на улазу, чиме ће секвенца бити детектована. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле барем две јединице) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), због тога што смо детектовали тражену секвенцу, како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенце и у овом такту постављамо вредност излаза на један.



На основу графа стања цртамо таблицу стања.

Q \ x	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/1	C/0

Након цртања таблице стања, треба кодирати стања мреже. Због тога што се у задатку тражи мрежа са што мање елемената, стања треба кодирати тако да се при преласку из стања у стање мења што је могуће мањи број координата вектора стања. Због тога стања кодирамо на следећи начин: A = 00, B = 01, C = 11. Након тога можемо нацртати таблицу прелаза/излаза, тако што у таблицу стања уместо симболичких ознака стања, мењамо бинарне кодне вредности стања. Због тога што имамо три стања у мрежи, потребна су два бита вектора стања, што значи да ћемо имати једно стање у коме се мрежа никада неће наћи (10).

Q \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/0
10	bb/b	bb/b
11	00/1	11/0

Како се ради о мрежи *Mealy*-јевог типа, код које излаз зависи и од стања мреже и од улаза, да бисмо одредили прекидачке функције које описују функцију излаза, као и функције побуда, морамо најпре на основу таблице прелаза/излаза нацртати комбинациону таблицу прелаза/излаза. Узимамо да нам се улаз састоји од вектора улаза X и вектора стања Q(t). У нашем случају X има један бит, а Q(t) два бита, тако да имамо вектор од три бита, што значи да имамо осам различитих вредности, па ће таблица имати осам редова. За сваку комбинацију X и Q(t) из таблице прелаза/излаза преписујемо која вредност се добија за Q(t+1) и Z и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза/излаза.

x	Q(t)	Q(t+1)	Z
0	0 0	0 0	0
0	0 1	0 0	0
0	1 0	b b	b
0	1 1	0 0	1
1	0 0	0 1	0
1	0 1	1 1	0
1	1 0	b b	b
1	1 1	1 1	0

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза/излаза одредити функцију излаза, тако што се за излазни сигнал z нацрта Карноова карта у зависности од x, Q₁ и Q₂.

x Q1		z			
		00	01	11	10
Q2	0		b	b	
	1		1		

$$z = \bar{x} \cdot Q_1$$

Затим је потребно на основу комбинационе таблице прелаза/излаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити Т флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде Т флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

Q(t)	Q(t+1)	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

На основу комбинационе таблице прелаза/излаза и таблице побуде флип флопова за Т флип- флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо. Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде Т флип флопа да добијемо T_1 и T_2 за сваки прелаз из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

x	Q(t)	Q(t+1)	T_1	T_2
0	0 0	0 0	0	0
0	0 1	0 0	0	1
0	1 0	b b	b	b
0	1 1	0 0	1	1
1	0 0	0 1	0	1
1	0 1	1 1	1	0
1	1 0	b b	b	b
1	1 1	1 1	0	0

Сада сваки од сигнала T_1 и T_2 посматрамо као функцију која зависи од три променљиве x, Q_1 и Q_2 . Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено. У овом случају бирамо да урадимо минимизацију помоћу Карноових карата и добијемо минималну ДНФ, због тога што се тражи да употребимо што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

x Q1 \ Q2		T1			
		00	01	11	10
0			b	b	
1			1		1

x Q1 \ Q2		T2			
		00	01	11	10
0			b	b	1
1		1	1		

$$T_1 = \bar{x} \cdot Q_1 + x \cdot \bar{Q}_1 \cdot Q_2$$

$$T_2 = \bar{x} \cdot Q_2 + x \cdot \bar{Q}_2$$

Након решавања Карноових карти добили смо функције побуде за секвенцијалну мрежу коју пројектујемо и сада имамо све што је потребно да бисмо испројектовали мрежу. На основу изрази, директно можемо нацртати шему секвенцијалне мреже, коју смо пројектовали (као у претходним задацима).

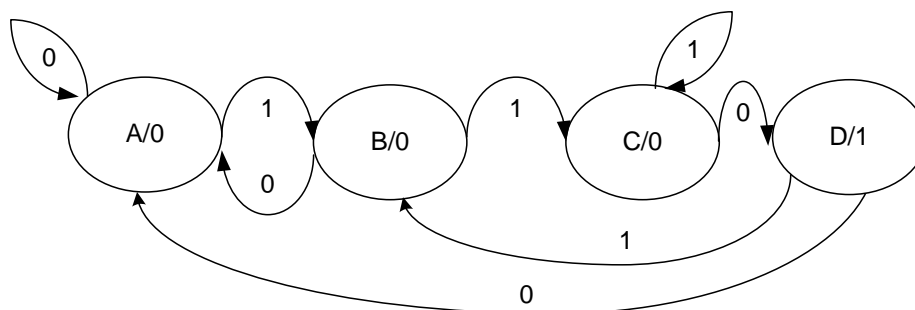
Коментар:

Исту мрежу бисмо могли да реализујемо и као мрежу *Moor*-овог типа. У том случају пример детектовања секвенце би изгледао на следећи начин:

x	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
z	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

У примеру су различитим бојама означене различите секвенце које је потребно детектовати.

У овом случају тражи се да мрежу реализујемо као мрежу *Moor*-овог типа. Прво је потребно нацртати граф стања, који цртамо на следећи начин. Потребно је да имамо почетно стање (A), које представља стање од кога почињемо да пратимо улазну секвенцу, као и стање у које се враћамо након што смо детектовали тражену секвенцу. Излаз мреже у овом стању (A) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (B), које означава да се на улазу појавила прва јединица у секвенци. Излаз мреже у овом стању (B) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође нула, остајемо у почетном стању (A) све док се не појави један на улазу. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (C), које означава да се на улазу појавила друга јединица у секвенци. Излаз мреже у овом стању (C) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), због тога што није испоштована секвенца коју треба да детектујемо и морамо почети са праћењем испочетка. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле барем две јединице) и на улаз мреже дође један, остајемо у стању C, све док се не појави нула на улазу, чиме ће секвенца бити детектована. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле барем две јединице) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у наредно стање (D), које означава да је детектована тражена секвенца на улазу. Излаз мреже у овом стању (D) имаће вредност 1, због тога што је детектована тражена секвенца. Уколико се налазимо у стању D (које означава да је детектована тражена секвенца) и на улаз мреже дође један, прелазимо у стање B и јединица која се појавила представља прву јединицу наредне секвенце која се детектује. Уколико се налазимо у стању D (које означава да је детектована тражена секвенца) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у почетно стање (A) и чекамо почетак наредне секвенце коју детектујемо.



На основу графа стања цртамо таблицу стања.

Q \ x	0	1	Z
A	A	B	0
B	A	C	0
C	D	C	0
D	A	B	1

Даље решавање задатка се одвија по истом поступку који је објашњен у решењу за мрежу *Mealy*-јевог типа.

ЗАДАТАК 54

Конструисати структурну шему тактоване секвенцијалне мреже *Mealy*-јевог типа која има један улаз x и један излаз z , која функционише тако што на излазу z генерише 1, у трајању једне периоде сигнала такта, сваки пут када се на улазу x појави секвенца 110. За реализацију користити што мање Т флип-флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

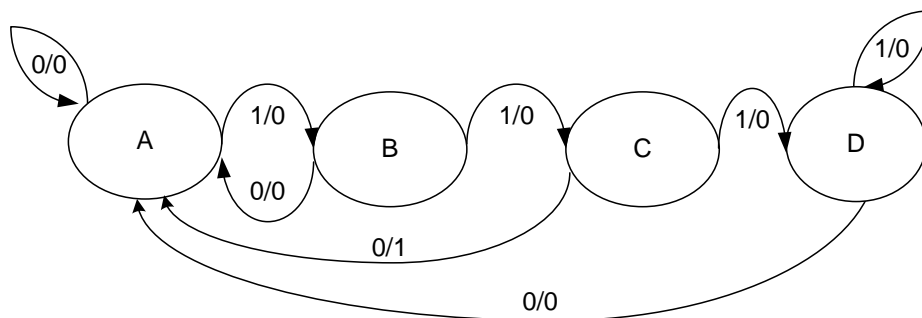
Пример детектовања секвенце:

x	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
z	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

У примеру су различитим бојама означене различите секвенце које је потребно детектовати.

РЕШЕЊЕ

Ово је секвенцијална мрежа која врши детекцију описане улазне поворке. У овом случају тражи се да мрежу реализујемо као мрежу *Mealy*-јевог типа. Прво је потребно нацртати граф стања, који цртамо на следећи начин. Потребно је да имамо почетно стање (A), које представља стање од кога почињемо да пратимо улазну секвенцу, као и стање у које се враћамо након што смо детектовали тражену секвенцу. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (B), које означава да се на улазу појавила прва јединица у секвенци. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође нула, остајемо у почетном стању (A) све док се не појави један на улазу. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (C), које означава да се на улазу појавила друга јединица у секвенци. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), због тога што није испоштована секвенца коју треба да детектујемо и морамо почети са праћењем испочетка. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле две јединице) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), због тога што смо детектовали тражену секвенцу, како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенце и у овом такту постављамо вредност излаза на један. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле две јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање D, које означава да није испоштована секвенца, због тога што се на улазу појавила трећа узастопна јединица. Уколико се налазимо у стању D и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенце. Уколико се налазимо у стању D и на улаз мреже дође један, остајемо у стању D све док се не појави нула, када ћемо моћи да започнемо нову детекцију секвенце.



На основу графа стања цртамо таблицу стања.

q \ x	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	A/1	D/0
D	A/0	D/0

Даље решавање задатка се одвија по истом поступку који је објашњен у задатку 53.

Коментар:

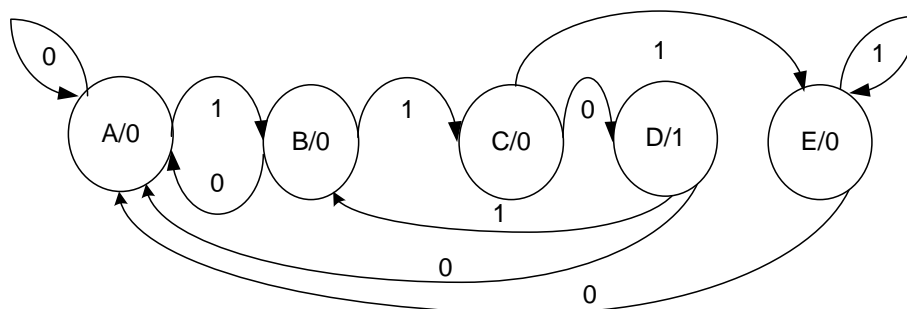
Исту мрежу бисмо могли да реализујемо и као мрежу *Moore*-овог типа. У том случају пример детектовања секвенце би изгледао на следећи начин:

x	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
z	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

У примеру су различитим бојама означене различите секвенце које је потребно детектовати.

У овом случају тражи се да мрежу реализујемо као мрежу *Moore*-овог типа. Прво је потребно нацртати граф стања, који цртамо на следећи начин. Потребно је да имамо почетно стање (A), које представља стање од кога почињемо да пратимо улазну секвенцу, као и стање у које се враћамо након што смо детектовали тражену секвенцу. Излаз мреже у овом стању (A) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (B), које означава да се на улазу појавила прва јединица у секвенци. Излаз мреже у овом стању (B) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође нула, остајемо у почетном стању (A) све док се не појави један на улазу. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (C), које означава да се на улазу појавила друга јединица у секвенци. Излаз мреже у овом стању (C) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), због тога што није испоштована секвенца коју треба да детектујемо и морамо почети са праћењем испочетка. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле две јединице) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у наредно стање (D), које означава да је детектована тражена секвенца на улазу. Излаз мреже у овом стању (D) имаће вредност 1, због тога што је детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле две јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање E, које означава да није испоштована секвенца,

због тога што се на улазу појавила трећа узастопна јединица. Излаз мреже у овом стању (E) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у стању E и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенце. Уколико се налазимо у стању E и на улаз мреже дође један, остајемо у стању E све док се не појави нула, када ћемо моћи да започнемо нову детекцију секвенце. Уколико се налазимо у стању D (које означава да је детектована тражена секвенца) и на улаз мреже дође један, прелазимо у стање B и јединица која се појавила представља прву јединицу наредне секвенце која се детектује. Уколико се налазимо у стању D (које означава да је детектована тражена секвенца) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у почетно стање (A) и чекамо почетак наредне секвенце коју детектујемо.



На основу графа стања цртамо таблицу стања.

Q \ x	0	1	Z
A	A	B	0
B	A	C	0
C	D	E	0
D	A	B	1
E	A	E	0

Даље решавање задатка се одвија по истом поступку који је објашњен у задатку 53.

ЗАДАТАК 55

Конструисати структурну шему тактоване секвенцијалне мреже *Mealy*-јевог типа која има један улаз x и један излаз z , која функционише тако што на излазу z генерише 1, у трајању једне периоде сигнала такта, сваки пут када се на улазу x појави секвенца 0110. За реализацију користити што мање Т флип-флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

Пример детектовања секвенце:

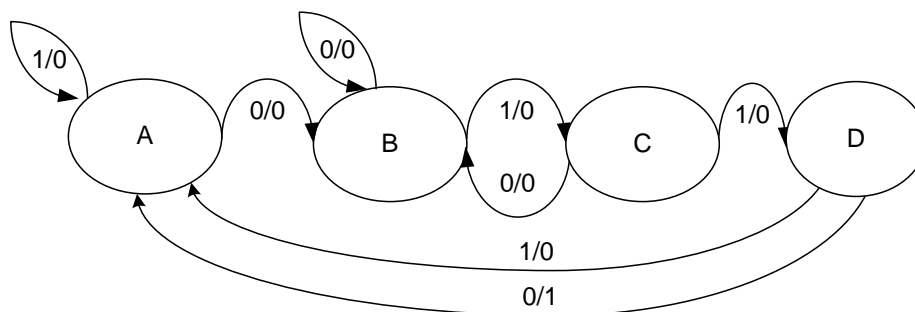
x	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1
z	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0

У примеру су различитим бојама означене различите секвенце које је потребно детектовати.

РЕШЕЊЕ

Ово је секвенцијална мрежа која врши детекцију описане улазне поворке. У овом случају тражи се да мрежу реализујемо као мрежу *Mealy*-јевог типа. Прво је потребно нацртати граф стања, који цртамо на

следећи начин. Потребно је да имамо почетно стање (A), које представља стање од кога почињемо да пратимо улазну секвенцу, као и стање у које се враћамо након што смо детектовали тражену секвенцу. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у наредно стање (B), које означава да се на улазу појавила прва нула у секвенци. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође јединица, остајемо у почетном стању (A) све док се не појави нула на улазу. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна нула) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (C), које означава да се на улазу појавила прва јединица у секвенци. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна нула) и на улаз мреже дође нула, остајемо у стању B, и нова нула која се појавила постаје прва нула у секвенци. Уколико се налазимо у стању C (које означава да се на улазу претходно појавила секвенца 01) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у стање B, и нова нула која се појавила постаје прва нула у секвенци. Уколико се налазимо у стању C (које означава да се на улазу претходно појавила секвенца 01) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање D, које означава да се на улазу појавила друга јединица у секвенци. Уколико се налазимо у стању D (које означава да се на улазу претходно појавила секвенца 011) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), због тога што смо детектовали тражену секвенцу, како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенце и у овом такту постављамо вредност излаза на један. Уколико се налазимо у стању D (које означава да се на улазу претходно појавила секвенца 011) и на улаз мреже дође један, враћамо се у почетно стање (A), због тога што тражена секвенца није испоштована и испочетка почињемо са детекцијом секвенце.



На основу графа стања цртамо таблицу стања.

Q \ x	x	
	0	1
A	B/0	A/0
B	B/0	C/0
C	B/1	D/0
D	A/1	A/0

Даље решавање задатка се одвија по истом поступку који је објашњен у задатку 53.

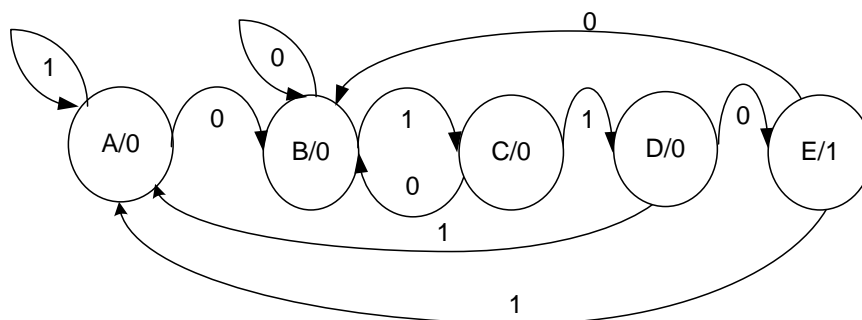
Коментар:

Исту мрежу бисмо могли да реализујемо и као мрежу *Moor*-овог типа. У том случају пример детектовања секвенце би изгледао на следећи начин:

x	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1
z	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

У примеру су различитим бојама означене различите секвенце које је потребно детектовати.

У овом случају тражи се да мрежу реализујемо као мрежу *Moog*-овог типа. Прво је потребно нацртати граф стања, који цртамо на следећи начин. Потребно је да имамо почетно стање (A), које представља стање од кога почињемо да пратимо улазну секвенцу, као и стање у које се враћамо након што смо детектовали тражену секвенцу. Излаз мреже у овом стању (A) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у наредно стање (B), које означава да се на улазу појавила прва нула у секвенци. Излаз мреже у овом стању (B) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође јединица, остајемо у почетном стању (A) све док се не појави нула на улазу. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна нула) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (C), које означава да се на улазу појавила прва јединица у секвенци. Излаз мреже у овом стању (C) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна нула) и на улаз мреже дође нула, остајемо у стању B, и нова нула која се појавила постаје прва нула у секвенци. Уколико се налазимо у стању C (које означава да се на улазу претходно појавила секвенца 01) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у стање B, и нова нула која се појавила постаје прва нула у секвенци. Уколико се налазимо у стању C (које означава да се на улазу претходно појавила секвенца 01) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање D, које означава да се на улазу појавила друга јединица у секвенци. Излаз мреже у овом стању (D) имаће вредност 0, због тога што није детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у стању D (које означава да се на улазу претходно појавила секвенца 011) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у наредно стање E, које означава да се на улазу појавила тражена секвенца 0110. Излаз мреже у овом стању (E) имаће вредност 1, због тога што је детектована секвенца у том тренутку. Уколико се налазимо у стању D (које означава да се на улазу претходно појавила секвенца 011) и на улаз мреже дође један, враћамо се у почетно стање (A), због тога што тражена секвенца није испоштована и испочетка почињемо са детекцијом секвенце. Уколико се налазимо у стању E (које означава да је детектована тражена секвенца) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у стање B, и нула која се јавила на улазу представља прву нулу у секвенци. Уколико се налазимо у стању E (које означава да је детектована тражена секвенца) и на улаз мреже дође један, враћамо се у почетно стање (A) како бисмо кренули са детектовањем нове секвенце испочетка.



На основу графа стања цртамо таблицу стања.

Q \ X	0	1	Z
A	B	A	0
B	B	C	0
C	B	D	0
D	E	A	0
E	B	A	1

Даље решавање задатка се одвија по истом поступку који је објашњен у задатку 53.

ЗАДАТАК 56

Одредити закон функционисања секвенцијалне мреже која детектује појаву само 3 или само 5 узастопних јединица у некој улазној поворци битова. Конструисати структурну шему тактоване секвенцијалне мреже *Mealy*-јевог типа која има један улаз x и два излаза z_1 и z_2 , која функционише тако што на излазу z_1 генерише 1, у трајању једне периоде сигнала такта, сваки пут када се на улазу x појави секвенца од три узастопне јединице, односно на излазу z_2 генерише 1, у трајању једне периоде сигнала такта, сваки пут када се на улазу x појави секвенца од пет узастопних јединица. За реализацију користити што мање Т флип-флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и што мање НЕ, И и ИЛИ елемената са произвољним бројем улаза.

Пример детектовања секвенце:

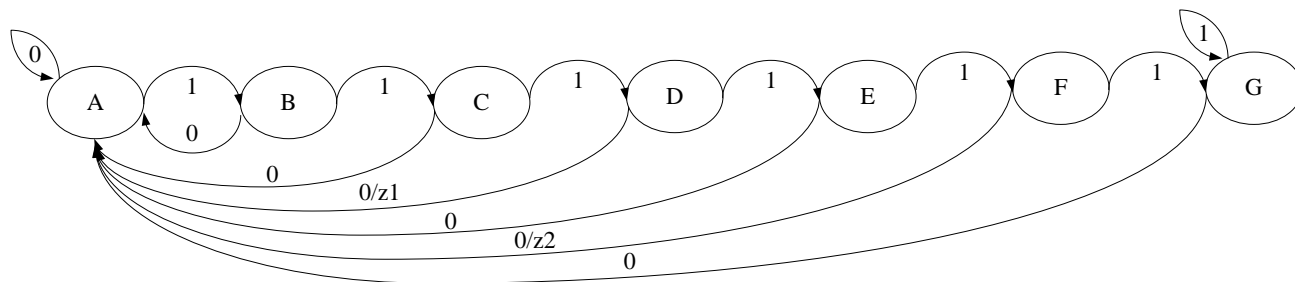
x	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
z_1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
z_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

У примеру су различитим бојама означене различите секвенце које је потребно детектовати.

РЕШЕЊЕ

Ово је секвенцијална мрежа која врши детекцију описаних улазних поворки. У овом случају тражи се да мрежу реализујемо као мрежу *Mealy*-јевог типа. Прво је потребно нацртати граф стања, који цртамо на следећи начин. Потребно је да имамо почетно стање (A), које представља стање од кога почињемо да пратимо улазну секвенцу, као и стање у које се враћамо након што смо детектовали тражену секвенцу. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође нула, остајемо у почетном стању (A), све док се не појави јединица. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође јединица, прелазимо у наредно стање B, које означава да се на улазу појавила прва јединица у низу. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (C), које означава да се на улазу појавила друга јединица у низу. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), и започињемо детекцију секвенци испочетка. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле две јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (D), које означава да се на улазу појавила трећа јединица у низу. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле две јединице) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), и започињемо детекцију секвенци испочетка. Уколико се налазимо у стању D (које означава да су се на улазу претходно појавиле три јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (E), које означава да се на улазу појавила четврта јединица у низу. Уколико се налазимо у стању D (које означава да су се на улазу претходно појавиле три јединице) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), због тога што смо детектовали тражену секвенцу од три узастопне јединице, како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенци и у овом такту постављамо вредност излаза z_1 на један. Уколико се налазимо у стању E (које означава да су се на улазу претходно појавиле четири јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (F), које означава да се на улазу појавила пета јединица у низу. Уколико се налазимо у стању E (које означава да су се на улазу претходно појавиле четири јединице) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), и започињемо детекцију секвенци испочетка. Уколико се налазимо у стању F (које означава да се на улазу претходно појавило пет јединица) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (G), које означава да се на улазу појавила шеста јединица у низу. Уколико се налазимо у стању F (које означава да се на улазу претходно појавило пет јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A),

због тога што смо детектовали тражену секвенцу од пет узастопних јединица, како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенци и у овом такту постављамо вредност излаза z_2 на један. Уколико се налазимо у стању G (које означава да се на улазу претходно појавило шест јединица) и на улаз мреже дође један, остајемо у стању G, које означава да се на улазу појавило више од пет узастопних јединица, све док се не појави нула, када ћемо моћи да започнемо нову детекцију секвенци. Уколико се налазимо у стању G (које означава да се на улазу претходно појавило шест јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенци.



На основу графа стања цртамо таблицу стања.

Q \ x	0	1
A	A/00	B/00
B	A/00	C/00
C	A/00	D/00
D	A/10	E/00
E	A/00	F/00
F	A/01	G/00
G	A/00	G/00

Даље решавање задатка се одвија по истом поступку који је објашњен у задатку 53.

Коментар:

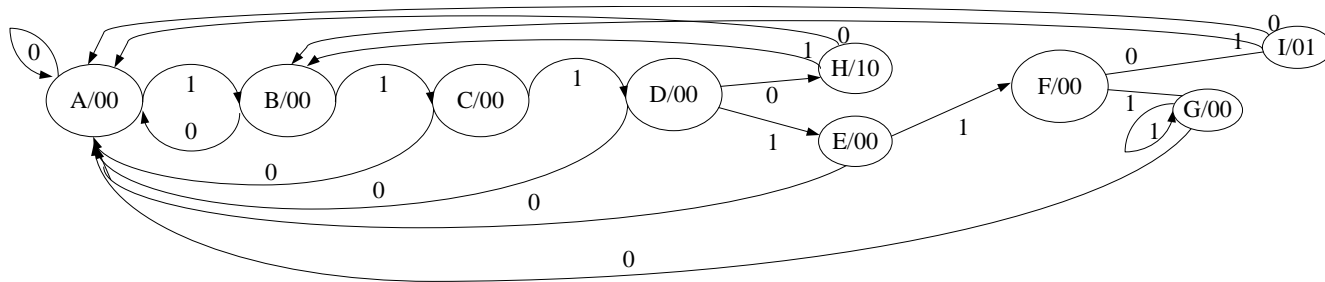
Исту мрежу бисмо могли да реализујемо и као мрежу *Moor*-овог типа. У том случају пример детектовања секвенци 1110 (тачно три јединице) или 111110 (тачно пет јединица) би изгледао на следећи начин:

x	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
z_1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
z_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

У примеру су различитим бојама означене различите секвенце које је потребно детектовати.

У овом случају тражи се да мрежу реализујемо као мрежу *Moor*-овог типа. Прво је потребно нацртати граф стања, који цртамо на следећи начин. Потребно је да имамо почетно стање (A), које представља стање од кога почињемо да пратимо улазну секвенцу, као и стање у које се враћамо након што смо детектовали тражену секвенцу. Излази у овом стању (A) имају вредности нула, због тога што није детектована тражена секвенца. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође нула, остајемо у почетном стању (A), све док се не појави јединица. Уколико се налазимо у почетном стању (A) и на улаз мреже дође јединица, прелазимо у наредно стање B, које означава да се на улазу појавила прва јединица у низу. Излази у овом стању (B) имају вредности нула, због тога што није детектована тражена секвенца. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже

дође један, прелазимо у наредно стање (C), које означава да се на улазу појавила друга јединица у низу. Излази у овом стању (C) имају вредности нула, због тога што није детектована тражена секвенца. Уколико се налазимо у стању B (које означава да се на улазу претходно појавила једна јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), и започињемо детекцију секвенци испочетка. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле две јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (D), које означава да се на улазу појавила трећа јединица у низу. Излази у овом стању (D) имају вредности нула, због тога што није детектована тражена секвенца. Уколико се налазимо у стању C (које означава да су се на улазу претходно појавиле две јединице) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), и започињемо детекцију секвенци испочетка. Уколико се налазимо у стању D (које означава да су се на улазу претходно појавиле три јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (E), које означава да се на улазу појавила четврта јединица у низу. Излази у овом стању (E) имају вредности нула, због тога што није детектована тражена секвенца. Уколико се налазимо у стању D (које означава да су се на улазу претходно појавиле три јединице) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у наредно стање (H), које означава да смо детектовали тражену секвенцу од три узастопне јединице. Излаз z_1 у овом стању (H) има вредност један, због тога што је детектована секвенца од три узастопне јединице у овом тренутку. Уколико се налазимо у стању H (које означава да је детектована секвенца од три узастопне јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у стање B, и јединица која се појавила представља прву јединицу наредне секвенце. Уколико се налазимо у стању H (које означава да је детектована секвенца од три узастопне јединице) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), и започињемо детекцију секвенци испочетка. Уколико се налазимо у стању E (које означава да су се на улазу претходно појавиле четири јединице) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (F), које означава да се на улазу појавила пета јединица у низу. Излази у овом стању (F) имају вредности нула, због тога што није детектована тражена секвенца. Уколико се налазимо у стању E (које означава да су се на улазу претходно појавиле четири јединице) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), и започињемо детекцију секвенци испочетка. Уколико се налазимо у стању F (које означава да се на улазу претходно појавило пет јединица) и на улаз мреже дође један, прелазимо у наредно стање (G), које означава да се на улазу појавила шеста јединица у низу. Излази у овом стању (G) имају вредности нула, због тога што није детектована тражена секвенца. Уколико се налазимо у стању F (које означава да се на улазу претходно појавило пет јединица) и на улаз мреже дође нула, прелазимо у наредно стање (I), које означава да смо детектовали тражену секвенцу од пет узастопних јединица. Излаз z_2 у овом стању (I) има вредност један, због тога што је детектована секвенца од пет узастопних јединица у овом тренутку. Уколико се налазимо у стању I (које означава да је детектована секвенца од пет узастопних јединица) и на улаз мреже дође један, прелазимо у стање B, и јединица која се појавила представља прву јединицу наредне секвенце. Уколико се налазимо у стању I (које означава да је детектована секвенца од пет узастопних јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), и започињемо детекцију секвенци испочетка. Уколико се налазимо у стању G (које означава да се на улазу претходно појавило шест јединица) и на улаз мреже дође један, остајемо у стању G, које означава да се на улазу појавило више од пет узастопних јединица, све док се не појави нула, када ћемо моћи да започнемо нову детекцију секвенци. Уколико се налазимо у стању G (које означава да се на улазу претходно појавило шест јединица) и на улаз мреже дође нула, враћамо се у почетно стање (A), како бисмо могли да започнемо нову детекцију секвенци.



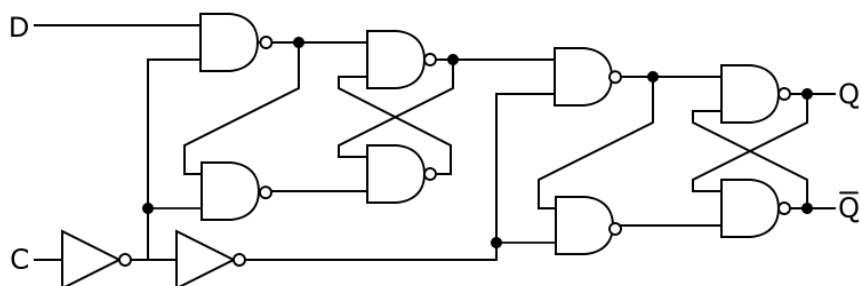
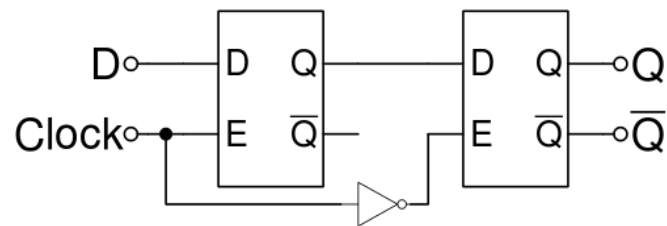
На основу графа стања цртамо таблицу стања.

Q \ x	0	1	Z
A	A	B	00
B	A	C	00
C	A	D	00
D	H	E	00
E	A	F	00
F	I	G	00
G	A	G	00
H	A	B	10
I	A	B	01

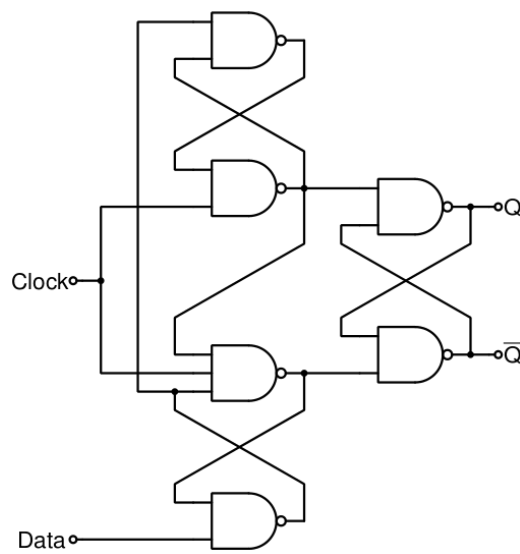
Даље решавање задатка се одвија по истом поступку који је објашњен у задатку 53.

Проектовање флип-флопова

Master-slave D флип-флоп



Edge-triggered D флип-флоп



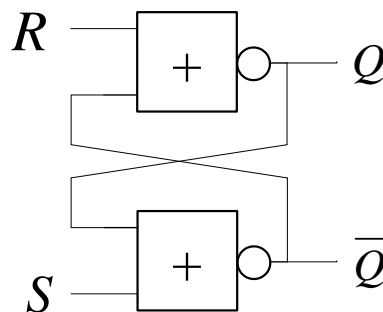
ЗАДАТАК 57

Конструисати тактовани JK флип-флоп, код кога је нула активна вредност сигнала такта и нула активна вредност улазних сигнала, користећи асинхрони RS флип-флоп са НИЛИ елементима и минималан број НИЛИ елемената.

У поступку реализације потребно је нацртати асинхрони RS флип-флоп са НИЛИ елементима, конструисати комбинационе таблице прелаза и побуда и нацртати структурну шему JK флип-флопа.

РЕШЕЊЕ

Флип-флопови су елементарне секвенцијалне мреже са само два стања. Флип-флопови се могу поделити на асинхроне и тактоване (синхроне). У овом задатку потребно је реализовати синхрони флип-флоп JK типа, коришћењем асинхроних флип-флопова RS типа са НИЛИ елементима. Асинхрони флип-флоп RS типа приказан је на слици (R и S представљају улазе, а Q је излаз):



Прво је потребно знати функцију прелаза или функцију следећег стања за JK флип-флоп, код кога је 0 активна вредност улазних сигнала:

J	K	$Q(t+1)$
0	0	\bar{Q}
0	1	1
1	0	0
1	1	Q

Закон функционисања овог флип-флопа може се записати овако: $Q(t+1) = \bar{J} \cdot \bar{Q} + K \cdot Q$

Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити асинхроне RS флип-флопове код којих је на улазима S и R 1 активна вредност улазних сигнала (а 0 неактивна вредност) и који на излазу Q има 1 као активну и 0 као неактивну вредност, потребно је знати таблицу побуде RS флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала:

Q(t)	Q(t+1)	R	S
0	0	b	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	b

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за RS флип флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

Ову таблицу попуњавамо, тако што прво испишемо све комбинације за улазне сигнале мреже (сигнал такта С, сигнали J и K и сигнал стања $Q(t)$), затим формирамо комбинациону таблицу прелаза из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ на основу функције прелаза за флип-флоп типа JK, а на основу сваког прелаза из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и таблице побуде RS флип-флопа, добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за флип-флоп који желимо да конструишемо.

C	J	K	$Q(t)$	$Q(t+1)$	R	S
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	1	0	b
0	1	0	0	0	b	0
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	b	0
0	1	1	1	1	0	b
1	0	0	0	0	b	0
1	0	0	1	1	0	b
1	0	1	0	0	b	0
1	0	1	1	1	0	b
1	1	0	0	0	b	0
1	1	0	1	1	0	b
1	1	1	0	0	b	0
1	1	1	1	1	0	b

Треба обратити пажњу пошто је у задатку речено да је нула активна вредност сигнала такта, да се стање у следећем тренутку $Q_i(t+1)$ не мења и остаје исто као стање Q_i у тренутку t , када сигнал такта С има вредност 1, а када сигнал такта С има вредност 0, стање се мења на основу закона функционисања JK флип-флопа.

За сигнале R и S, цртамо Карноове карте у зависности од улазних сигнала С, J, K и $Q(t)$.

За излазни сигнал R:

C J		K Q			
C	J				
		00	01	11	10
K	00	0	b	b	b
	01	1	1	0	0
	11	0	0	0	0
	10	0	b	b	b

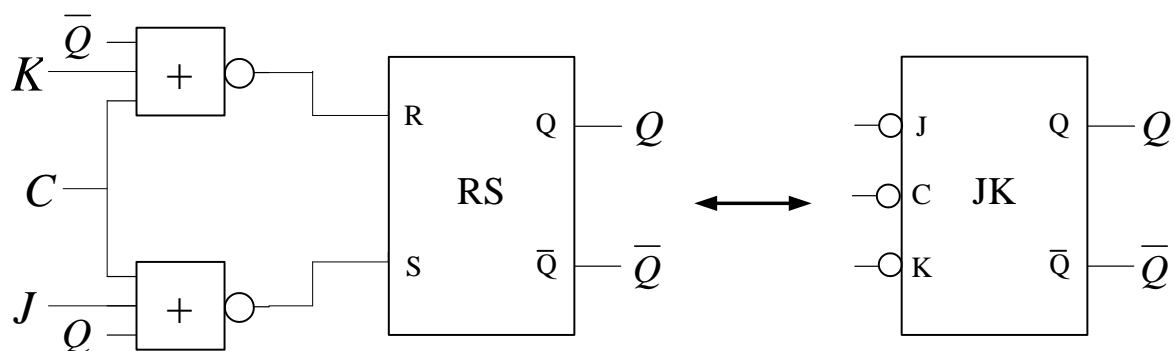
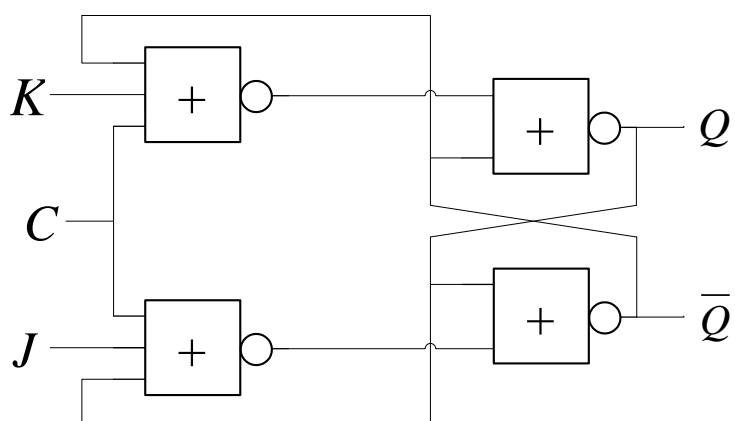
За излазни сигнал S:

C J					
K Q		00	01	11	10
		00	01	11	10
00		1	0	0	0
01		0	0	b	b
11		b	b	b	b
10		1	0	0	0

Добијамо ДНФ за сигнале R и S:

$$R = \bar{C} \cdot \bar{K} \cdot Q = \overline{C + K + \bar{Q}}$$

$$S = \bar{C} \cdot J \cdot \bar{Q} = \overline{C + J + Q}$$



Дискусија:

а) У случају да је у овом задатку било потребно реализовати JK флип-флоп, код кога је један активна вредност сигнала такта и улазних сигнала, тада би закон функционисања изгледао другачије:

$$Q(t+1) = J \cdot \bar{Q} + \bar{K} \cdot Q$$

Даљи поступак решавања задатка био би идентичан, осим што би у последњој комбинационој табlici функција прелаза и побуда, када сигнал такта С има вредност 0, стање у следећем тренутку $Q_i(t+1)$ остало исто као стање Q_i у тренутку t , а када сигнал такта С има вредност 1, стање се мења на основу закона функционисања JK флип-флопа који је управо наведен.

б) У случају да је у задатку било потребно конструисати исти флип-флоп користећи асинхрони RS флип-флоп са НИ елементима, тада би на улазима S и R 0 била активна вредност улазних сигнала (а 1 неактивна вредност). На излазу Q исто би била 1 активна, а 0 неактивна вредност.

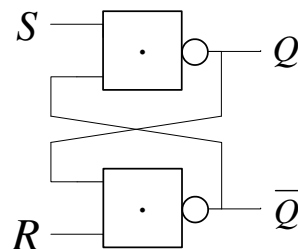


Таблица побуде за овај RS флип-флоп тада би изгледала овако:

Q(t)	Q(t+1)	R	S
0	0	b	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	1	b

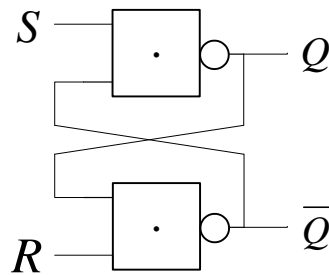
Даљи поступак решавања задатка био би идентичан као код претходних.

ЗАДАТАК 58

Конструисати тактовани Т флип-флоп, код кога је нула активна вредност сигнала такта и нула активна вредност улазног сигнала Т, користећи асинхрони RS флип-флоп са НИ елементима и минималан број НИ елементе.

РЕШЕЊЕ

У овом задатку потребно је реализовати синхрони флип-флоп Т типа, коришћењем асинхроних флип-флопова RS типа са НИ елементима. Асинхрони флип-флоп RS типа приказан је на слици (R и S представљају улазе, а Q је излаз):



Прво је потребно знати функцију прелаза или функцију следећег стања за Т флип-флоп, код кога је 0 активна вредност улазних сигнала:

T	Q(t+1)
0	\bar{Q}
1	Q

Закон функционисања овог флип-флопа може се записати овако: $Q(t+1) = \bar{T} \cdot \bar{Q} + T \cdot Q$

Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити асинхроне RS флип-флопове код којих је на улазима S и R 0 активна вредност улазних сигнала, а 1 неактивна вредност, и који на излазу Q има 1 као активну и 0 као неактивну вредност, потребно је знати таблицу побуде RS флип-флопа код којих је 0 активна вредност улазних сигнала:

Q(t)	Q(t+1)	R	S
0	0	b	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	1	b

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за RS флип флопове код којих је 0 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

Ову таблицу попуњавамо, тако што прво испишемо све комбинације за улазне сигнале мреже (сигнал такта C, сигнал T и сигнал стања Q(t)), затим формирамо комбинациону таблицу прелаза из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ на основу функције прелаза за флип-флоп типа T, а на основу сваког прелаза из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и таблице побуде RS флип-флопа, добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за флип-флоп који желимо да конструишемо.

C	T	Q(t)	Q(t+1)	R	S
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	b	1
0	1	1	1	1	b
1	0	0	0	b	1
1	0	1	1	1	b
1	1	0	0	b	1
1	1	1	1	1	b

Према правилима за одређивање минималне ДНФ прекидачке функције, помоћу Карноове карте, за функцију која има три променљиве C, T и Q(t), добијамо:

За излазни сигнал R:

CT \ Q(t)	00	01	11	10
0	1	b	b	b
1	0	1	1	1

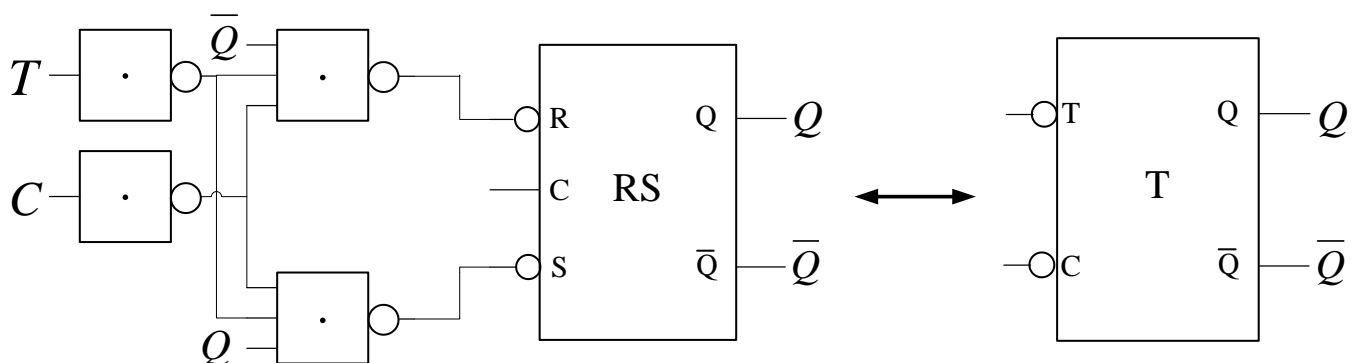
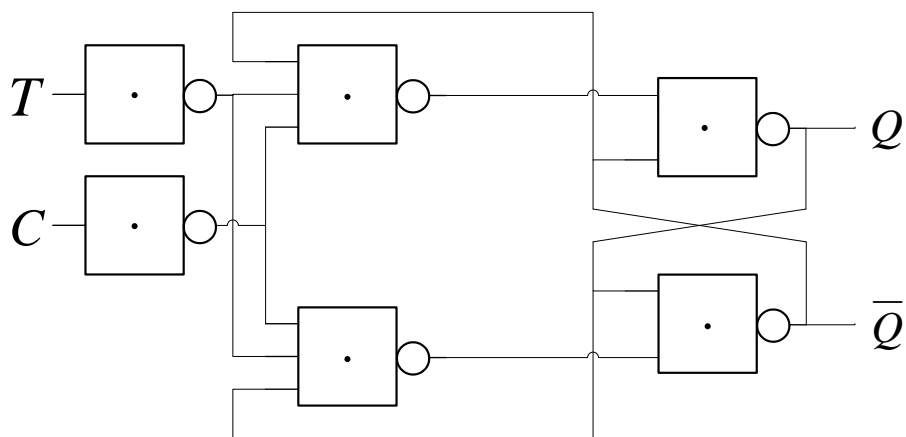
За излазни сигнал S:

CT \ Q(t)	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	1	b	b	b

Добијамо ДНФ за сигнале R и S:

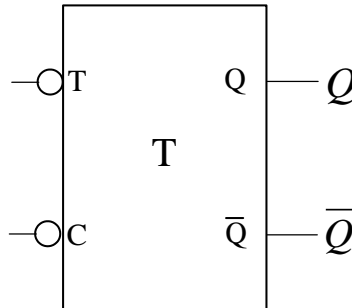
$$R = C + T + \bar{Q} = \overline{\overline{C + T + \bar{Q}}} = \overline{\bar{C} \cdot \bar{T} \cdot Q}$$

$$S = C + T + Q = \overline{\overline{C + T + Q}} = \overline{\bar{C} \cdot \bar{T} \cdot \bar{Q}}$$



ЗАДАТАК 59

Конструисати тактовани JK флип-флоп, код кога је један активна вредност улазних сигнала J и K, користећи тактовани T флип-флоп са инвертованим улазом T, приказаним на слици, и минималан број НИ елемената.



РЕШЕЊЕ

У овом задатку потребно је реализовати синхрони флип-флоп JK типа, коришћењем синхроних флип-флопова T типа са инвертованим улазом T. Синхрони флип-флоп T типа дат је на слици (T представља улаз, а Q је излаз).

Прво је потребно знати функцију прелаза или функцију следећег стања за JK флип-флоп, код кога је 1 активна вредност улазних сигнала:

J	K	$Q(t+1)$
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}

Закон функционисања овог флип-флопа може се записати овако: $Q(t+1) = J \cdot \bar{Q} + \bar{K} \cdot Q$

Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити синхроне T флип-флопове код којих је на улазу T 0 активна вредност улазних сигнала (а 1 неактивна вредност), потребно је знати таблицу побуде T флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала:

$Q(t)$	$Q(t+1)$	T
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за T флип флопове код којих је 0 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

Ову таблицу попуњавамо, тако што прво испишемо све комбинације за улазне сигнале мреже (улазни сигнали J и K и сигнал стања $Q(t)$), затим формирамо комбинациону таблицу прелаза из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ на

основу функције прелаза за флип-флоп типа JK, а на основу сваког прелаза из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и таблице побуде T флип-флопа, добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за флип-флоп који желимо да конструишемо.

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

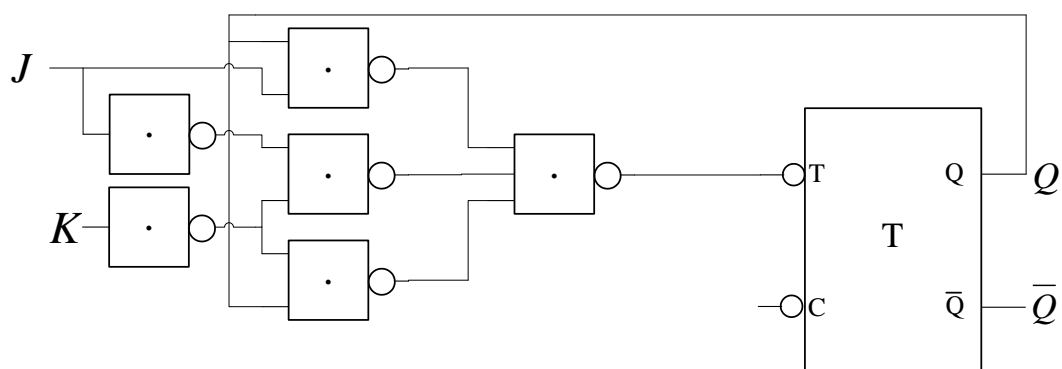
Према правилима за одређивање минималне ДНФ прекидачке функције, помоћу Карноове карте, за функцију која има три променљиве J, K и Q(t), добијамо:

За излазни сигнал T:

JK Q(t)	JK			
	00	01	11	10
0	1	1	0	0
1	1	0	0	1

$$T = J \cdot Q + \bar{J} \cdot \bar{K} + \bar{K} \cdot Q$$

$$T = \overline{J \cdot Q + \bar{J} \cdot \bar{K} + \bar{K} \cdot Q} = \overline{J \cdot Q} \cdot \overline{\bar{J} \cdot \bar{K}} \cdot \overline{\bar{K} \cdot Q}$$

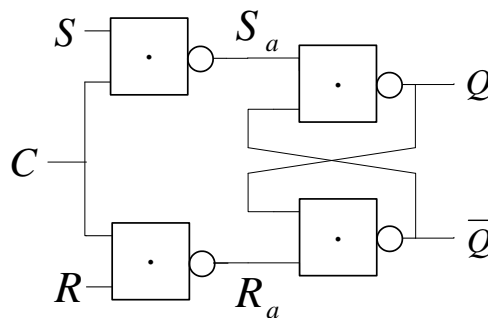


ЗАДАТАК 60

Пројектовати *Master-Slave* JK флип-флоп, код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, користећи тактовани RS флип-флоп са НИ елементима и минималан број НИ елементе.

РЕШЕЊЕ

У овом задатку потребно је реализовати *Master-Slave* JK флип-флоп, коришћењем тактованих (синхроних) флип-флопова RS типа са НИ елементима. Синхрони флип-флоп RS типа приказан је на слици. С, R и S представљају улазе, а Q је излаз. На улазима С, R и S нула је неактивна, а јединица активна вредност. На излазу Q нула је неактивна, а јединица активна вредност.



Master-Slave JK флип-флоп састоји се из два степена, улазног степена - *Master* и излазног - *Slave*. Сваки од та два степена представља тактовани флип-флоп, али тако да се на први степен доводи директна вредност сигнала такта, док се на други степен доводи комплемент сигнала такта. На овај начин се постиже да се први степен мења само док је сигнал такта на активној вредности, док за то време други степен држи константну вредност. Када се промени вредност сигнала такта, излаз првог степена постаје константан, док излаз другог степена може да се мења. Пошто се излаз првог степена држи константним, излаз другог степена ће се променити само на промену сигнала такта при преласку са активне на неактивну вредност за први степен. На тај начин је постигнуто да се користећи два синхрона флип-флопа пројектује синхрони флип-флоп који има два степена.

Поступак конструкције *Master-Slave* флип-флопа је исти као и поступак конструкције тактованих флип-флопова користећи асинхроне RS флип-флопове, само се на улазе R и S тих флип-флопова доводи стање излазног степена. Прво се уоче сви улазни сигнали, у овом примеру то су С, J и K. Онда се на основу улазних сигнала и стања Q излазног степена формира ново стање које је потребно да се на излазу генерише у следећем такту $Q(t+1)$. Када се одреди шта представља излаз онда се прелази на одређивање функције израза за улазе R и S, а то су улази другог степена. Вредности тих улаза добијају се из таблице побуда тактованог RS флип-флопа.

Дакле, прво је потребно знати функцију прелаза или функцију следећег стања за JK флип-флоп, код кога је 1 активна вредност улазних сигнала:

J	K	$Q(t+1)$
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}

Закон функционисања овог флип-флопа може се записати овако: $Q(t+1) = J \cdot \bar{Q} + \bar{K} \cdot Q$

На основу улазних сигнала C, J и K, формирамо комбинациону таблицу прелаза из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ на основу закона функционисања флип-флопа типа JK, чији су улази активни у 1:

C	J	K	$Q(t)$	$Q(t+1)$
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити синхроне RS флип-флопове код којих је на улазима S и R 1 активна вредност улазних сигнала, а 0 неактивна вредност, и који на излазу Q има 1 као активну и 0 као неактивну вредност, потребно је знати таблицу побуде RS флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала:

$Q(t)$	$Q(t+1)$	R	S
0	0	b	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	b

Сада ћемо на основу ове таблице, и раније добијене комбинационе таблице прелаза за JK флип-флоп, формирати комбинациону таблицу прелаза и побуда:

C	J	K	$Q(t)$	$Q(t+1)$	R	S
0	0	0	0	0	b	0
0	0	0	1	1	0	b
0	0	1	0	0	b	0
0	0	1	1	1	0	b
0	1	0	0	0	b	0
0	1	0	1	1	0	b
0	1	1	0	0	b	0
0	1	1	1	1	0	b
1	0	0	0	0	b	0
1	0	0	1	1	0	b
1	0	1	0	0	b	0

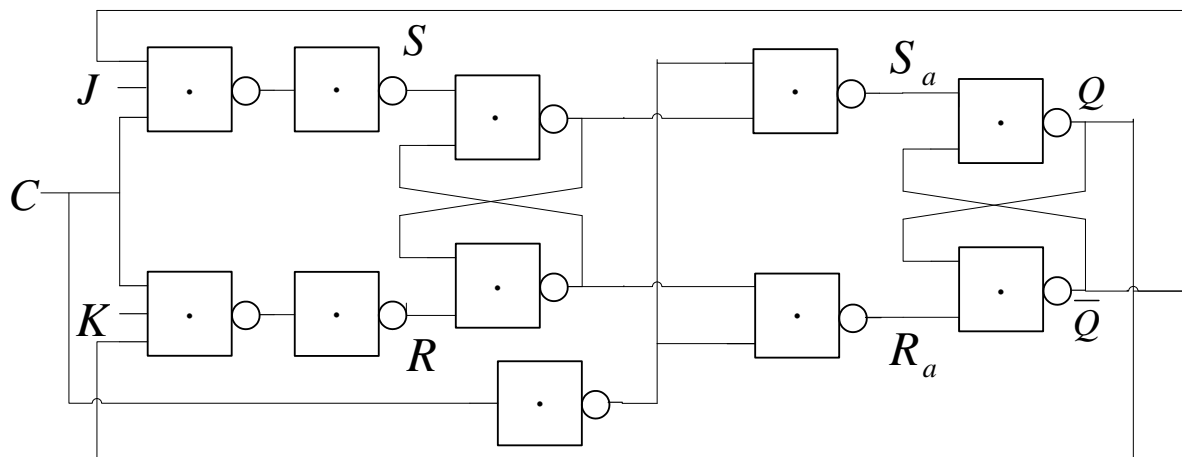
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	b
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1	0

Коришћењем Карноових карти одређујемо изразе за улазе R и S:

$$R = C \cdot K \cdot Q = \overline{\overline{C \cdot K \cdot Q}}$$

$$S = C \cdot J \cdot \overline{Q} = \overline{\overline{C \cdot J \cdot \overline{Q}}}$$

Излазни степен *Master-Slave* флип-флопа има увек исту структуру. Она се састоји од једног асинхроног флип-флопа на који је доведен излаз претходног степена флип-флопа помножен неактивном вредношћу сигнала такта. На следећој слици приказа на је реализација овог флип-флопа:



ЗАДАТАК 61

Пројектовати *Master-Slave* T флип-флоп, код кога је 0 активна вредност улазних сигнала, користећи тактовани RS флип-флоп са НИЛИ елементима и минималан број НИЛИ елементе.

РЕШЕЊЕ

Закон функционисања T флип-флопа, код кога је 0 активна вредност:

T	Q(t+1)
0	\overline{Q}
1	Q

$$Q(t+1) = \overline{T} \cdot \overline{Q} + T \cdot Q$$

На основу улазних сигнала C и T, формирамо комбинациону таблицу прелаза из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ на основу закона функционисања флип-флопа типа T, чији су улази активни у 0:

C	T	Q(t)	Q(t+1)
0	0	0	1
0	0	1	0

0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити синхроне RS флип-флопове код којих је на улазима S и R 0 активна вредност улазних сигнала, а 1 неактивна вредност, и који на излазу Q има 1 као активну и 0 као неактивну вредност, потребно је знати таблицу побуде RS флип-флопа код којих је 0 активна вредност улазних сигнала:

Q(t)	Q(t+1)	R	S
0	0	b	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	1	b

Сада ћемо на основу ове таблице, и раније добијене комбинационе таблице прелаза за Т флип-флоп, формирати комбинациону таблицу прелаза и побуда:

C	T	Q(t)	Q(t+1)	R	S
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	b	1
0	1	1	1	1	b
1	0	0	0	b	1
1	0	1	1	1	b
1	1	0	0	b	1
1	1	1	1	1	b

$$R = C + T + \overline{Q} = \overline{\overline{C + T + Q}}$$

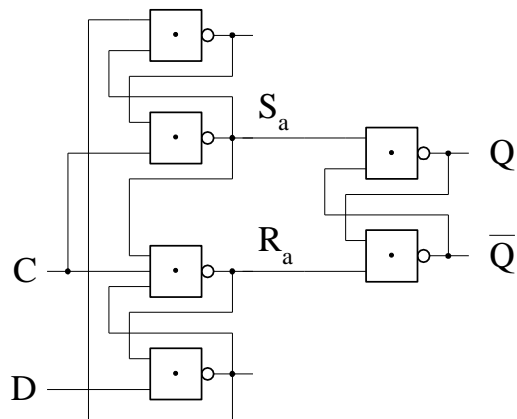
$$S = C + T + Q = \overline{\overline{C + T + Q}}$$

ЗАДАТАК 62

Нацртати ЕТ (*edge-triggered*) флип-флоп D типа, а затим конструисати ЕТ флип-флоп JK типа користећи ЕТ флип-флоп D типа.

РЕШЕЊЕ

У овом задатку прво ћемо приказати тактовани ЕТ флип-флоп D типа:



ЕТ флип-флоп JK типа реализоваћемо стандардним поступком синтезе секвенцијалне прекидачке мреже тако што ћемо реализовати комбинациону прекидачку мрежу која генерише сигнал побуде за ЕТ флип-флоп D типа и њен излаз веже на улаз D ЕТ флип-флопа.

Функција прелаза JK флип-флопа је: $Q(t+1) = J \cdot \bar{Q} + \bar{K} \cdot Q$

Она треба да буде реализована побуђивањем D флип-флопа чија је функција прелаза: $Q(t+1) = D$

Из претходна два израза следи да је функција побуде D флип-флопа: $D = J \cdot \bar{Q} + \bar{K} \cdot Q$

