

## Зміст

1 Вступ	2
2 Синтез автомата	2
2.1 Структурний синтез автомата	2
3 Синтез комбінаційних схем	9
3.1 Вступ	9
3.2 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Буля	10
3.3 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Шеффера	10
3.4 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Пірса	10
3.5 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Жегалкіна	11
3.6 Визначення належності функції $f_4$ до п'яти чудових класів	11
3.7 Мінімізація функції $f_4$ методом невизначених коефіцієнтів	12
3.8 Мінімізація функції $f_4$ методом Квайна-Мак-Класкі	13
3.9 Мінімізація функції $f_4$ методом діаграм Вейча	14
3.10 Спільна мінімізація функцій $f_1, f_2, f_3$	15
3.11 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ	19
4 Висновок	22
5 Список літератури	23

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ						
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Каляжний О.О			Пояснювальна записка			Лит.	Арк	Аркушів	
Перевір.		Поспішний О.С								1	5
Реценз.								НТУУ «КПІ» ФІОТ			
Н. Контр.											
Затв.		Жадін В.І									

## 1. Вступ

У даній курсовій роботі необхідно виконати синтез автомата і синтез комбінаційних схем. Розробка виконується на підставі «Технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ».

## 2. Синтез автомата

### 2.1 Структурний синтез

За графічною схемою алгоритму (рисунок 2.1 «Технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ») виконаємо розмітку станів автомата (рисунок 2.1):

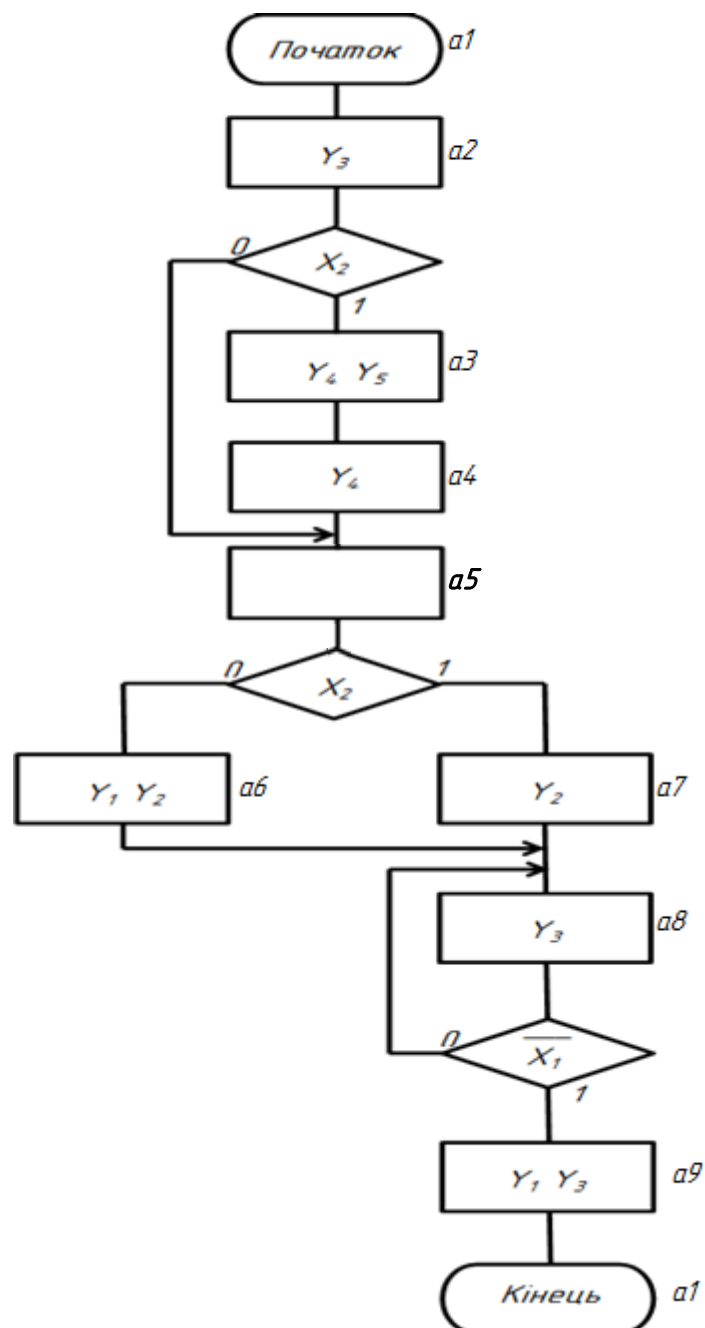


Рисунок 4.1 – Розмітка станів автомата

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

Вводимо додаткову вершину  $a_5$ , для можливості переходу зі стану  $a_3$  в стан  $a_7$

Згідно з блок-схемою алгоритму (Рисунок 4.1) виконаємо граф автомата Мура, виконаємо кодування станів автомата. Виконаємо сусіднє кодування, для покращення стабільності автомата.

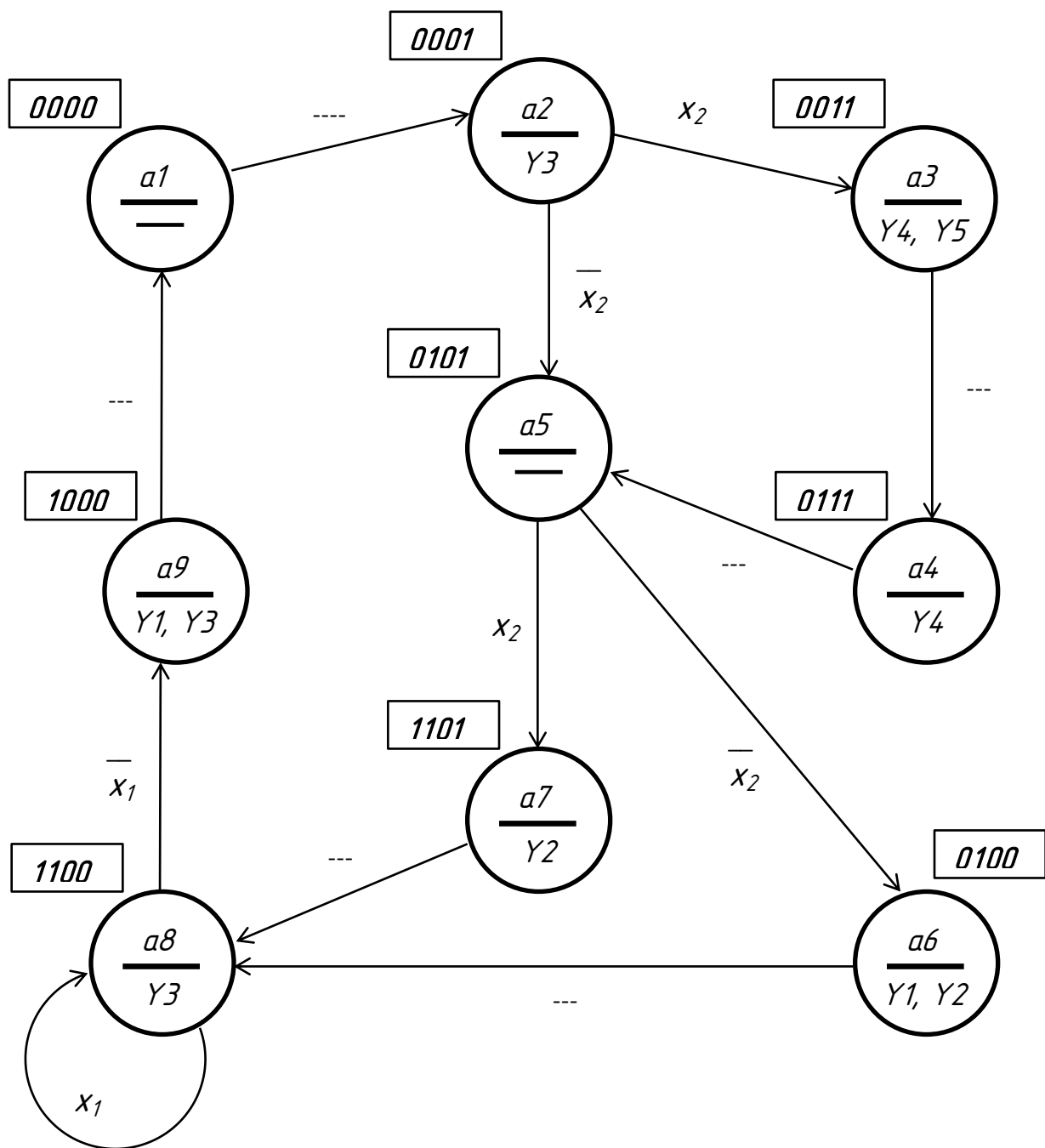


Рисунок 4.2 - Граф автомата Мура

Для синтезу логічної схеми тригера необхідно виконати синтез функцій збудження тригерів та вихідних функцій автомата. Кількість станів автомата дорівнює 9, отже, кількість тригерів дорівнює 4

Для синтезу цього автомату необхідно використовувати JK-тригери. Запишемо таблицю переходів цього типу тригерів (рисунок 4.3)

JK		
0	J=0 K=*	0
0	J=1 K=*	1
1	J=* K=1	0
1	J=* K=0	1

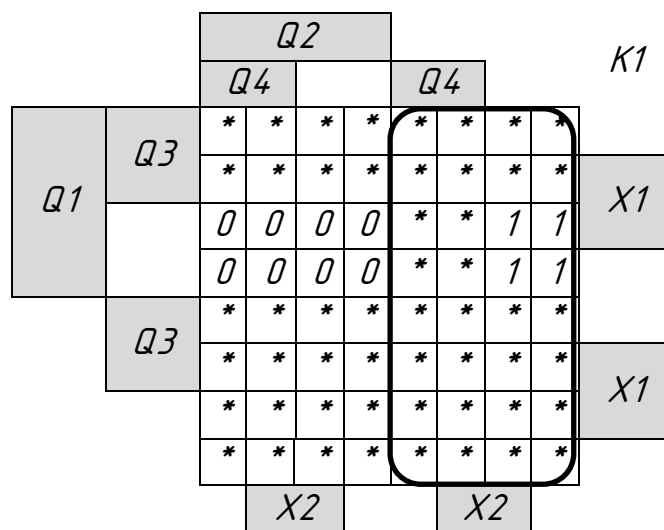
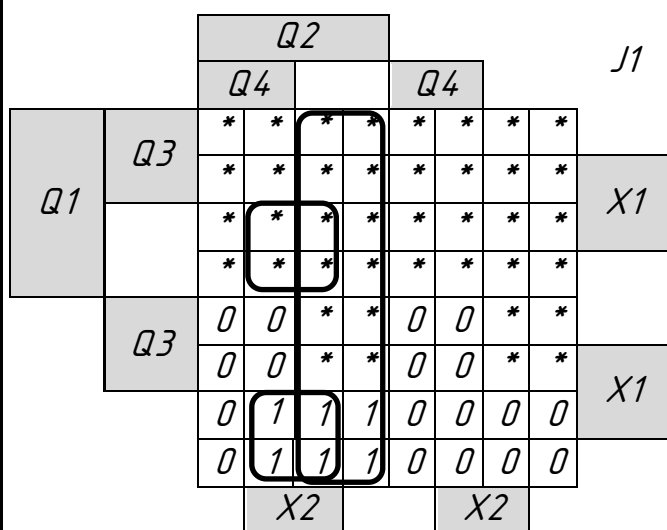
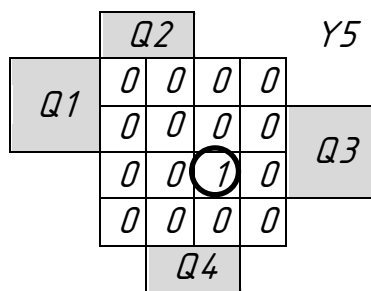
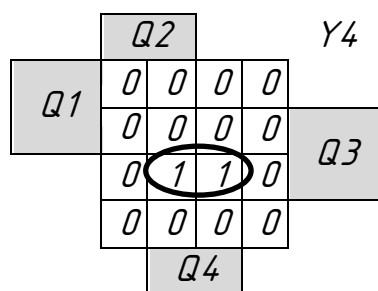
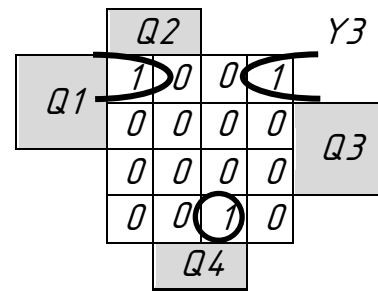
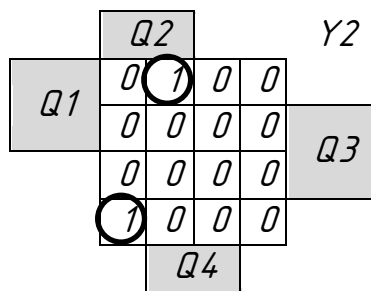
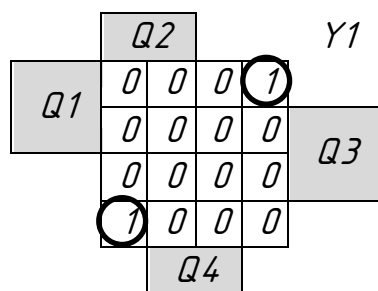
Рисунок 4.3 - Таблиця переходів JK тригера

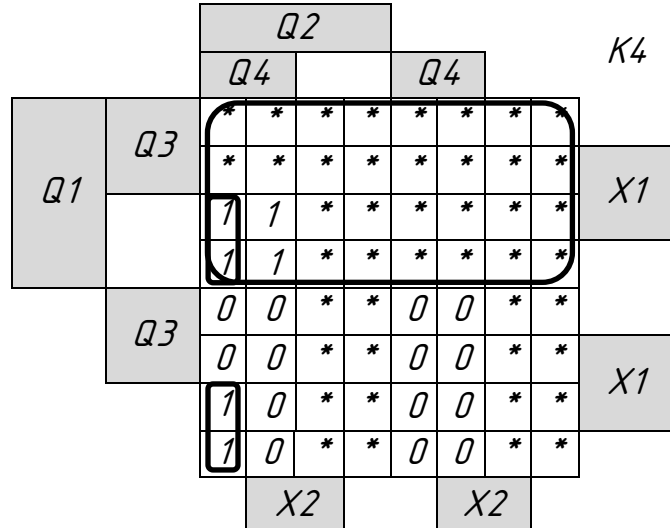
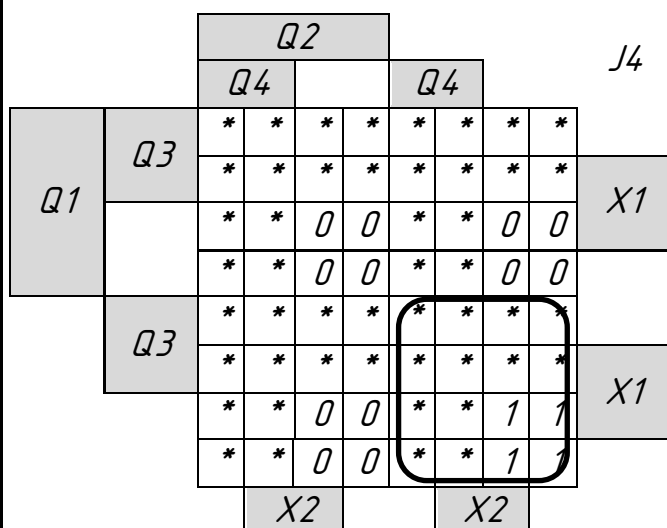
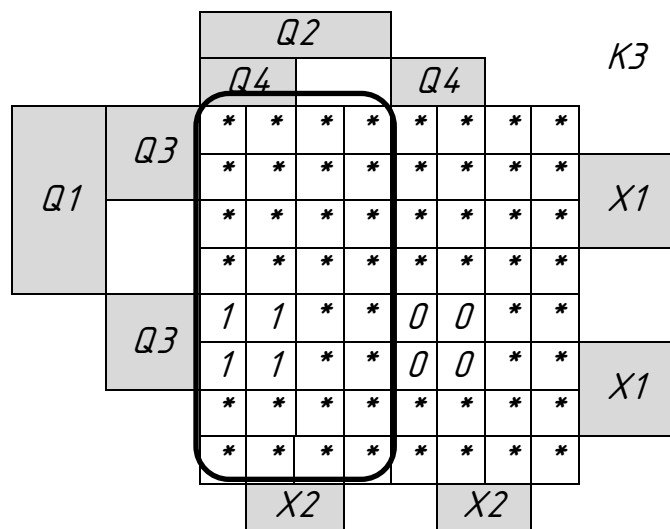
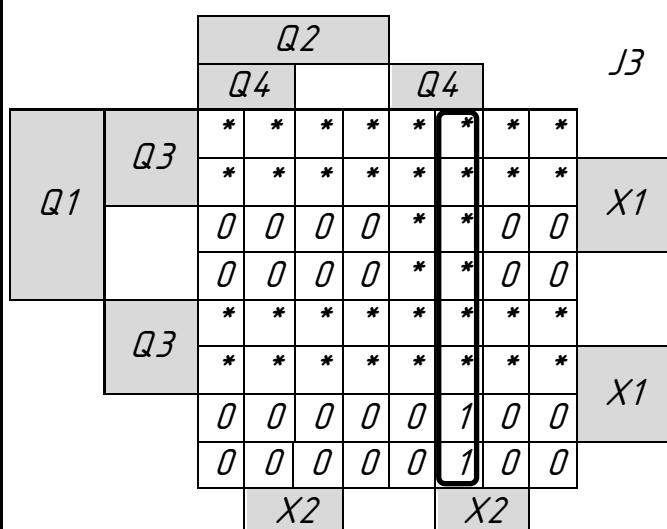
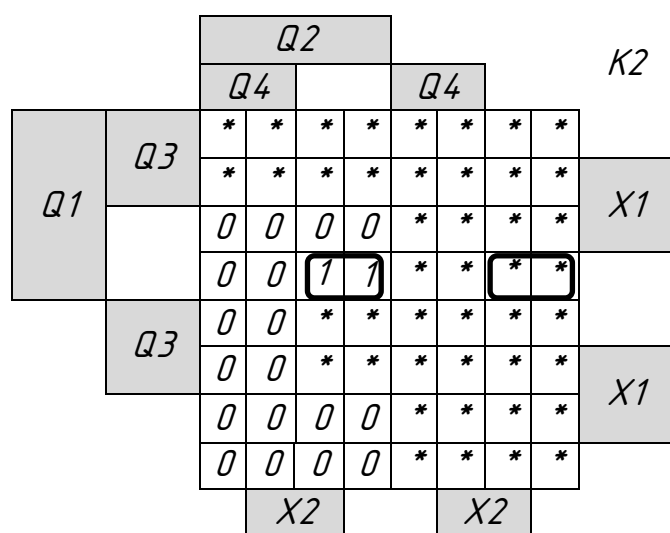
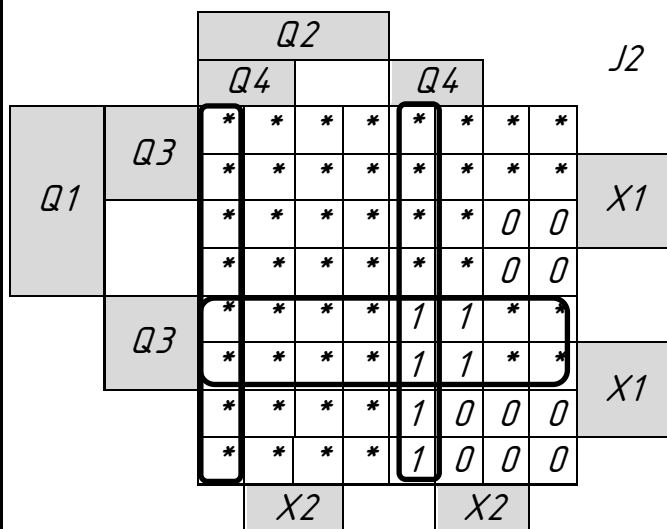
Використовуючи дані з рисунку 4.2 заповнимо структурну таблицю автомата (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Структурна таблиця автомата

ПС	Старий стан Q				СП	Новий стан Q				Входи		Виходи					Функції збуджених тригерів							
	1	2	3	4		1	2	3	4								J1	K1	J2	K2	J3	K3	J4	K4
										X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5								
a1	0	0	0	0	a2	0	0	0	1	*	*	0	0	0	0	0	0	*	0	*	0	*	1	*
a2	0	0	0	1	a3	0	0	1	1	*	1	0	0	1	0	0	0	*	0	*	1	*	*	0
a2	0	0	0	1	a5	0	1	0	1	*	0	0	0	1	0	0	0	*	1	*	0	*	*	0
a3	0	0	1	1	a4	0	1	1	1	*	*	0	0	0	1	1	0	*	1	*	*	0	*	0
a4	0	1	1	1	a5	0	1	0	1	*	*	0	0	0	1	0	0	*	*	0	*	1	*	0
a5	0	1	0	1	a6	0	1	0	0	*	0	0	0	0	0	0	0	*	*	0	0	*	*	1
a5	0	1	0	1	a7	1	1	0	1	*	1	0	0	0	0	0	1	*	*	0	0	*	*	0
a6	0	1	0	0	a8	1	1	0	0	*	*	1	1	0	0	0	1	*	*	0	0	*	0	*
a7	1	1	0	1	a8	1	1	0	0	*	*	0	1	0	0	0	*	0	*	0	0	*	*	1
a8	1	1	0	0	a8	1	1	0	0	1	*	0	0	1	0	0	*	0	*	0	0	*	0	*
a8	1	1	0	0	a9	1	0	0	0	0	*	0	0	1	0	0	*	0	*	1	0	*	0	*
a9	1	0	0	0	a1	0	0	0	0	*	*	1	0	1	0	0	*	1	0	*	0	*	0	*

На основі структурної таблиці автомата (таблиця 2.1) виконаємо мінімізацію для вихідних сигналів і функцій збудження тригерів:





Запишемо функції в елементному базисі, заданому в технічному завданні:

$$Y_1 = (\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3\bar{Q}_4)v(Q_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3\bar{Q}_4)$$

$$Y_2 = (Q_1Q_2\bar{Q}_3Q_4)v(\bar{Q}_1Q_2\bar{Q}_3\bar{Q}_4)$$

$$Y_3 = (Q_1\bar{Q}_3\bar{Q}_4)v(\bar{Q}_1\bar{Q}_2\bar{Q}_3Q_4)$$

$$Y_4 = \bar{Q}_1Q_3Q_4$$

$$Y_5 = \bar{Q}_1\bar{Q}_2Q_3Q_4$$

$$J_1 = (Q_2\bar{Q}_4)v(Q_2\bar{Q}_3X_2)$$

$$K_1 = \bar{Q}_2$$

$$J_2 = (Q_4\bar{X}_2)v(\bar{Q}_1Q_3)$$

$$K_2 = Q_1\bar{Q}_3\bar{Q}_4X_1$$

$$J_3 = \bar{Q}_2Q_4X_2$$

$$K_3 = Q_2$$

$$J_4 = \bar{Q}_1\bar{Q}_2$$

$$K_4 = Q_1v(Q_2\bar{Q}_3Q_4\bar{X}_2)$$

Отриманих після мінімізації даних достатньо для побудови комбінаційних схемфункцій збудження тригерів і функцій сигналів виходів, таким чином, і всієї комбінаційної схеми. Автомат будуюмо на JK-тригерах. Автомат є синхронним, до його роботи синхронізує генератор, а JK-тригер є керований перепадом сигналу.

Схема даного автомату виконана згідно з єдиною системою конструкторської документації (ЕСКД) і наведена у документі «Автомат керуючий. Схема електрична функціональна ІАЛЦ.463626.003 Е2».

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		8



### 3. Синтез комбінаційних схем

#### 3.1 Вступ

Дана система 4-х перемикальних функцій

Таблиця 4.2 - Таблиця істинності системи перемикальних функцій

$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$
0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	1	1	1	0	1
0	0	1	0	1	1	1	0
0	0	1	1	0	0	0	1
0	1	0	0	-	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	-	-	0
0	1	1	1	-	-	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	-	1	1
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

#### 3.2 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Буля

Алгебра Буля  $\{ I, АБО, НЕ \}$  :

$$f_{4_{\text{дднф}}} = (\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1) \vee (\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1) \vee (\bar{x}_4 x_3 x_2 x_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1) \vee$$

$$\vee (x_4 \bar{x}_3 x_2 x_1) \vee (x_4 x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1) \vee (x_4 x_3 \bar{x}_2 x_1) \vee (x_4 x_3 x_2 \bar{x}_1) \vee (x_4 x_3 x_2 x_1)$$

$$f_{4_{\text{дкнф}}} = (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee x_1) (\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1) (\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1) (\bar{x}_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) (\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)$$

### 3.3 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Шеффера

Одержуємо з ДДНФ шляхом застосування правила Де-Моргана:

$$\begin{aligned}
 f_4 &= (\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} x_1) \vee (\overline{x_4} \overline{x_3} x_2 x_1) \vee (\overline{x_4} x_3 x_2 x_1) \vee (x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1}) \vee (x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} x_1) \vee \\
 &\vee (x_4 \overline{x_3} x_2 x_1) \vee (x_4 x_3 \overline{x_2} \overline{x_1}) \vee (x_4 x_3 \overline{x_2} x_1) \vee (x_4 x_3 x_2 \overline{x_1}) \vee (x_4 x_3 x_2 x_1) = \\
 &= ((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/x_2/x_1)/ \\
 &(x_4/x_4)/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/x_2/x_1)/ \\
 &((x_4/x_4)/x_3/x_2/x_1)/(x_4/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/(x_1/x_1))/ \\
 &/ (x_4/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/(x_4/(x_3/x_3)/x_2/x_1)/(x_4/x_3)/(x_2/x_2)/(x_1/x_1))/ \\
 &/ (x_4/x_3/(x_2/x_2)/x_1)/(x_4/x_3/x_2/(x_1/x_1))/(x_4/x_3/x_2/x_1)
 \end{aligned}$$

### 3.4 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Пірса

Алгебра Пірса {АБО-НЕ}. Отримується із ДКНФ із застосуванням правила де Моргана і аксіоми  $0 = x \uparrow x$

$$\begin{aligned}
 f_{4_{\text{дкнф}}} &= (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee x_1) (x_4 \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee x_1) (x_4 \vee \overline{x_3} \vee x_2 \vee x_1) (x_4 \vee \overline{x_3} \vee x_2 \vee \overline{x_1}) (x_4 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee x_1) \\
 (\overline{x_4} \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee x_1) &= (x_4 \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow x_1) \uparrow (x_4 \uparrow x_3 \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow x_1) \uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow x_2 \uparrow x_1) \uparrow \\
 \uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow x_2 \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) &\uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow x_1) \uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow x_3 \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow x_1)
 \end{aligned}$$

### 3.5 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Жегалкіна

Алгебра Жегалкіна {ВИКЛЮЧНЕ АБО, 1, const 1}. Одержуємо з ДДНФ наступним способом:

- Заміняємо знак операції АБО між термами на ВИКЛЮЧНЕ АБО
- Кожний аргумент з запереченням замінюється на його сумму по модулю 2 з одиницею згідно з аксіомою  $x = x \oplus 1$
- Розкриваємо дужки і спрощуємо вираз шляхом видалення парних термів за аксіомами  $x \oplus x = 0$ ,  $x \oplus 0 = x$ .

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

$$\begin{aligned}
f_{4\partial\partial\partial\Phi} &= (\overline{x_4}\overline{x_3}\overline{x_2}x_1)\vee(\overline{x_4}\overline{x_3}x_2x_1)\vee(\overline{x_4}x_3x_2x_1)\vee(x_4\overline{x_3}\overline{x_2}\overline{x_1})\vee(x_4\overline{x_3}\overline{x_2}x_1)\vee \\
&\vee(x_4\overline{x_3}x_2x_1)\vee(x_4x_3\overline{x_2}\overline{x_1})\vee(x_4x_3\overline{x_2}x_1)\vee(x_4x_3x_2\overline{x_1})\vee(x_4x_3x_2x_1) = \\
&= ((x_4\oplus 1)(x_3\oplus 1)(x_2\oplus 1)x_1)\oplus((x_4\oplus 1)(x_3\oplus 1)x_2x_1)\oplus \\
&\oplus((x_4\oplus 1)x_3x_2x_1)\oplus(x_4(x_3\oplus 1)(x_2\oplus 1)(x_1\oplus 1))\oplus \\
&\oplus(x_4(x_3\oplus 1)(x_2\oplus 1)x_1)\oplus(x_4(x_3\oplus 1)x_2x_1))\oplus \\
&\oplus(x_4x_3(x_2\oplus 1)(x_1\oplus 1))\oplus(x_4x_3)(x_2\oplus 1)x_1\oplus \\
&\oplus(x_4x_3x_2(x_1\oplus 1))\oplus(x_4x_3x_2x_1) = x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_1\oplus x_4x_2x_1\oplus \\
&\oplus x_4x_1\oplus x_3x_2x_1\oplus x_3x_1\oplus x_2x_1\oplus x_1\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_3x_2x_1\oplus \\
&\oplus x_4x_2x_1\oplus x_2x_1\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_2\oplus x_4x_3x_1\oplus x_4x_3\oplus \\
&\oplus x_4x_2x_1\oplus x_4x_2\oplus x_4x_1\oplus x_4\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_1\oplus x_4x_2x_1\oplus \\
&\oplus x_4x_1\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_2x_1\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_2\oplus x_4x_3x_1\oplus \\
&\oplus x_4x_3\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_1\oplus x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_3x_2\oplus x_4x_3x_2x_1 = \\
&= x_4x_3x_2x_1\oplus x_4x_2x_1\oplus x_4x_1\oplus x_3x_2x_1\oplus x_3x_1\oplus x_1\oplus x_4x_2\oplus x_4
\end{aligned}$$

### 3.6 Визначення належності функції $f_4$ до п'яти чудових класів

$K_0$  — включає всі функції, які зберігають 0

$K_1$  — включає всі функції, які зберігають 1

$K_2$  — включає всі самодвоїсті функції

$K_3$  — включає всі лінійні функції

$K_4$  — включає всі функції, які монотонні

Таблиця 4.3 - Належність функції

Класи	$K_0$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$
$f_4$	+	+	-	-	-

("+" – належить класу)

("-" – не належить класу)

$K_0$ : належать ( $f(0,0,0,0)=0$ )

$K_1$ : належать ( $f(1,1,1,1)=1$ )

$K_2$ :  $f(0,0,0,1) = f(1,1,1,0)$  не належить

$K_3$ : не належить (поліном Жегалкіна не є лінійним)

$K_4$ : не належить

### 3.7 Мінімізація функції $f_4$ методом невизначених коефіцієнтів

Ідея цього методу полягає у відшуванні ненульових коефіцієнтів при кожній імпліканті. Метод виконується у декілька етапів:

1. Рівняння для знаходження коефіцієнтів представляється у вигляді таблиці (таблиця 4.4).

2. Виконується вікреслення нульових рядків.

3. Викреслюються вже знайдені нульові коефіцієнти на залишившихся рядках.

4. Імпліканти, що залишилися, поглинають імпліканти справа від них.

Таблиця 4.4 – Таблиця коефіцієнтів

$f_4$	$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$x_4x_3$	$x_4x_2$	$x_4x_1$	$x_3x_2$	$x_3x_1$	$x_2x_1$	$x_4x_3x_2$	$x_4x_3x_1$	$x_4x_2x_1$	$x_3x_2x_1$	$x_4x_3x_2x_1$
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	001	0001
0	0	0	1	0	00	01	00	01	00	10	001	000	010	010	0010
1	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	0101
0	0	1	1	0	01	01	00	11	10	10	011	010	010	110	0110
1	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	100	100	100	000	1000
1	1	0	0	1	10	10	11	00	01	01	100	101	101	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	101	111	011	1011
1	1	1	0	0	11	10	10	10	10	00	110	110	100	100	1100
1	1	1	0	1	11	10	11	10	11	01	110	111	101	101	1101
1	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	111	111	1111

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

$$\text{Ядро} = (x_4 x_3) \vee (x_4 \bar{x}_2) \vee (\bar{x}_3 x_1) \vee (x_2 x_1)$$

В МДНФ входять всі терми ядра, а також ті терми, що забезпечують покриття всієї функції з мінімальною ціною

$$f_{4\text{мднф}} = (x_4 x_3) \vee (x_4 \bar{x}_2) \vee (\bar{x}_3 x_1) \vee (x_2 x_1)$$

### 3.8 Мінімізація функції $f_4$ методом Квайна-Мак-Класкі

Виходячи з таблиці істинності функції  $f_4$ , запишемо стовпчик ДДНФ, розподіливши терми за кількістю одиниць. Проведемо попарне склеювання між сусідніми групами та виконаємо поглинання термів (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5 – Таблиця склеювань та поглинань

$K_0$	$K_1$	$K_2$
<del>0001</del>	<del>00X1</del>	X0X1
<del>0011</del>	<del>X001</del>	1X0X
<del>0111</del>	<del>100X</del>	XX11
<del>1000</del>	<del>1X00</del>	1XX1
<del>1001</del>	<del>0X11</del>	11XX
<del>1011</del>	<del>X011</del>	
<del>1100</del>	<del>10X1</del>	
<del>1101</del>	<del>1X01</del>	
<del>1110</del>	<del>110X</del>	
<del>1111</del>	<del>11X0</del>	
	<del>X111</del>	
	<del>1X11</del>	
	<del>11X1</del>	
	<del>111X</del>	

Виходячи з таблиці склеювань і поглинань, побудуємо таблицю покриття

Таблиця 4.6 – Таблиця покриття

$f_4$	0001	0011	0111	1000	1001	1011	1100	1101	1110	1111
X0X1	✓	✓			✓	✓				
1X0X				✓	✓		✓	✓		
XX11		✓	✓			✓				✓
1XX1					✓	✓		✓		✓
11XX							✓	✓	✓	✓

З таблиці покриття маємо:

$$\text{Ядро} = (x_4 x_3) v (x_4 \bar{x}_2) v (\bar{x}_3 x_1) v (x_2 x_1)$$

$$f_{4_{\text{мднф}}} = (x_4 x_3) v (x_4 \bar{x}_2) v (\bar{x}_3 x_1) v (x_2 x_1)$$

### 3.9 Мінімізація функції $f_4$ методом діаграм Вейча

Метод діаграм Вейча – це графічний метод, призначений для ручної мінімізації. Його наочність зберігається за невеликої кількості аргументів. Кожна клітинка відповідає певній конституенті. Кожний прямокутник, що містить  $2^k$  елементів, відповідає імпліканті. Прямокутник максимального розміру відповідає простій імпліканті (рисунок 4.4).

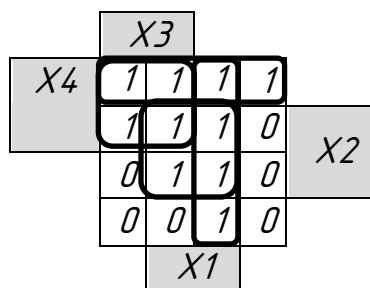


Рисунок 4.4 – Діаграма Вейча

З діаграми Вейча бачимо:

$$f_{4_{\text{мднф}}} = (x_4 x_3) v (x_4 \bar{x}_2) v (\bar{x}_3 x_1) v (x_2 x_1)$$

### 3.10 Спільна мінімізація функцій $f_1, f_2, f_3$

Щоб одержати схеми з мінімальними параметрами необхідно виконати сумісну мінімізацію системи функцій та їх заперечень. Виконаємо мінімізацію системи функцій  $f_1, f_2, f_3$ , заданих таблицею істинності (таблиця 4.7) методом Квайна-Мак-Класкі (по одиницям).

Таблиця 4.7 – Система перемикальних функцій

$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$f_1$	$f_2$	$f_3$
0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	1	1	1
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	–	0	1
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	–	–
0	1	1	1	–	–	1
1	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	–	1
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 4.8 – Таблиця склеювань та поглинань

$K_0$	$K_1$	$K_2$
<del>0000 {1,2,3}</del>	000X {1,2}	0XX0 {1,3}
<del>0001 {1,2}</del>	00X0 {1,2,3}	X0X0 {3}
<del>0010 {1,2,3}</del>	<del>0X00 {1,3}</del>	XX00 {1,3}
<del>0100 {1,3}</del>	X000 {1,2,3}	X11X {2}
<del>0110 {1,2,3}</del>	<del>0X10 {1,3}</del>	
<del>0111 {1,2,3}</del>	<del>X010 {3}</del>	
<del>1000 {1,2,3}</del>	01X0 {1,3}	
<del>1010 {3}</del>	<del>10X0 {3}</del>	
<del>1011 {1}</del>	1X00 {1,2,3}	
<del>1100 {1,2,3}</del>	110X {1}	
<del>1101 {1}</del>	11X0 {2}	
<del>1110 {2}</del>	011X {1,2,3}	
<del>1111 {1,2,3}</del>	<del>X110 {2}</del>	
	X111 {1,2,3}	
	1X11 {1}	
	11X1 {1}	
	<del>111X {2}</del>	

Виконаємо всі можливі склеювання термів (таблиця 4.8). Особливість склеювання така: можна склеювати лише ті терми, які мають хоча б одну однакову мітку. Терм, що є результатом склеювання отримує множину міток, що є перетином вихідних множин міток.

Потім виконуємо всі можливі поглинання (таблиця 4.8). Особливість поглинання така: поглинання можливе тільки тоді, коли множина міток повністю співпадає.

Виходячи з таблиці склеювань і поглинань (таблиця 4.8) та системи перемикальних функцій будуємо таблицю покриття (таблиця 4.9)



Таблиця 4.9 – Таблиця покриття

	$f_1$					$f_2$					$f_3$													
	0000	0001	0010	0110	1000	1011	1100	1101	1111	0000	0001	0010	1000	1110	1111	0000	0010	0100	0111	1000	1010	1100	1111	
0XX0 {1,3}	v		v	v												v	v	v						
X0X0 {3}																v	v			v	v			
XX00 {1,3}	v				v		v									v		v		v		v		
X11X {2}													v	v										
000X {1,2}	v	v								v	v													
00X0 {1,2,3}	v		v							v		v					v	v						
X000 {1,2,3}	v				v					v			v				v			v				
1X00 {1,2,3}					v		v						v							v		v		
110X {1}							v	v																
11X0 {2}													v											
011X {1,2,3}				v															v					
X111 {1,2,3}								v						v					v				v	
1X11 {1}					v																			
11X1 {1}							v																	

Виходячи з таблиці покриття, отримуємо ядра функцій та МДНФ функцій у формі І/АБО:

$$\text{Ядро}_1 = (\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2) v(x_4 x_2 x_1) v(x_3 x_2 x_1)$$

$$\text{Ядро}_2 = (\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2) v(\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1)$$

$$\text{Ядро}_3 = (\bar{x}_3 \bar{x}_1) v(x_3 x_2 x_1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f1_{\text{мднф}} = (\bar{x}_4 \bar{x}_1) v(\bar{x}_2 \bar{x}_1) v(\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2) v(x_4 x_2 x_1) v(x_4 x_3 x_1) v(x_3 x_2 x_1) \\ f2_{\text{мднф}} = (\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2) v(\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1) v(x_4 \bar{x}_2 \bar{x}_1) v(x_3 x_2) \\ f3_{\text{мднф}} = (\bar{x}_3 \bar{x}_1) v(\bar{x}_2 \bar{x}_1) v(x_3 x_2 x_1) \end{array} \right.$$

Аналогічно виконуємо мінімізацію для  $\overline{D\overline{D}H\Phi}$ :

Таблиця 4.10 – Таблиця істинності заперечень функцій  $\overline{f}_1, \overline{f}_2, \overline{f}_3$

$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$\overline{f}_1$	$\overline{f}_2$	$\overline{f}_3$
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	–	1	0
0	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	–	–
0	1	1	1	–	–	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	–	0
1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0

Таблиця 4.11 – Таблиця склеювань та поглинань

$K_0$	$K_1$	$K_2$
<del>0001 {3}</del>	<del>00X1 {3}</del>	X0X1 {3}
0011 {1,2,3}	0X01 {3}	XX01 {3}
<del>0100 {1,2}</del>	<del>X001 {3}</del>	01XX {2}
0101 {1,2,3}	010X {1,2}	X10X {2}
0110 {2,3}	01X0 {2}	
<del>0111 {1,2}</del>	<del>X100 {2}</del>	
1001 {1,2,3}	0X11 {1,2}	
1010 {1,2}	X011 {2,3}	
<del>1011 {2,3}</del>	01X1 {1,2}	
<del>1100 {2}</del>	X101 {2,3}	
<del>1101 {2,3}</del>	011X {2}	
1110 {1,3}	X110 {3}	
	10X1 {2,3}	
	1X01 {2,3}	
	1X10 {1}	
	101X {2}	
	<del>110X {2}</del>	

Таблиця 4.12 – Таблиця покриття

	$f_1$					$f_2$						$f_3$							
	0011	0101	1001	1010	1110	0011	0100	0101	1001	1010	1011	1101	0001	0011	0101	1001	1011	1101	1110
$X0X1 \{3\}$													v	v		v	v		
$XX01 \{3\}$													v		v	v		v	
$01XX \{2\}$							v	v											
$X10X \{2\}$							v	v				v							
$010X \{1,2\}$		v					v	v											
$0X11 \{1,2\}$	v					v													
$X011 \{2,3\}$						v								v			v		
$01X1 \{1,2\}$		v						v											
$X101 \{2,3\}$								v				v			v			v	
$X110 \{3\}$																			v
$10X1 \{2,3\}$									v		v					v	v		
$1X01 \{2,3\}$									v			v				v		v	
$1X10 \{1\}$				v	v														
$101X \{2\}$										v	v								
$0011 \{1,2,3\}$	v					v							v						
$0101 \{1,2,3\}$		v						v							v				
$0110 \{2,3\}$																			
$1001 \{1,2,3\}$			v						v							v			
$1010 \{1,2\}$				v						v									
$1110 \{1,3\}$					v														v

$$\text{Ядро}_1 = (\overline{x_4 x_3 x_2 x_1})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{f1_{\text{мднф}}} = \overline{(\overline{x_4 x_3 x_2})v(\overline{x_4 x_2 x_1})v(x_4 x_2 \overline{x_1})v(x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} x_1)} \\ \overline{f2_{\text{мднф}}} = \overline{(\overline{x_4 x_3 x_2})v(\overline{x_4 x_2 x_1})v(x_4 \overline{x_2} x_1)v(x_4 \overline{x_3} x_2)} \\ \overline{f3_{\text{мднф}}} = \overline{(\overline{x_3 x_1})v(\overline{x_2 x_1})v(x_3 x_2 \overline{x_1})} \end{array} \right.$$

### 3.11 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ

На ПЛМ можна реалізувати форми І/АБО, І/АБО-НЕ

1) Форма І/АБО:

$$\left\{ \begin{array}{l} f1_{\text{мднф}} = (\overline{x_4} \overline{x_1})v(\overline{x_2} \overline{x_1})v(\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2})v(x_4 x_2 x_1)v(x_4 x_3 x_1)v(x_3 x_2 x_1) \\ f2_{\text{мднф}} = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2})v(\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_1})v(x_4 \overline{x_2} \overline{x_1})v(x_3 x_2) \\ f3_{\text{мднф}} = (\overline{x_3} \overline{x_1})v(\overline{x_2} \overline{x_1})v(x_3 x_2 x_1) \end{array} \right.$$

2) Форма І/АБО-НЕ:

$$\begin{cases} f1_{\text{мднф}} = \overline{(x_4 x_3 \bar{x}_2)} \vee \overline{(x_4 x_2 x_1)} \vee \overline{(x_4 x_2 \bar{x}_1)} \vee \overline{(x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1)} \\ f2_{\text{мднф}} = \overline{(x_4 x_3 \bar{x}_2)} \vee \overline{(x_4 x_2 x_1)} \vee \overline{(x_4 \bar{x}_2 x_1)} \vee \overline{(x_4 \bar{x}_3 x_2)} \\ f3_{\text{мднф}} = \overline{(x_3 x_1)} \vee \overline{(x_2 x_1)} \vee \overline{(x_3 x_2 \bar{x}_1)} \end{cases}$$

З одержаних форм обираємо форму І/АБО-НЕ, тому що вона містить меншу кількість імплікант і тому реалізується на ПЛМ з меншою кількістю шин. Розглянемо усі імпліканти, що будуть реалізовуватись на шинах ПЛМ

$$P1 = (\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2)$$

$$P2 = (\bar{x}_4 x_2 x_1)$$

$$P3 = (x_4 x_2 \bar{x}_1)$$

$$P4 = (x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1)$$

$$P5 = (x_4 \bar{x}_2 x_1)$$

$$P6 = (x_4 \bar{x}_3 x_2)$$

$$P7 = (\bar{x}_3 x_1)$$

$$P8 = (\bar{x}_2 x_1)$$

$$P9 = (x_3 x_2 \bar{x}_1)$$

Маючи 4 змінні, 9 імплікант, 3 функції, робимо висновок, що необхідно використати ПЛМ(4,9,3). Представимо відповідні логічні схеми та карти програмування ПЛМ.

Карта програмування ПЛМ:

Таблиця 4.13 – Карта програмування ПЛМ

№ шини	Входи				Виходи		
	$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$f1$	$f2$	$f3$
1	0	1	0	-	1	1	0
2	0	-	1	1	1	1	0
3	1	-	1	0	1	0	0
4	1	0	0	1	1	0	0
5	1	-	0	1	0	1	0
6	1	0	1	-	0	1	0
7	-	0	-	1	0	0	1
8	-	-	0	1	0	0	1
9	-	1	1	0	0	0	1

Відповідно до карти програмування ПЛМ, будуємо мнемонічну схему  
(рисунок 4.5)

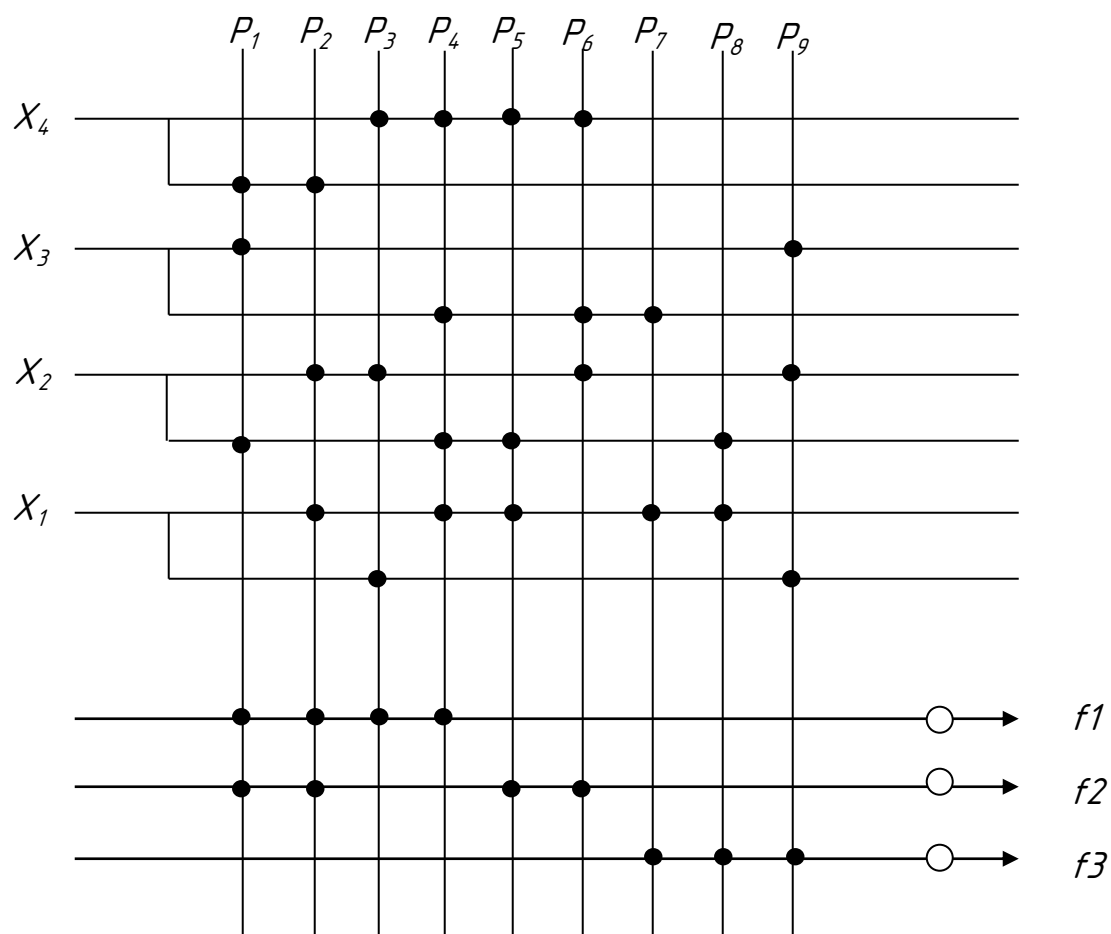


Рисунок 4.5 - Мнемонічна схема ПЛМ

#### 4. Висновок

У даній курсовій роботі на основі «Технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ» був виконаний синтез керуючого автомата та синтез комбінаційних схем. Функціональна схема автомата представлена у документі «Автомат керуючий. Схема електрична функціональна», який виконано згідно з вимогами єдиної системи конструкторської документації. Автомат працює згідно заданого алгоритму і може бути використаний у будь-якій сфері діяльності, де необхідно використовувати керуючі автомати.

При синтезі комбінаційних схем була проведена мінімізація функцій основними методами, а також була мінімізована система трьох функцій методом Квайна-Мак-Класкі. В результаті було отримано дві форми представлення системи функцій, одна з яких була реалізована на програмувальній логічній матриці (ПЛМ).

Під час виконання роботи були закріплені знання теоретичного та практичного курсів, отримані додаткові навички для їх застосування. Крім того, були покращені навички добору інформації та використання стандартів.

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		22

## *5. Список літератури*

- 1. Жадін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А, Ткаченко В.В. Прикладна теорія цифрових автоматів. Навчальний посібник – Київ: книжкове видавництво НАУ, 2009р.*
- 2. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна логіка», 2012р.*

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		