Вступ

Курсова робота виконана за номером технічного завдання 2114_{10} (100001000010_2) і складається з двох частин: синтез автомата та синтез комбінаційних схем.

Вихідними даними при синтезі автомата є заданий алгоритм, тип тригера та елементна база. Вихідними даними при синтезі комбінаційних схем є таблиця істиності та елементна база.

2. Синтез автомата

Відповідно до технічного завдання складаємо графічну схему алгоритму з урахуванням тривалості сигналів та робимо розмітку станів автомата.

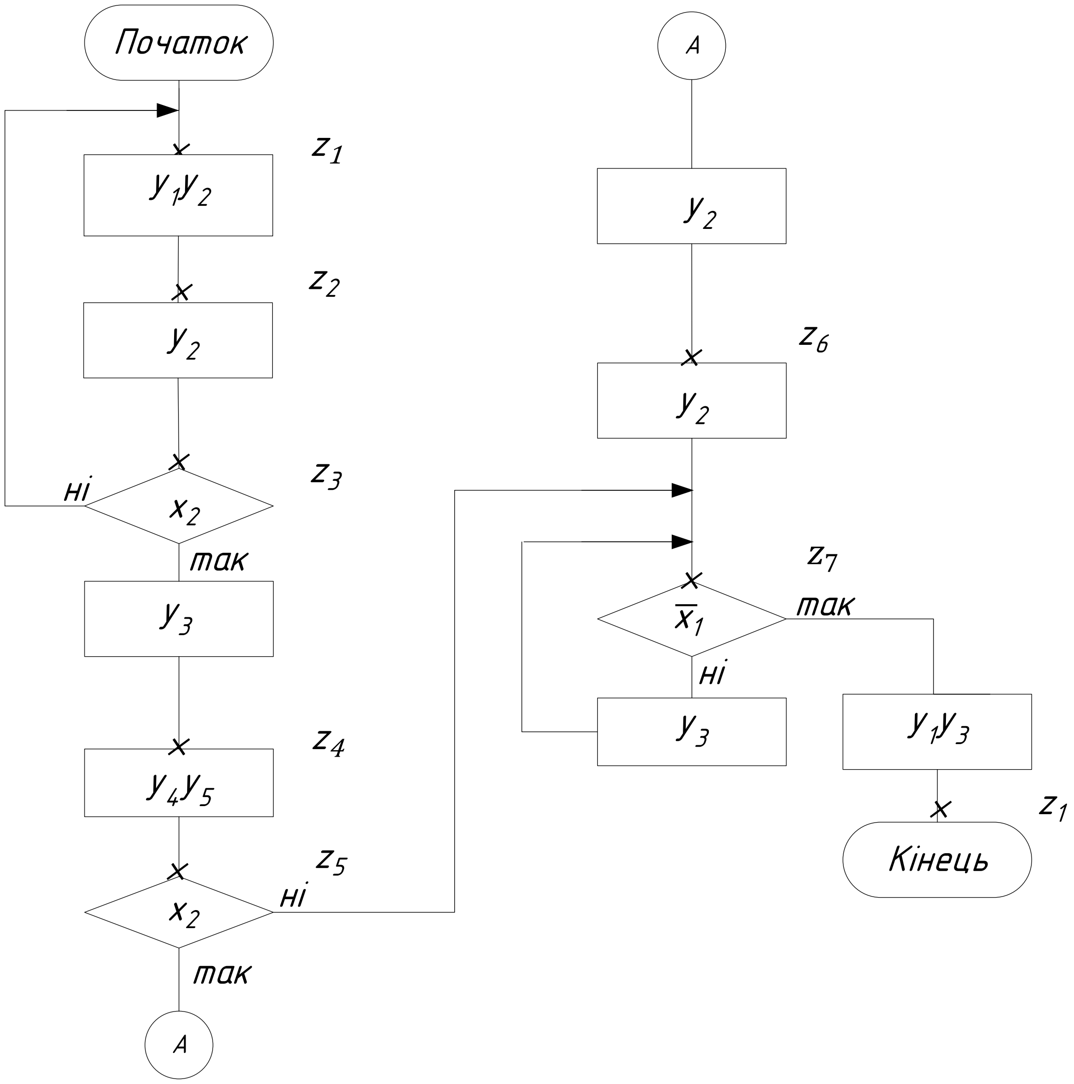

Рисунок 2.1

Згідно блок-схеми алгоритму будуємо граф автомату і виконаємо кодування станів автомату. Кожному переходові автомата з одного стану віншиий відповідає дуга графа. Дузі приписується логічна умова за якої здійснюється перехід автомата з одного стану в інший, а також набір управляючих сигналів, що відповідають даному переходові. Для забезпечення сусіднього кодування станів автомата вводимо 3 додаткові вершини.

Кількість тригерів, необхідних для організації пам'яті автомата визначаємо із співвідношення $m >]\log_2 M[$; $m =]\log_2 10[= 4$.

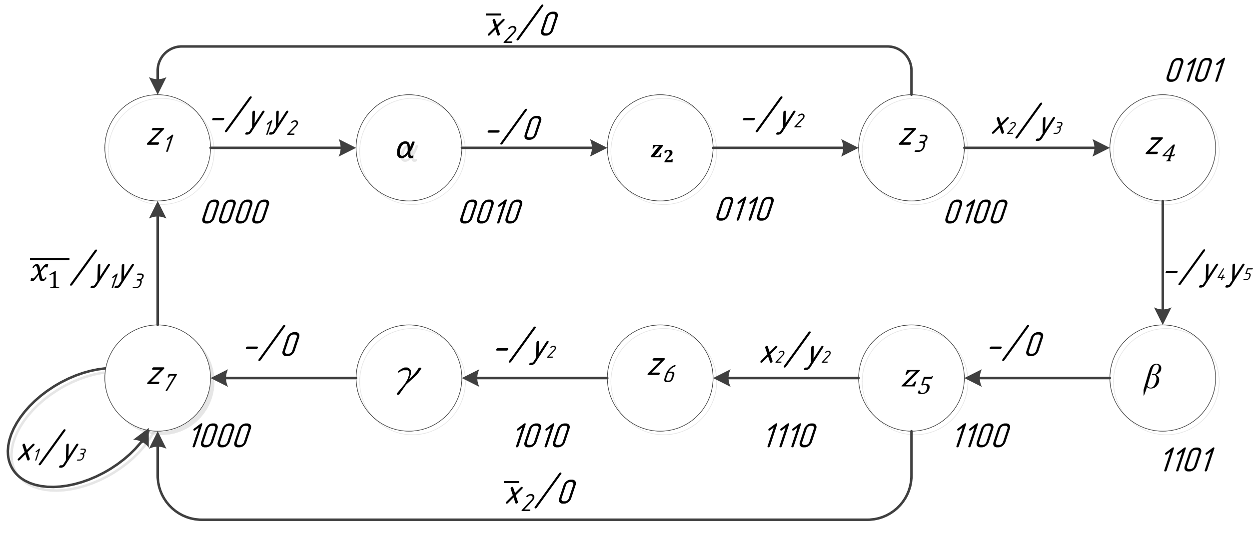

Рисунок 2.2

Відповідно до технічного завдання використовуватимемо RS-тригер. Складемо таблицю переходів цього типу тригерерів.

Таблиця 2.1

Перехід	R	S
0→0	–	0
0→1	0	1
1→0	1	0
1→1	0	–

Використовуючи дані рисунків 2.1 і 2.2 заповнимо структурну таблицю автомата.

Таблиця 2.2

	Код ПС					Код СП				Логічна умова		Керуючі сигнали					Функції збудження тригерів							
ПС	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1	СП	Q_4	Q_3'	Q_2'	Q1'	X_1'	X_2'	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	R_4	S_4	R_3	S_3	R_2	S_2	R_1	S_1
Z_1	0	0	0	0	α	0	0	1	0	–	–	1	1	0	0	0	–	0	–	0	0	1	–	0
α	0	0	1	0	Z_2	0	1	1	0	–	–	0	0	0	0	0	–	0	0	1	0	–	–	0
Z_2	0	1	1	0	Z_3	0	1	0	0	–	–	0	1	0	0	0	–	0	0	–	1	0	–	0
Z_3	0	1	0	0	Z_1	0	0	0	0	–	0	0	0	0	0	0	–	0	1	0	–	0	–	0
Z_3	0	1	0	0	Z_4	0	1	0	1	–	1	0	0	1	0	0	–	0	0	–	–	0	0	1
Z_4	0	1	0	1	β	1	1	0	1	–	–	0	0	0	1	1	0	1	0	–	–	0	0	–
β	1	1	0	1	Z_5	1	1	0	0	–	–	0	0	0	0	0	0	–	0	–	–	0	1	0
Z_5	1	1	0	0	Z_6	1	1	1	0	–	1	0	1	0	0	0	0	–	0	–	0	1	–	0
Z_5	1	1	0	0	Z_7	1	0	0	0	–	0	0	0	0	0	0	0	–	1	0	–	0	–	0
Z_6	1	1	1	0	γ	1	0	1	0	–	–	0	1	0	0	0	0	–	1	0	0	–	–	0
γ	1	0	1	0	Z_7	1	0	0	0	–	–	0	0	0	0	0	0	–	–	0	1	0	–	0
Z_7	1	0	0	0	Z_1	0	0	0	0	0	–	1	0	1	0	0	1	0	–	0	–	0	–	0

ПС–початковий стан, СП–стан переходу.

На підставі структурної таблиці(табл. 2.2) автомата визначаємо МДНФ функції збудження тригерів і функцій управляючих сигналів, враховуючи заданий елементний базис(3АБО, 4І, НЕ). Аргументами функцій тригерів та вихідних сигналів є коди станів та вхідні сигнали. Для отримання МДНФ функцій використаємо метод діаграм Вейча(Рисунки 2.3–2.14).

y_1

		Q_3	Q_3	Q_3	Q_3					
		Q_1	Q_1			Q_1	Q_1			
Q_4	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	
Q_4	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	0	0	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	0	0	–	–	1	1	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	X_1
		0	0	0	0	–	–	1	1	X_1
		0	0	0	0	–	–	1	1	
			X_2	X_2			X_2	X_2		

$$f_1 = \overline{Q}_3\overline{Q}_2\overline{x}_1 \vee \overline{Q}_4\overline{Q}_3\overline{Q}_2$$

Рисунок 2.3

$$f_2 = \overline{Q}_4\overline{Q}_3\overline{Q}_2 \vee Q_3Q_2 \vee Q_4Q_3\overline{Q}_1x_2$$

y_2

		Q_3	Q_3	Q_3	Q_3					
		Q_1	Q_1			Q_1	Q_1			
Q_4	Q_2	–	–	1	1	–	–	0	0	
Q_4	Q_2	–	–	1	1	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	1	0	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	1	0	–	–	0	0	
	Q_2	–	–	1	1	–	–	0	0	
	Q_2	–	–	1	1	–	–	0	0	X_1
		0	0	0	0	–	–	1	1	X_1
		0	0	0	0	–	–	1	1	
			X_2	X_2			X_2	X_2		

Рисунок 2.4

$$f_3 = Q_4\overline{Q}_3\overline{Q}_2 \vee Q_4Q_3\overline{Q}_2\overline{Q}_1x_2$$

y_3

		Q_3	Q_3	Q_3	Q_3					
		Q_1	Q_1			Q_1	Q_1			
Q_4	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	
Q_4	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	0	0	–	–	1	1	X_1
Q_4		0	0	0	0	–	–	1	1	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	X_1
		0	0	1	0	–	–	0	0	X_1
		0	0	1	0	–	–	0	0	
			X_2	X_2			X_2	X_2		

Рисунок 2.5

$y_4\ y_5$

$f_{4,5} = \overline{Q}_4 Q_1$

		Q_3, Q_1	Q_3, Q_1, X_2	Q_3, X_2	Q_3	Q_1	Q_1, X_2	X_2		
Q_4	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	
Q_4	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	0	0	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	0	0	–	–	0	0	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	X_1
		1	1	0	0	–	–	0	0	X_1
		1	1	0	0	–	–	0	0	

Рисунок 2.6

R_4 $\quad R_4 = \overline{Q}_3 \overline{Q}_2 \overline{Q}_1 \overline{x}_1$

		Q_3, Q_1	Q_3, Q_1, X_2	Q_3, X_2	Q_3	Q_1	Q_1, X_2	X_2		
Q_4	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	
Q_4	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	0	0	–	–	0	0	X_1
Q_4		0	0	0	0	–	–	1	1	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	–	–	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	–	–	X_1
		0	0	0	0	–	–	–	–	X_1
		0	0	0	0	–	–	–	–	

Рисунок 2.7

S_4 $\quad S_4 = Q_3 Q_1$

		Q_3, Q_1	Q_3, Q_1, X_2	Q_3, X_2	Q_3	Q_1	Q_1, X_2	X_2		
Q_4	Q_2	–	–	–	–	–	–	–	–	
Q_4	Q_2	–	–	–	–	–	–	–	–	X_1
Q_4		–	–	–	–	–	–	–	–	X_1
Q_4		–	–	–	–	–	–	0	0	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	
	Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0	X_1
		1	1	0	0	–	–	0	0	X_1
		1	1	0	0	–	–	0	0	

Рисунок 2.8

R_3 $R_3 = Q_4Q_2 \vee \overline{Q}_2\overline{Q}_1\overline{x}_2$

–	–	1	1	–	–	–	–
–	–	1	1	–	–	–	–
–	–	–	1	–	–	–	–
–	–	–	1	–	–	–	–
–	–	0	0	–	–	0	0
–	–	0	0	–	–	0	0
0	0	0	1	–	–	–	–
0	0	0	1	–	–	–	–

Рисунок 2.9

S_3 $S_3 = \overline{Q}_4Q_2$

–	–	0	0	–	–	0	0
–	–	0	0	–	–	0	0
–	–	–	0	–	–	0	0
–	–	–	0	–	–	0	0
–	–	0	0	–	–	1	1
–	–	0	0	–	–	1	1
–	–	–	0	–	–	0	0
–	–	–	0	–	–	0	0

Рисунок 2.10

R_2 $R_2 = Q_4\overline{Q}_3 \vee \overline{Q}_4Q_3$

–	–	0	0	–	–	1	1
–	–	0	0	–	–	1	1
–	–	0	–	–	–	–	–
–	–	0	–	–	–	–	–
–	–	1	1	–	–	0	0
–	–	1	1	–	–	0	0
–	–	–	–	–	–	0	0
–	–	–	–	–	–	0	0

Рисунок 2.11

S_2

	$Q_3\ Q_1$	$Q_3\ Q_1\ X_2$	$Q_3\ X_2$	Q_3	Q_1	$Q_1\ X_2$	X_2	
$Q_4\ Q_2$	–	–	–	–	–	–	0	0
$Q_4\ Q_2\ X_1$	–	–	–	–	–	–	0	0
$Q_4\ X_1$	0	0	1	0	–	–	0	0
Q_4	0	0	1	0	–	–	0	0
Q_2	–	–	0	0	–	–	–	–
$Q_2\ X_1$	–	–	0	0	–	–	–	–
X_1	1	1	0	0	–	–	1	1
	1	1	0	0	–	–	1	1

$$S_2 = \overline{Q}_4\overline{Q}_3 \vee Q_4 Q_3 \overline{Q}_1 x_2$$

Рисунок 2.12

R_1 $R_1 = Q_4$

	$Q_3\ Q_1$	$Q_3\ Q_1\ X_2$	$Q_3\ X_2$	Q_3	Q_1	$Q_1\ X_2$	X_2	
$Q_4\ Q_2$	–	–	–	–	–	–	–	–
$Q_4\ Q_2\ X_1$	–	–	–	–	–	–	–	–
$Q_4\ X_1$	1	1	–	–	–	–	–	–
Q_4	1	1	–	–	–	–	–	–
Q_2	–	–	–	–	–	–	–	–
$Q_2\ X_1$	–	–	–	–	–	–	–	–
X_1	0	0	0	–	–	–	–	–
	0	0	0	–	–	–	–	–

Рисунок 2.13

S_1 $S_1 = \overline{Q}_4 Q_3 \overline{Q}_2 x_2$

	$Q_3\ Q_1$	$Q_3\ Q_1\ X_2$	$Q_3\ X_2$	Q_3	Q_1	$Q_1\ X_2$	X_2	
$Q_4\ Q_2$	–	–	0	0	–	–	0	0
$Q_4\ Q_2\ X_1$	–	–	0	0	–	–	0	0
$Q_4\ X_1$	0	0	0	0	–	–	0	0
Q_4	0	0	0	0	–	–	0	0
Q_2	–	–	0	0	–	–	0	0
$Q_2\ X_1$	–	–	0	0	–	–	0	0
X_1	–	–	1	0	–	–	0	0
	–	–	1	0	–	–	0	0

Рисунок 2.14

Функціональну схему управляючого автомата будуємо за отриманими формами функцій управляючих сигналів та функцій збудження тригерів.

3. Синтез комбінаційних схем

Дано систему з 4 перемикальних функцій (табл 2.9). Представимо функцію f4 в канонічних формах алгебр Буля, Шефера, Пірса та Жегалкіна.

1. Алгебра Буля {І, АБО, НЕ}

$$f_{4\,ДДНФ}=\overline{x}_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1 \vee x_4\overline{x}_3\overline{x}_2\overline{x}_1\vee x_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1\vee x_4\overline{x}_3x_2x_1\vee x_4x_3\overline{x}_2\overline{x}_1\vee x_4x_3x_2x_1$$

$$f4_{4\,ДКНФ}= (x_4\vee x_3\vee x_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee\overline{x}_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee\overline{x}_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee\overline{x}_1)\cdot(\overline{x}_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(\overline{x}_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee\overline{x}_1)\cdot(\overline{x}_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)$$

2. Алгебра Шефера {І-НЕ} Отримується з ДДНФ при застосуванні правил де Моргана та аксіоми $x/x=\overline{x\cdot x}=\overline{x}$.

$$f_4=(\overline{x}_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1)\vee(x_4\overline{x}_3\overline{x}_2\overline{x}_1)\vee(x_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1)\vee(x_4\overline{x}_3x_2x_1)\vee(x_4x_3\overline{x}_2\overline{x}_1)\vee(x_4x_3x_2x_1) =$$

$$= \overline{\overline{(\overline{x}_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1)\vee(x_4\overline{x}_3\overline{x}_2\overline{x}_1)\vee(x_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1)\vee(x_4\overline{x}_3x_2x_1)\vee(x_4x_3\overline{x}_2\overline{x}_1)\vee(x_4x_3x_2x_1)}}$$

$$= \overline{\overline{(\overline{x}_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1)}\cdot\overline{(x_4\overline{x}_3\overline{x}_2\overline{x}_1)}\cdot\overline{(x_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1)}\cdot\overline{(x_4\overline{x}_3x_2x_1)}\cdot\overline{(x_4x_3\overline{x}_2\overline{x}_1)}\cdot\overline{(x_4x_3x_2x_1)}}=$$

$$= ((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/(x_4/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/(x_1/x_1)/(x_4/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/(x_4/(x_3/x_3)/x_2/x_3)/(x_4/x_3/(x_2/x_2)/(x_1/x_1))/(x_4/x_3/x_2/x_1)$$

3. Алгебра Пірса {АБО-НЕ} Отримується з ДКНФ за допомогою правил де Моргана та аксіоми $x\downarrow x=\overline{x\cdot x}=\overline{x}$

$$f_4=(x_4\vee x_3\vee x_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee\overline{x}_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee\overline{x}_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee\overline{x}_1)\cdot(\overline{x}_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(\overline{x}_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee\overline{x}_1)\cdot(\overline{x}_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee x_1) =$$

$$=\overline{\overline{(x_4\vee x_3\vee x_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee\overline{x}_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee\overline{x}_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(x_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee\overline{x}_1)\cdot(\overline{x}_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)\cdot(\overline{x}_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee\overline{x}_1)\cdot(\overline{x}_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)}} =$$

$$=\overline{\overline{(x_4\vee x_3\vee x_2\vee x_1)}\vee\overline{(x_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)}\vee\overline{(x_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee\overline{x}_1)}\vee\overline{(x_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee x_1)}\vee\overline{(x_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee\overline{x}_1)}\vee\overline{(x_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)}\vee\overline{(x_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee\overline{x}_1)}\vee\overline{(\overline{x}_4\vee x_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)}\vee\overline{(\overline{x}_4\vee\overline{x}_3\vee x_2\vee\overline{x}_1)}\vee\overline{(\overline{x}_4\vee\overline{x}_3\vee\overline{x}_2\vee x_1)}} =$$

$$= (x_4\downarrow x_3\downarrow x_2\downarrow x_1)\downarrow(x_4\downarrow x_3\downarrow\overline{x}_2\downarrow x_1)\downarrow(x_4\downarrow x_3\downarrow\overline{x}_2\downarrow\overline{x}_1)\downarrow(x_4\downarrow\overline{x}_3\downarrow x_2\vee\downarrow)\downarrow(x_4\downarrow\overline{x}_3\downarrow x_2\downarrow\overline{x}_1)\downarrow(x_4\downarrow\overline{x}_3\downarrow\overline{x}_2\downarrow x_1)\downarrow(x_4\downarrow\overline{x}_3\downarrow\overline{x}_2\downarrow\overline{x}_1)\downarrow(\overline{x}_4\downarrow x_3\downarrow\overline{x}_2\downarrow x_1)\downarrow(\overline{x}_4\downarrow\overline{x}_3\downarrow x_2\downarrow\overline{x}_1)\downarrow(\overline{x}_4\downarrow\overline{x}_3\downarrow\overline{x}_2\downarrow x_1) =$$

$$(x_4\downarrow x_3\downarrow x_2\downarrow x_1)\downarrow(x_4\downarrow x_3\downarrow(x_2\downarrow x_2)\downarrow x_1)\downarrow(x_4\downarrow x_3\downarrow(x_2\downarrow x_2)\downarrow(x_1\downarrow x_1))\downarrow(x_4\downarrow(x_3\downarrow x_3)\downarrow x_2\downarrow x_1)\downarrow(x_4\downarrow(x_3\downarrow x_3)\downarrow x_2\downarrow(x_1\downarrow x_1))\downarrow(x_4\downarrow(x_3\downarrow x_3)\downarrow(x_2\downarrow x_2)\downarrow x_1)\downarrow((x_4\downarrow x_4)\downarrow(x_3\downarrow x_3)\downarrow x_2\downarrow(x_1\downarrow x_1))\downarrow((x_4\downarrow x_4)\downarrow(x_3\downarrow x_3)\downarrow(x_3\downarrow x_3)\downarrow x_1)$$

4. Алгебра Жегалкіна {ВИКЛЮЧНЕ АБО, І, const 1}

- Виписуємо ДДНФ функції:

$$f_{4\,ДДНФ}=\overline{x}_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1 \vee x_4\overline{x}_3\overline{x}_2\overline{x}_1\vee x_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1\vee x_4\overline{x}_3x_2x_1\vee x_4x_3\overline{x}_2\overline{x}_1\vee x_4x_3x_2x_1$$

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	

- *Замінюємо знак операції АБО між термами на ВИКЛЮЧНЕ АБО.*

$$f_4 = \overline{x}_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1 \oplus x_4\overline{x}_3\overline{x}_2\overline{x}_1 \oplus x_4\overline{x}_3\overline{x}_2x_1 \oplus x_4\overline{x}_3x_2x_1 \oplus x_4x_3\overline{x}_2\overline{x}_1 \oplus x_4x_3x_2x_1$$

- *Кожен аргумент із запереченням замінюємо на його суму по модулю 2 з одиницею згідно аксіоми* $\overline{x}=x\oplus 1$

$$f_4 = (x_4\oplus 1)(x_3\oplus 1)(x_2\oplus 1)x_1 \oplus x_4(x_3\oplus 1)(x_2\oplus 1)(x_1\oplus 1) \oplus x_4(x_3\oplus 1)(x_2\oplus 1)x_1 \oplus x_4(x_3\oplus 1)x_2x_1 \oplus x_4x_3(x_2\oplus 1)(x_1\oplus 1) \oplus x_4x_3x_2x_1$$

- *Розкриваємо дужки і спрощуємо вираз шляхом видалення парних термів за аксіомами* $x\oplus x=0$, $x\oplus 0=x$

$$f_4 = (x_4x_1\oplus x_1)(x_3\oplus 1)(x_2\oplus 1) \oplus (x_4x_3\oplus x_4)(x_2x_1\oplus x_2\oplus x_1\oplus 1) \oplus (x_4x_3x_1\oplus x_4x_1)(x_2\oplus 1) \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_4x_2x_1 \oplus (x_4x_3x_2\oplus x_4x_3)(x_1\oplus 1)x_4x_3x_2x_1 =$$

$$x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_1\oplus x_4x_2x_1\oplus x_4x_1\oplus x_3x_2x_1\oplus x_3x_1\oplus x_2x_1\oplus x_1\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_2\oplus$$
$$x_4x_3x_1\oplus x_4x_3\oplus x_4x_2x_1\oplus x_4x_2\oplus x_4x_1\oplus x_4\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_1\oplus x_4x_2x_1\oplus x_4x_1\oplus x_4x_3x_2x_1$$
$$x_4x_2x_1\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_2\oplus x_4x_3x_1\oplus x_4x_3\oplus x_4x_3x_2x_1 = x_4x_3x_2\oplus x_4x_3x_1\oplus x_4x_3\oplus$$
$$x_4x_3x_2x_1$$

Визначимо приналежність перемикальної функції f_4 п'яти передповних класів:

- K_0 : $f(0,0,0,0)=0$ – *зберігає 0;*
- K_1: $f(1,1,1,1)=1$ – *зберігає 1;*
- $K_с$ $f(0,0,1,1)=0$, $f(1,1,0,0)=1$ – *самодвоїста*
- $K_м$ $f(1,1,0,0)=1$, $f(1,1,0,1)=0$, $f(1,1,0,1)< f(1,1,0,0)$ – *не монотонна*
- $K_л$ *поліном Жегалкіна не лінійний – не лінійна*

Результати зведемо до таблиці

Табл 3.1

f_4	K_0	K_1	$K_с$	$K_м$	$K_л$
	+	+	+	–	–

Мінімізація функції f_4 методом Квайна-Мак-Класкі

Виходячи з таблиці записуємо в першу колонку ДДНФ функції поєднуючи набори у групи за кількістю одиниць. Виконуючи склеювання формуємо другу колонку, після виконання поглинань одержуємо СДНФ функції.

~~0001~~
~~1000~~

~~1001~~
~~1100~~

~~1011~~

~~1111~~

X001
100X
1X00
10X1
1111

Для знаходження МДНФ будуємо таблицю покриття. Одержані прості імпліканти запишемо у таблицю покриття.

Таблиця 3.2

	0001	1000	1001	1100	1011	1111
X001	⊕		⊕			
100X		+	+			
1X00		⊕		⊕		
10X1			+		+	
1X11					⊕	⊕

В ядро функції входять ті терми, без яких неможливо покрити хоча б одну імпліканту.

Ядро = $\{\bar{x}_3\bar{x}_2x_1;x_4\bar{x}_2\bar{x}_1;x_4x_2x_1\}$

В МДНФ функції входять всі терми ядра а також ті терми, що забезпечують покриття всієї функції з мінімальною ціною. З таблиці бачимо, що МДНФ рівне ядру. $f_{4МДНФ} = \bar{x}_3\bar{x}_2x_1 \vee x_4\bar{x}_2\bar{x}_1 \vee x_4x_2x_1$

Мінімізація функції f_4 методом невизначених коефіцієнтів

Складаємо таблицю{табл3.3) коефіцієнтів.

Таблиця 3.3

F	x_4	x_3	x_2	x_1	x_4x_3	x_4x_2	x_4x_1	x_3x_2	x_3x_1	x_2x_1	$x_4x_3x_2$	x_4x_3x	x_4x_2x	$x_3x_2x_1$	$x_4x_3x_2x_1$
0	~~0~~	~~0~~	~~0~~	~~0~~	~~00~~	~~00~~	~~00~~	~~00~~	~~00~~	~~00~~	~~000~~	~~000~~	~~000~~	~~000~~	~~0000~~
1	~~0~~	~~0~~	~~0~~	~~1~~	~~00~~	~~00~~	~~01~~	~~00~~	~~01~~	~~01~~	~~000~~	~~001~~	~~001~~	$\boxed{001}$	~~0001~~
0	~~0~~	~~0~~	~~1~~	~~0~~	~~00~~	~~01~~	~~00~~	~~01~~	~~00~~	~~10~~	~~001~~	~~000~~	~~010~~	~~010~~	~~0010~~
0	~~0~~	~~0~~	~~1~~	~~1~~	~~00~~	~~01~~	~~01~~	~~01~~	~~01~~	~~11~~	~~001~~	~~001~~	~~011~~	~~011~~	~~0011~~
0	~~0~~	~~1~~	~~0~~	~~0~~	~~01~~	~~00~~	~~00~~	~~10~~	~~10~~	~~00~~	~~010~~	~~010~~	~~000~~	~~100~~	~~0100~~
0	~~0~~	~~1~~	~~0~~	~~1~~	~~01~~	~~00~~	~~01~~	~~10~~	~~11~~	~~01~~	~~010~~	~~011~~	~~001~~	~~101~~	~~01011~~
0	~~0~~	~~1~~	~~1~~	~~0~~	~~01~~	~~01~~	~~00~~	~~11~~	~~10~~	~~10~~	~~011~~	~~010~~	~~010~~	~~110~~	~~0110~~
0	~~0~~	~~1~~	~~1~~	~~1~~	~~01~~	~~01~~	~~01~~	~~11~~	~~11~~	~~11~~	~~011~~	~~011~~	~~011~~	~~111~~	~~0111~~
1	~~1~~	~~0~~	~~0~~	~~0~~	~~10~~	~~10~~	~~10~~	~~00~~	~~00~~	~~00~~	$\boxed{100}$	~~100~~	$\boxed{100}$	~~000~~	~~1000~~
1	~~1~~	~~0~~	~~0~~	~~1~~	~~10~~	~~10~~	~~11~~	~~00~~	~~01~~	~~11~~	$\boxed{100}$	$\boxed{101}$	~~101~~	$\boxed{001}$	~~1001~~
0	~~1~~	~~0~~	~~1~~	~~0~~	~~10~~	~~11~~	~~10~~	~~01~~	~~00~~	~~10~~	~~101~~	~~100~~	~~110~~	~~010~~	~~1010~~
1	~~1~~	~~0~~	~~1~~	~~1~~	~~10~~	~~11~~	~~11~~	~~01~~	~~01~~	~~11~~	~~101~~	$\boxed{101}$	$\boxed{111}$	~~011~~	~~1011~~
1	~~1~~	~~1~~	~~0~~	~~0~~	~~11~~	~~10~~	~~10~~	~~10~~	~~10~~	~~00~~	~~110~~	~~110~~	$\boxed{100}$	~~100~~	~~1100~~
0	~~1~~	~~1~~	~~0~~	~~1~~	~~11~~	~~10~~	~~11~~	~~10~~	~~11~~	~~01~~	~~110~~	~~011~~	~~101~~	~~101~~	~~1101~~
0	~~1~~	~~1~~	~~1~~	~~0~~	~~11~~	~~11~~	~~10~~	~~11~~	~~10~~	~~10~~	~~111~~	~~110~~	~~110~~	~~110~~	~~1110~~
1	~~1~~	~~1~~	~~1~~	~~1~~	~~11~~	~~11~~	~~11~~	~~11~~	~~11~~	~~11~~	~~111~~	~~111~~	$\boxed{111}$	$\boxed{111}$	~~1111~~

Викреслюємо в таблиці коефіцієнти, що знаходяться в рядках з нульовим значенням функції. Викреслені коефіцієнти мають нульові значення. Далі викреслюємо вже знайдені нульові коефіцієнти в інших рядках таблиці. Коефіцієнти, які залишилися, поглинають у рядку праворуч від себе всі інші коефіцієнти, в індекси яких входять індекси даного коефіцієнта.

Із не закреслених клітинок виберемо МДНФ функції.

$f_{4МДНФ} = \bar{x}_3\bar{x}_2x_1 \vee x_4\bar{x}_2\bar{x}_1 \vee x_4x_2x_1$

Мінімізація функції f_4 методом діаграм Вейча

Заповнимо діаграми Вейча (Рис 3.1), де кожна клітинка відповідає конституенті, кожен прямокутник, що містить 2^k елементів відповідає простій імпліканті.

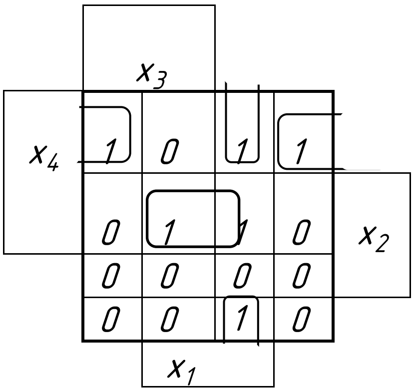

Рисунок 3.1

$f_{4МДНФ} = \bar{x}_3\bar{x}_2x_1 \vee x_4\bar{x}_2\bar{x}_1 \vee x_4x_2x_1$

Спільна мінімізація функцій f_1, f_2, f_3

Для отримання МДНФ системи перемикальних функцій виконаємо мінімізацію прямих значень функцій методом Квайна-Мак-Класкі. Виходячи з таблиці істинності системи перемикальних функцій записуємо у першу колонку набори, де хоча б одна з функцій приймає значення одиниці. Кожній конституенті ставиться у відповідність множина міток, що вказують на приналежність конституенти до певної функції системи. Виписані терми поєднуємо у групи за однаковою кількістю одиниць. Виконуємо всі можливі попарні склеювання. Шляхом поглинання термів формуємо СДНФ системи перемикальних функцій.

1. Мінімізація системи функцій за ДДНФ:

~~0000 (1,2,3)~~	~~X000 (1,3)~~	~~XX00 (1,3)~~
---------	~~X100 (1,3)~~	$\boxed{\text{XX00 (1,3)}}$
~~0001 (1,2)~~	$\boxed{\text{X111 (1,2,3)}}$	---------
$\boxed{\text{0010 (1,2,3)}}$	----------	~~0XX0 (1,3)~~
$\boxed{\text{0100 (1,3)}}$	~~0X00 (1,3)~~	$\boxed{\text{0XX0 (1,3)}}$
$\boxed{\text{1000 (1,3)}}$	~~0X10 (1,2,3)~~	
---------	~~1X00 (1,3)~~	
~~0110 (1,2,3)~~	----------	
~~1100 (1,2,3)~~	~~00X0 (1,2,3)~~	
----------	~~01X0 (1,3)~~	
~~0111 (1,2,3)~~	$\boxed{\text{11X1 (1)}}$	
~~1101 (1)~~	----------	
----------	$\boxed{\text{110X (1)}}$	
~~1111 (1,2,3)~~	$\boxed{\text{000X (1,2)}}$	
	$\boxed{\text{011X (1,2,3)}}$	

Рисунок 3.2

Для видалення надлишкових імплікант будуємо таблицю покриття.

Таблиця 3.4

	F1								F2				F3						
	0000	0001	0010	0110	1000	1100	1101	1111	0000	0001	0010	1111	0000	0010	0100	0111	1000	1100	1111
0XX0 1,3	+		+	+									+	+	+				
XX00 1,3	+				+	+							+		+		+	⊕	
110X 1						+	+												
011X 1,2,3				+												+			
000X 1,2	+	⊕							⊕	⊕									
11X1 1							+	+											
X111 1,2,3								+				⊕				+			⊕
1000 1,3					+												+		
0100 1,3															+				
0010 1,2,3			+								⊕			+					

На підставі таблиці покриття одержуємо МДНФ перемикальних функцій у формі І/АБО:

- $f_1 = \overline{x}_4\overline{x}_1 \vee \overline{x}_2\overline{x}_1 \vee x_3x_2x_1 \vee \overline{x}_4\overline{x}_3\overline{x}_2 \vee x_4x_3x_1$
- $f_2 = \overline{x}_4\overline{x}_3\overline{x}_2 \vee x_3x_2x_1 \vee \overline{x}_4\overline{x}_3x_2\overline{x}_1$
- $f_3 = x_3x_2x_1 \vee \overline{x}_2\overline{x}_1 \vee \overline{x}_4\overline{x}_1$

2. Мінімізація системи функцій за ДКНФ:

0001 (3)
0100 (1,2)
1000 (1,2)

~~0011 (1,2,3)~~
0101 (1,2,3)
0110 (2,3)
1001 (1,2,3)
1010 (1,2,3)
1100 (2)

~~0111 (1,2)~~
1011 (1,2,3)
1101 (2,3)
1110 (1,2,3)

~~X001 (3)~~
~~X100 (2)~~
~~X011 (1,2,3)~~
~~X101 (2,3)~~
~~X110 (2,3)~~

~~0X01 (3)~~
~~1X00 (2)~~
0X11 (1,2)
~~1X01 (2,3)~~
~~1X10 (1,2,3)~~

~~00X1 (3)~~
~~01X0 (2)~~
~~10X0 (2)~~
~~01X1 (1,2)~~
~~10X1 (1,2,3)~~

~~010X (1,2)~~
~~100X (2)~~
~~011X (2)~~
~~101X (2,3)~~

X10X (2)
X1X0 (2)
XX01 (3)
1X0X (2)
1XX0 (2)
X0X1 (3)
~~01XX (2)~~
~~10XX (2)~~
01XX (2)
10XX (2)

Рисунок 3.3

Для видалення надлишкових імплікант будуємо таблицю покриття

Таблиця 3.5

	F_1						F_2									F_3							
	0011	0101	1001	1010	1011	1110	0100	1000	0011	0101	1001	1010	1011	1101	1110	0001	0011	0101	1001	1010	1011	1101	1110
10XX 2								+			+	+	+										
01XX 2							+			+													
X0X1 3																+	⊕		+		+		
1XX0 2								+				+			+								
1X0X 2								+			+			+									
XX01 3																+		+	+			+	
X1X0 2															+								
X10X 2										+				+									
0X11 1,2	⊕								⊕														
0001 3																+							
0100 1,2							+																
1000 2								+															
0101 1,2,3		⊕								+								+					
0110 2,3																							
1001 1,2,3			⊕								+								+				
1010 1,2,3				⊕								+								⊕			
1100 2																							
1011 1,2,3					⊕								+								+		
1101 2,3														+								+	
1110 1,2,3						⊕									+								⊕

На підставі таблиці покриття одержуємо МДНФ перемикальних функцій у формі І/АБО-НЕ:

- $f_1 = \overline{\bar{x}_4\bar{x}_3x_2x_1 \vee \bar{x}_4x_3\bar{x}_2x_1 \vee x_4\bar{x}_3x_2\bar{x}_1 \vee x_4\bar{x}_3\bar{x}_2x_1 \vee x_4x_3x_2\bar{x}_1}$
- $f_2 = \overline{x_4\bar{x}_3 \vee \bar{x}_4x_3 \vee x_4x_3x_2\bar{x}_1 \vee x_4x_3\bar{x}_2x_1 \vee \bar{x}_4x_3\bar{x}_2x_1 \vee \bar{x}_4x_2x_1}$
- $f_3 = \overline{x_3x_1 \vee \bar{x}_4x_3\bar{x}_2x_1 \vee x_4\bar{x}_3x_2\bar{x}_1 \vee x_4x_3x_2\bar{x}_1 \vee x_4x_3\bar{x}_2x_1}$

Для програмування ПЛМ використаємо нормальну форму І/АБО тому, що її вона має меншу ціну ніж форма І/АБО-НЕ.

Позначимо терми системи перемикальних функцій:

$P_1 = \bar{x}_4\bar{x}_1$, $P_2 = \bar{x}_2\bar{x}_1$, $P_3 = x_3x_2x_1$, $P_4 = \bar{x}_4\bar{x}_3\bar{x}_2$, $P_5 = x_4x_3x_1$, $P_6 = \bar{x}_4\bar{x}_3x_2\bar{x}_1$

Тоді функції виходів описуються системою:

$f_1 = P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4 \vee P_5$, $f_2 = P \vee P_3 \vee P_6$, $f_3 = P_3 \vee P_2 \vee P_1$

Визначимо мінімальні параметри ПЛМ:

- n=4 – число інформаційних входів;
- p=6 – число проміжних внутрішніх шин;
- m=3 – число інформаційних виходів.

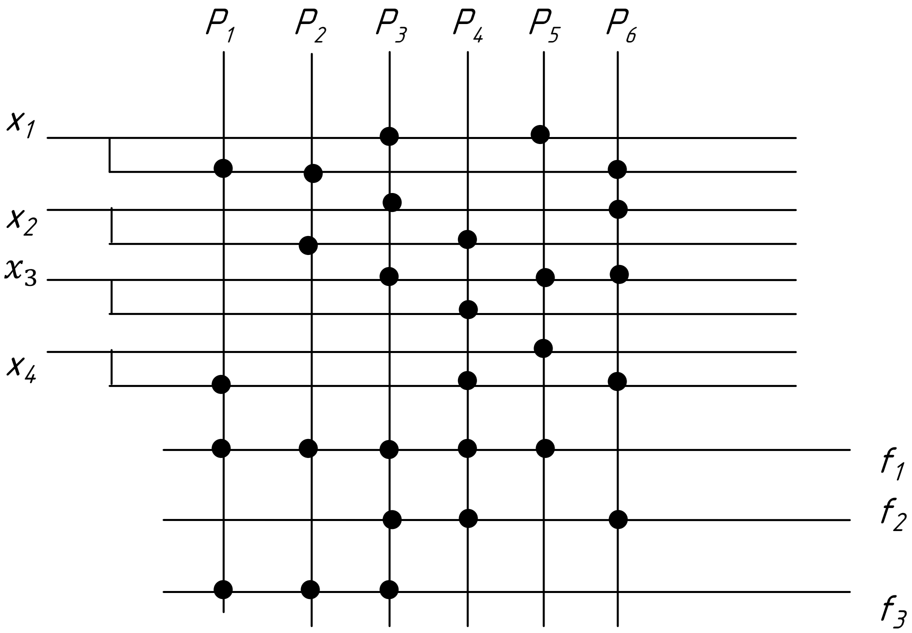

Рисунок 3.4

Складемо карту програмування ПЛМ(4,6,3)

Таблиця 3.6

№ шини	Входи				Виходи		
	x_4	x_3	x_2	x_1	f_1	f_2	f_3
1	0	–	–	0	1	–	1
2	0	–	0	–1	1	–1–	1
3	–	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	–1	1	1	–
5	1	1	–	1	1	–	–
6	0	0	1	0	–	2	–

4. Висновок

Виконано синтез автомата з пам'яттю. Тип автомата – автомат Мілі. Особливістю автоматів цього типу є те, що вихідні сигнали залежать від стану автомата та від діючих вхідних сигналів. Для мінімізації функцій управляючих сигналів та функцій збудження тригерів використано метод діаграм Вейча. Для усунення короткочасних помилкових керуючих сигналів виконано сусіднє кодування станів, за якого не виникає одночасне перемикання кількох тригерів.

Виконано мінімізацію функції f_4 методами Квайна-Мак-Класкі, діаграм Вейча, та невизначених коефіцієнтів. Отримані МДНФ функцій є ідентичними для цих трьох методів.

Виконано спільну мінімізацію функцій f_1, f_2, і f_3 методом Квайна-Мак-Класкі та одержані дві операторні форми для реалізації на ПЛМ(І/АБО та І/АБО-НЕ). Для одержання форми І/АБО проведено мінімізацію за ДДНФ, а для одержання форми І/АБО-НЕ за ДКНФ. Для програмування ПЛМ використано нормальну форму І/АБО.

5. Список літератури

1. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна логіка», 2012р.
2. Жабін В. та ін. Прикладна теорія цифрових автоматів: Навчальний посібник.—К.:НАУ-друк, 2009.—360с.
3. Жабін В., Ткаченко В. Цифрові автомати: Практикум.—К.:ВЕК+,2004.—160с.