

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
Кафедра обчислювальної техніки

КУРСОВА РОБОТА
з дисципліни “Комп’ютерна логіка”

Виконав Коваленко В’ячеслав Сергійович
Факультет ІОТ,
Група ІО-42
Залікова книжка № 4209

Допущений до захисту_____

(підпис керівника)

Опис альбому

Технічне завдання

Зміст

2.1 Призначення розроблюваного об'єкта.....	2
2.2 Вхідні дані для розробки.....	2
2.3 Склад пристроїв.....	3
2.4 Етапи проектування і терміни їх виконання.....	4
2.5 Перелік текстової і графічної документації.....	4

					<i>ІАЛЦ.463626.002 ТЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<div style="text-align: center;"><i>Технічне завдання</i></div>			
<i>Розроб.</i>		<i>Коваленко В.С.</i>						
<i>Перевір.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Жадін В.І.</i>						
						<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
							1	4
						<i>НТУУ "КПІ" ФІОТ</i> <i>Група ІО-42</i>		

2.1 Призначення розроблюваного об'єкта

У курсовій роботі необхідно виконати синтез автомата Мілі. Керуючий автомат – це електрична схема, що виконує відображення вхідного сигналу у вихідний по заданому алгоритму. Практичне застосування цього автомата можливе в області обчислювальної техніки.

2.2 Вхідні дані для розробки

Варіант завдання визначається дев'ятьма молодшими розрядами залікової книжки представлений у двійковій системі числення (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Варіант завдання

H9	H8	H7	H6	H5	H4	H3	H2	H1
0	0	1	1	1	0	0	0	1

Логічні умови ($h_8=0$; $h_7=1$; $h_3=0$):

X_2 , X_2 , $\text{not } X_1$.

Порядок з'єднання елементів ($h_8=0$; $h_4=0$; $h_2=0$):

1, 2, 3.

Послідовність керуючих сигналів ($h_9=0$; $h_4=0$; $h_1=1$):

Y_1 , ($Y_1 Y_2$), Y_3 , ($Y_4 Y_5$), Y_2 , ($Y_1 Y_3$).

Сигнал тривалістю $2t$ ($h_6=1$; $h_2=0$):

Y_3 .

Тригер ($h_6=1$; $h_5=1$):

T – тригер.

Логічні елементи ($h_3=0$; $h_2=0$; $h_1=1$):

3/, 4/-НЕ

Тип автомату ($h_4=0$):

Мілі.

Систему з чотирьох перемикальних функцій та заперечень f_1, f_2, f_3 задано таблицею істинності (Таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Таблиця істинності

x_4	x_3	x_2	x_1	f_1	f_2	f_3	f_4	\bar{f}_1	\bar{f}_2	\bar{f}_3
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	-	0	1	0	-	1	0
0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	-	-	0	0	-	-
0	1	1	1	-	-	1	1	-	-	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	-	1	1	0	-	0
1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

Необхідно виконати сумісну мінімізацію функцій f_1, f_2, f_3 . Отримати операторні представлення для реалізації системи функцій на програмувальних логічних матрицях, тобто треба мінімізувати систему прямих функцій та систему їх заперечень.

Функцію f_4 необхідно представити в канонічних формах алгебри Буля, Жегалкіна, Пірса та Шеффера. Визначити належність даної функції до п'яти передповних класів. Виконати мінімізацію функції методами: невизначених коефіцієнтів; Квайна-Мак-Класкі; діаграм Веїча.

2.3. Склад пристроїв

Керуючий автомат.

Керуючий автомат складається з комбінаційної схеми і пам'яті на тригерах. Тип тригерів і елементний базис задані в технічному завданні.

Програмувальна логічна матриця.

ПЛМ складається із двох (кон'юнктивної і диз'юнктивної) матриць, де виходи першої приєднуються на входи другої і дозволяють реалізувати комбінаційні схеми в базисі $\{I/ABO, I/ABO-HE\}$.

2.4. Етапи проектування і терміни їх виконання

- 1) Розмітка станів автомата
- 2) Формування вхідного та вихідного алфавітів
- 3) Побудова графа автомата
- 4) Побудова таблиці переходів
- 5) Побудова структурної таблиці автомата
- 6) Синтез комбінаційних схем для функції збудження тригерів і вихідних сигналів
- 7) Побудова схеми автомата в заданому базисі.

2.5. Перелік текстової і графічної документації

- 1) Титульний лист
- 2) Аркуш з написом «Опис альбому»
- 3) Опис альбому
- 4) Аркуш з написом «Технічне завдання»
- 5) Технічне завдання
- 6) Аркуш з написом «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна»
- 7) Керуючий автомат. Схема електрична функціональна
- 8) Аркуш з написом «Пояснювальна записка»
- 9) Пояснювальна записка.

Керуючий автомат

Схема електрична

функціональна

Пояснювальна записка

Зміст

4.1 Вступ	2
4.2 Синтез автомата	2
4.2.1 Структурний синтез автомата	2
4.3 Синтез комбінаційних схем	6
4.3.1 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Буля	6
4.3.2 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Жезалкіна.....	6
4.3.3 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Пірса.....	6
4.3.4 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Шефера.....	7
4.3.5 Визначення належності функції f_4 до п'яти чудових класів.....	7
4.3.6 Мінімізація функції f_4 методом невизначених коефіцієнтів.....	7
4.3.7 Мінімізація функції f_4 методом Квайна-Мак-Класкі.....	8
4.3.8 Мінімізація функції f_4 методом діаграм Веїча.....	9
4.3.9 Спільна мінімізація функцій f_1, f_2, f_3	9
4.3.10 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ	13
4.4 Висновок	14
4.5 Список літератури	15

					ІАЛЦ.463626.004 ТЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Коваленко			Пояснювальна записка				
Перевір.									
Н. контр.					Літ.				
Затв.	Жадін В.І.								
					Аркуш				
					Аркушів				
					1				
					4				
					НТУУ “КПІ” ФІОТ				
					Група ІО-42				

4.1 Вступ

На основі «Технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ЕЗ» виконуємо синтез автомата та синтез комбінаційних схем. Умова курсової роботи вимагає представлення функції f_4 в канонічних формах алгебри Буля, Жегалкіна, Пірса і Шефера.

4.2 Синтез автомата

4.2.1 Структурний синтез автомата

За графічною схемою алгоритму виконуємо розмітку станів автомата. Зауважимо, що автомат циклічний.

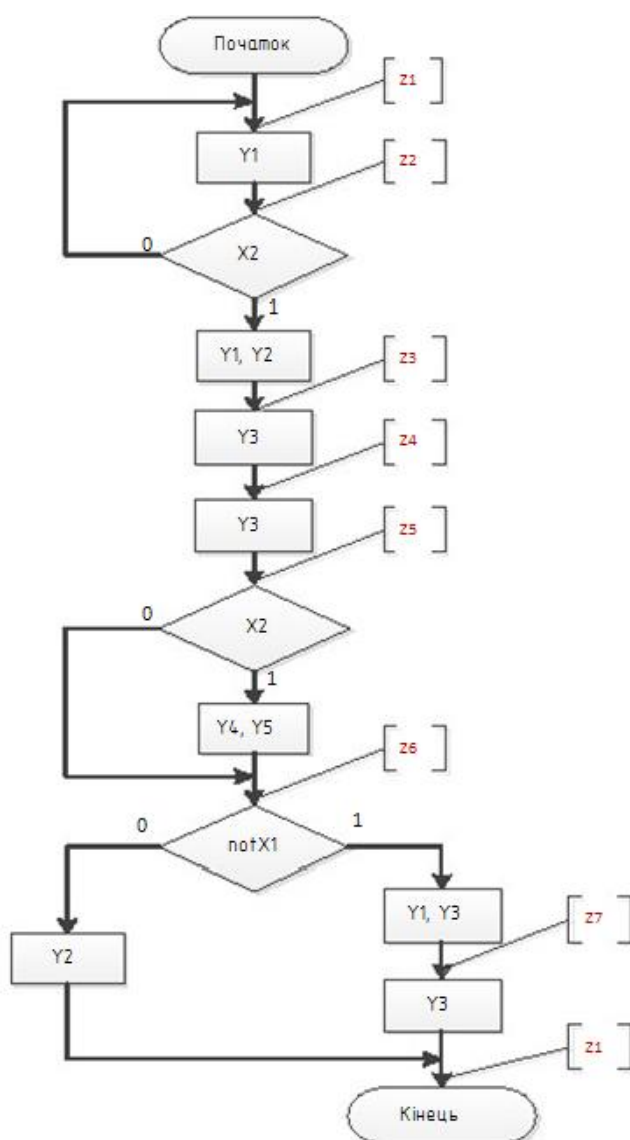


Рисунок 4.1 Розмітка станів автомата Мілі

Згідно з блок-схемою алгоритму (рисунок 4.1) побудуємо граф автомата Мілі (рисунок 4.2), виконаємо кодування станів автомата.

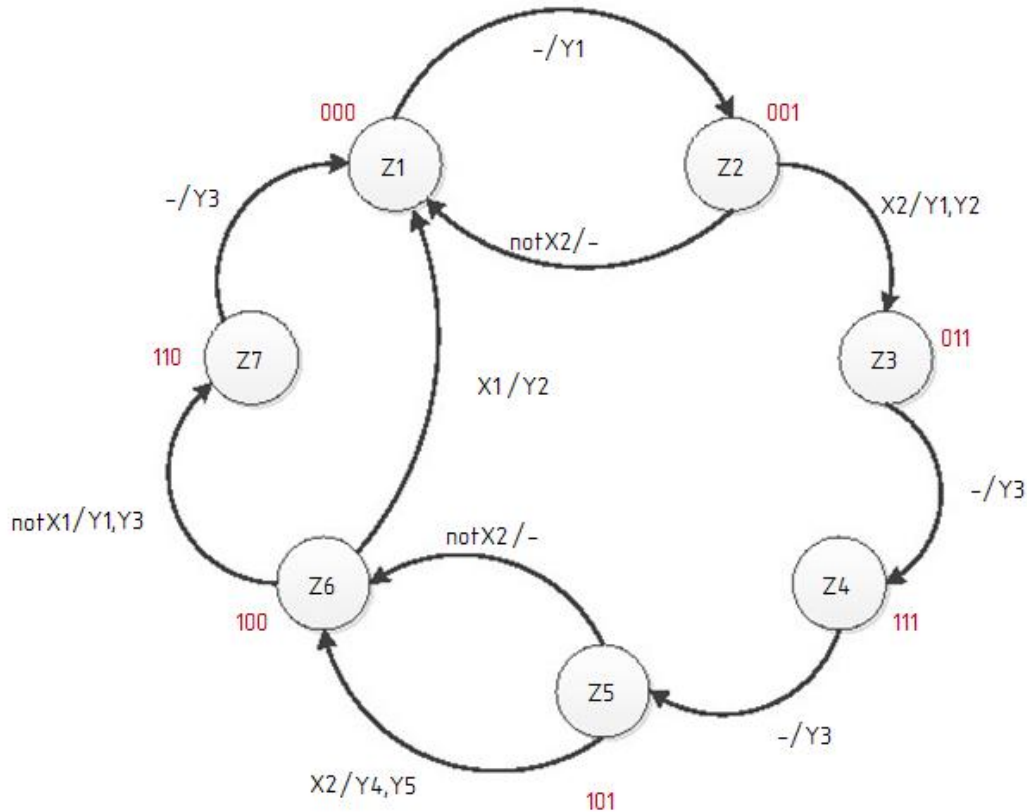


Рисунок 4.2 Граф автомата

Для синтезу логічної схеми автомата необхідно виконати синтез функцій збудження тригерів та вихідних функцій автомата. Кількість станів автомата дорівнює 7, кількість тригерів знайдемо за формулою $K \geq \lceil \log_2 N \rceil = \lceil \log_2 7 \rceil$, звідки $K = 3$. Так як для побудови даного автомата необхідно використовувати Т-тригери, запишемо таблицю переходів цього типу тригерів (рисунок 4.3).

Т		
0	0	0
0	1	1
1	1	0
1	0	1

Рисунок 4.3 Таблиця переходів Т-тригера

На основі графа автомата (рисунок 4.2) складемо структурну таблицю автомата (таблицю 4.1).

Таблиця 4.1

Структурна таблиця автомата

Стан	Код початкового стану			Код стану переходу			Логічні умови		Керуючі сигнали					Функції збудження тригерів		
	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	T1	T2	T3
Z1→Z2	0	0	0	0	0	1	-	-	1	0	0	0	0	0	0	1
Z2→Z1	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Z2→Z3	0	0	1	0	1	1	-	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Z3→Z4	0	1	1	1	1	1	-	-	0	0	1	0	0	1	0	0
Z4→Z5	1	1	1	1	0	1	-	-	0	0	1	0	0	0	1	0
Z5→Z6	1	0	1	1	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Z5→Z6	1	0	1	1	0	0	-	1	0	0	0	1	1	0	0	1
Z6→Z7	1	0	0	1	1	0	0	-	1	0	1	0	0	0	1	0
Z6→Z1	1	0	0	0	0	0	1	-	0	1	0	0	0	1	0	0
Z7→Z1	1	1	0	0	0	0	-	-	0	0	1	0	0	1	1	0

На основі структурної таблиці автомата виконаємо синтез комбінаційних схем для вихідних сигналів і функцій збудження тригерів. Аргументами функцій збудження тригерів та вихідних сигналів є коди початкових станів та вхідні сигнали. Виконаємо Мінімізацію вищевказаних функцій методом Вейча. Зауважимо, що операторні представлення функцій сформовані враховуючи елементний базис {3I,4I-HE}.

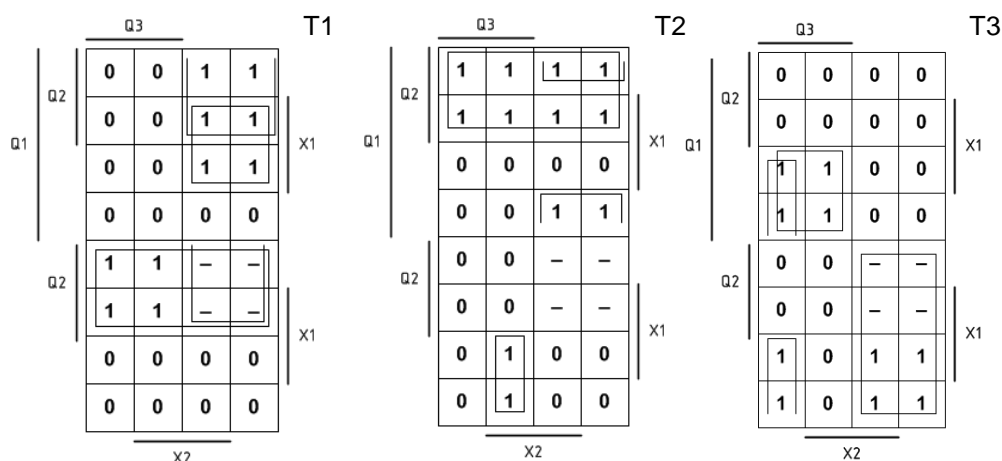


Рисунок 4.4 Діаграми Вейча для функцій збудження тригерів

$$T1 = (\overline{Q_1}Q_2) \vee (Q_2\overline{Q_3}) \vee (Q_1\overline{Q_3}X_1) = (\overline{Q_1}Q_2)(Q_2\overline{Q_3})(Q_1\overline{Q_3}X_1)$$

$$T2 = (Q_1Q_2) \vee (Q_1\overline{Q_2}Q_3\overline{X_1}) \vee (\overline{Q_1}Q_2Q_3X_2) = (Q_1Q_2)(Q_1\overline{Q_2}Q_3\overline{X_1})(\overline{Q_1}Q_2Q_3X_2)$$

$$T3 = (\overline{Q_1}Q_3) \vee (Q_1\overline{Q_2}Q_3) \vee (\overline{Q_2}Q_3\overline{X_2}) = (\overline{Q_1}Q_3)(Q_1\overline{Q_2}Q_3)(\overline{Q_2}Q_3\overline{X_2})$$

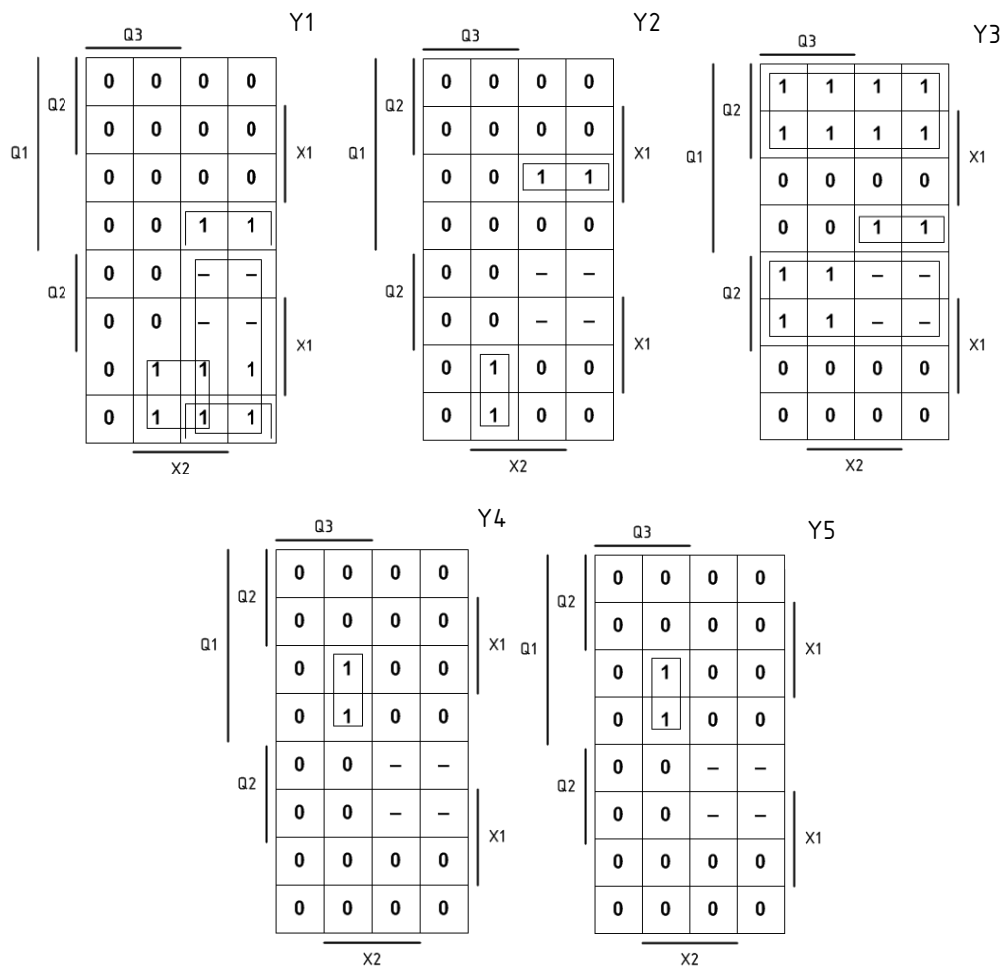


Рисунок 4.5 Діаграми Вейча для функцій управляючих сигналів

$$Y1 = \overline{\overline{Q_1 Q_3}} \vee \overline{\overline{Q_2 Q_3 X_1}} \vee \overline{\overline{Q_1 Q_2 X_2}} = \overline{\overline{Q_1 Q_3}} (\overline{Q_2 Q_3 X_1}) (\overline{Q_1 Q_2 X_2})$$

$$Y2 = \overline{\overline{Q_1 Q_2 Q_3 X_1}} \vee \overline{\overline{Q_1 Q_2 Q_3 X_2}} = \overline{\overline{Q_1 Q_2 Q_3 X_1}} (\overline{Q_1 Q_2 Q_3 X_2})$$

$$Y3 = \overline{Q_2} \vee \overline{\overline{Q_1 Q_3 X_1}} = \overline{Q_2} (\overline{Q_1 Q_3 X_1})$$

$$Y4 = Q_1 \overline{Q_2} Q_3 X_2$$

$$Y5 = Q_1 \overline{Q_2} Q_3 X_2$$

Даних достатньо для побудови комбінаційних схем функцій збудження тригерів та функцій сигналів виходу, тобто і всієї комбінаційної схеми. Автомат будуємо на Т-тригерах. Автомат є синхронним, так як його роботу синхронізує генератор, а Т-тригер є керований перепадом синхросигналу. Схема даного автомату виконана згідно з єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД) і наведена у документі «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна ІАЛЦ.463626.003 Е2».

4.3 Синтез комбінаційних схем

4.3.1 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Буля.

В даній алгебрі визначені функції $\{I, ABO, HE\}$. Нормальними канонічними формами є ДДНФ (Досконала диз'юнктивна нормальна форма) та ДКНФ (Досконала кон'юнктивна нормальна форма).

$$F_{4, ДДНФ} = \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_3 x_2 x_1 \vee x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee x_4 x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_4 x_3 x_2 \bar{x}_1 \vee x_4 x_3 x_2 x_1$$
$$F_{4, ДКНФ} = (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)(x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1)(x_4 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)$$

4.3.2 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна.

В даній алгебрі визначені функції $\{I, \text{виключне АБО}, \text{const } 1\}$. Канонічною формою алгебри Жегалкіна є поліном Жегалкіна.

$$F_4 = (x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)x_1 \oplus (x_4 \oplus 1)x_3(x_2 \oplus 1)x_1 \oplus (x_4 \oplus 1)x_3x_2x_1 \oplus x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) \oplus x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)x_1 \oplus x_4x_3(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) \oplus x_4x_3x_2(x_1 \oplus 1) \oplus x_4x_3x_2x_1 = (x_4x_3 \oplus x_4 \oplus x_3 \oplus 1)(x_2x_1 \oplus x_1) \oplus (x_4x_3 \oplus x_3)(x_2x_1 \oplus x_1) \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_3x_2x_1 \oplus (x_4x_3 \oplus x_4)(x_2x_1 \oplus x_2 \oplus x_1 \oplus 1) \oplus \oplus (x_4x_3 \oplus x_4)(x_2x_1 \oplus x_1) \oplus (x_4x_3x_2 \oplus x_4x_3)(x_1 \oplus 1) \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_2 \oplus x_4x_3x_2x_1 = \cancel{x_4x_3x_2x_1} \oplus \oplus \cancel{x_4x_2x_1} \oplus \cancel{x_3x_2x_1} \oplus x_2x_1 \oplus \cancel{x_4x_3x_1} \oplus x_4x_1 \oplus \cancel{x_3x_1} \oplus x_1 \oplus \cancel{x_4x_3x_2x_1} \oplus \cancel{x_3x_2x_1} \oplus \cancel{x_4x_3x_1} \oplus \cancel{x_3x_1} \oplus \oplus \cancel{x_4x_3x_2x_1} \oplus x_3x_2x_1 \oplus \cancel{x_4x_3x_2x_1} \oplus \cancel{x_4x_3x_2} \oplus \cancel{x_4x_3x_1} \oplus \cancel{x_4x_3} \oplus \cancel{x_4x_2x_1} \oplus x_4x_2 \oplus \cancel{x_4x_1} \oplus x_4 \oplus \oplus \cancel{x_4x_3x_2x_1} \oplus x_4x_2x_1 \oplus \cancel{x_4x_3x_1} \oplus \cancel{x_4x_1} \oplus \cancel{x_4x_3x_2x_1} \oplus x_4x_3x_1 \oplus \cancel{x_4x_3x_2} \oplus \cancel{x_4x_3} \oplus \cancel{x_4x_3x_2x_1} \oplus x_4x_3x_2 \oplus \oplus \cancel{x_4x_3x_2x_1} = x_4x_2x_1 \oplus x_3x_2x_1 \oplus x_2x_1 \oplus x_4x_1 \oplus x_1 \oplus x_4x_3x_2 \oplus x_4x_2 \oplus x_4 \oplus x_4x_3x_1$$

4.3.3 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Пірса.

В даній алгебрі визначені функції $\{ABO-HE\}$. Канонічною формою алгебри Пірса є стрілка Пірса.

$$F_4 = \overline{(x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)(x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1)(x_4 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)} \\ \overline{(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)} = \overline{(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1) \vee (x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1) \vee} \\ \overline{\vee (x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \vee (x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1) \vee (x_4 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1) \vee (\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1) \vee} \\ \overline{\vee (\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)} = (x_4 \downarrow x_3 \downarrow x_2 \downarrow x_1) \downarrow (x_4 \downarrow x_3 \downarrow (x_2 \downarrow x_2) \downarrow x_1) \downarrow \\ \downarrow (x_4 \downarrow x_3 \downarrow (x_2 \downarrow x_2) \downarrow (x_1 \downarrow x_1)) \downarrow (x_4 \downarrow (x_3 \downarrow x_3) \downarrow x_2 \downarrow x_1) \downarrow \\ \downarrow (x_4 \downarrow (x_3 \downarrow x_3) \downarrow (x_2 \downarrow x_2) \downarrow x_1) \downarrow ((x_4 \downarrow x_4) \downarrow x_3 \downarrow (x_2 \downarrow x_2) \downarrow x_1) \downarrow \\ \downarrow ((x_4 \downarrow x_4) \downarrow x_3 \downarrow (x_2 \downarrow x_2) \downarrow (x_1 \downarrow x_1)) \downarrow ((x_4 \downarrow x_4) \downarrow (x_3 \downarrow x_3) \downarrow x_2 \downarrow (x_1 \downarrow x_1))$$

4.3.4 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Шефера

В даній алгебрі визначені функції {I-HE}. Канонічною формою алгебри Шефера з штрих Шефера.

$$F_4 = \overline{\overline{(\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1) \vee (\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 x_1) \vee (\bar{x}_4 x_3 x_2 x_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1) \vee (x_4 x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1) \vee (x_4 x_3 x_2 \bar{x}_1)}}}$$

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

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

4.3.5 Визначення належності функції f_4 до п'яти чудових класів

1. Дана функція зберігає нуль, так як $F(0000)=0$.
2. Дана функція зберігає одиницю, так як $F(1111)=1$.
3. Дана функція не самодвоїста, так як $F(0001)1; F(1110)=1$.
4. Дана функція не монотонна, так як $F(0001) > F(0010)$, а $F(0100) < F(0101)$.
5. Дана функція не лінійна, так як канонічна форма алгебри Жегалкіна, що отримана у підрозділі 3.2 є не лінійним поліномом.

На основі вищесказаного робимо висновок, що функція f_4 належить першим двом і не належить останнім трьом передповним класам. Це можна узагальнити таблицею 4.2.

Таблиця 4.2

Приналежність f_4 до передповних класів

	K_0	K_1	K_C	K_M	K_L
F_4	+	+	-	-	-

4.3.6 Мінімізація функції f_4 методом невизначених коефіцієнтів

Ідея цього методу полягає у відшуванні ненульових коефіцієнтів при кожній імпліканті. Рівняння для знаходження коефіцієнтів представимо таблицею (таблиця 4.3). Виконаємо викреслення тих рядків на яких функція

приймає нульові значення. Викреслимо вже знайдені нульові коефіцієнти в тих рядках таблиці, що залишилися імпліканти, що залишилися після виконання попередніх дії поглинають ті імпліканти, що розташовані справа від них. Імпліканти називаються ядрами, якщо вони єдині в рядках.

Таблиця 4.3

Таблиця невизначених коефіцієнтів

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	$x_4x_3x_2$	$x_4x_3x_1$	$x_4x_2x_1$	$x_3x_2x_1$	$x_4x_3x_2x_1$	y
0	0	0	0	00	00	00	00	00	00	000	000	000	000	0000	0
0	0	0	1	00	00	01	00	01	01	000	001	001	001	0001	1
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	0101	1
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	100	100	100	000	1000	1
1	0	0	1	10	10	11	00	01	01	100	101	101	001	1001	1
1	0	1	0	10	11	10	01	00	10	101	100	110	010	1010	0
1	0	1	1	10	11	11	01	01	11	101	101	111	011	1011	0
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	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	111	111	1111	1

Отримаємо МДНФ функції:

$$F_4 = x_4x_3\bar{x}_1 \vee x_4\bar{x}_3\bar{x}_2 \vee x_3x_2x_1 \vee \bar{x}_4\bar{x}_2x_1$$

4.3.7 Мінімізація функції f_4 методом Квайна-Мак-Класкі

Випишемо конституенти одиниці і зробимо всі можливі склеювання та поглинання (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4

Поглинання термів

K0	K1
0001	100X
1000	111X
0101	01X1
1001	11X0
1100	0X01
0111	1X00
1110	X001
1111	X111

Побудуємо таблицю покриття (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5

Таблиця покриття

	0001	1000	0101	1001	1100	0111	1110	1111
<u>100X</u>		<u>V</u>		<u>V</u>				
111X							V	V
01X1			V			V		
<u>11X0</u>					<u>V</u>		<u>V</u>	
<u>0X01</u>	<u>V</u>		<u>V</u>					
1X00		V			V			
X001	V			V				
<u>X111</u>						<u>V</u>		<u>V</u>

Отримаємо МДНФ функції: $F_4 = x_4x_3\bar{x}_1 \vee x_4\bar{x}_3\bar{x}_2 \vee x_3x_2x_1 \vee \bar{x}_4\bar{x}_2x_1$

4.3.8 Мінімізація функції f4 методом діаграм Вейча

Виконаємо мінімізацію функції методом Вейча (рисунок 4.6). Цей метод дуже зручний при мінімізації функції з кількістю аргументів до чотирьох включно. Кожна клітинка відповідає конституенті, а прямокутник з кількох клітинок – імпліканті.

		x3					
x4		1	0	1	1	x2	
		1	1	0	0		
		0	1	0	0		
		0	1	1	0		
		x1					

Рисунок 4.6 Мінімізація функції методом Вейча

Отримаємо МДНФ функції: $F_4 = x_4x_3\bar{x}_1 \vee x_4\bar{x}_3\bar{x}_2 \vee x_3x_2x_1 \vee \bar{x}_4\bar{x}_2x_1$

4.3.9 Спільна мінімізація функцій f1, f2, f3

Виконаємо мінімізацію прямих значень функцій. Виходячи з таблиці істинності системи перемикальних функцій записуємо комплекс кубів K_0 . Виконуємо всі попарні склеювання та отримуємо комплекси кубів K_1 і K_2 .

Шляхом поглинання термів отримуємо Z-покриття, що відповідає СДНФ системи перемикальних функцій (Таблиця 4.6).

Таблиця 4.6

Поглинання термів для мінімізації прямих значень функцій

0000(1,2,3)	011X(1,2,3)	X11X(2)
0001(1,2)	110X(2)	11XX(2)
0010(1,2,3)	111X(2)	
0100(1,3)	000X(1,2)	11XX(2)
1000(1,3)	01X0(1,3)	0XX0(1,3)
0110(1,2,3)	11X0(2)	
1100(1,2,3)	11X1(2)	XX00(1,3)
0111(1,2,3)	00X0(1,2,3)	
1011(1)	1X00(1,3)	X11X(2)
1101(2)	1X11(1)	XX00(1,3)
1110(2)	0X00(1,3)	
1111(1,2,3)	X100(1,3)	
	X110(2)	
	X111(1,2,3)	
	X000(1,3)	

Для видалення надлишкових імплікант будуюмо таблицю покриття (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7

Таблиця покриття системи перемикальних функцій

	Y1								Y2						Y3						
	0000	0001	0010	0110	1000	1011	1100	1111	0000	0001	0010	1101	1110	1111	0000	0010	0100	0111	1000	1100	1111
X11X (2)													V	V							
<u>11XX</u> (2)												<u>V</u>	<u>V</u>	<u>V</u>							
011X (1,2,3)				V														V			
01X0 (1,3)				V													V				
<u>1X11</u> (1)						<u>V</u>		<u>V</u>													
<u>X111</u> (1,2,3)								<u>V</u>						<u>V</u>				<u>V</u>			<u>V</u>
<u>0XX0</u> (1,3)	<u>V</u>		<u>V</u>	<u>V</u>											<u>V</u>	<u>V</u>	<u>V</u>				
<u>0001</u> (1,2)		<u>V</u>								<u>V</u>											
0010 (1,2,3)			V								V					V					
1100 (1,2,3)							V													V	
<u>XX00</u> (1,3)	<u>V</u>				<u>V</u>		<u>V</u>								<u>V</u>		<u>V</u>		<u>V</u>	<u>V</u>	
<u>00X0</u> (1,2,3)	<u>V</u>		<u>V</u>						<u>V</u>		<u>V</u>				<u>V</u>	<u>V</u>					
XX00 (1,3)	V				V		V								V		V		V	V	

На підставі таблиці покриття одержуємо МДНФ перемикальних функцій:

$$F_1 = \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_1 \vee x_4 x_2 x_1$$

$$F_2 = \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee x_4 x_3$$

$$F_3 = x_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_1$$

Аналогічно виконаємо мінімізацію заперечень функцій.

Таблиця 4.8

Поглинання термів для мінімізації прямих значень функцій

0001(3)	010X(1,2)	X0X1(3)
0100(1,2)	101X(2,3)	
1000(2)	00X1(3)	XX01(3)
0011(1,2,3)	01X0(1,2)	
0101(1,2,3)	10X1(2,3)	X0X1(3)
1001(1,2,3)	0X01(3)	
1010(1,2,3)	1X01(1,3)	XX01(3)
1011(2,3)	1X10(1,3)	
1101(1,3)	X001(3)	
1110(1,3)	X011(2,3)	
	X101(1,3)	

Будуємо таблицю покриття(таблиця 4.9).

Таблиця 4.9

Таблиця покриття системи перемикальних функцій

	Y1							Y2							Y3							
	0100	0011	0101	1001	1010	1101	1110	0100	1000	0011	0101	1001	1010	1011	0001	0011	0101	1001	1010	1011	1101	1110
X0X1 (3)															V	V		V		V		
<u>XX01</u> <u>(3)</u>															<u>V</u>		<u>V</u>	<u>V</u>			<u>V</u>	
<u>010X</u> <u>(1,2)</u>	<u>V</u>		<u>V</u>					<u>V</u>			<u>V</u>											
<u>101X</u> <u>(2,3)</u>													<u>V</u>	<u>V</u>					<u>V</u>	<u>V</u>		
01X0 (1,2)	V							V														
10X1 (2,3)												V		V				V		V		
<u>1X01</u> <u>(1,3)</u>				<u>V</u>		<u>V</u>												<u>V</u>			<u>V</u>	
<u>1X10</u> <u>(1,3)</u>					<u>V</u>		<u>V</u>												<u>V</u>			<u>V</u>
X011 (2,3)										V				V		V				V		
X101 (1,3)			V			V											V				V	
<u>1000(2)</u> <u>)</u>									<u>V</u>													
<u>0011</u> <u>(1,2,3)</u>		<u>V</u>								<u>V</u>						<u>V</u>						
0101 (1,2,3)			V								V											
<u>1001</u> <u>(1,2,3)</u>				<u>V</u>								<u>V</u>						<u>V</u>				
1010 (1,2,3)					V								V						V			

На підставі таблиці покриття системи заперечень перемикальних функцій одержуємо МДНФ заперечень перемикальних функцій:

$$\bar{F}_1 = \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 \vee x_4 \bar{x}_2 x_1 \vee x_4 x_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1$$

$$\bar{F}_2 = \bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2 \vee x_4 \bar{x}_3 x_2 \vee x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1 \vee x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1$$

$$\bar{F}_3 = \bar{x}_2 x_1 \vee x_4 \bar{x}_3 x_2 \vee x_4 x_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1$$

Виведемо вісім нормальних форм:

$$\begin{cases} F_1 = \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_1 \vee x_4 x_2 x_1 & \text{I/АБО} \\ F_2 = \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee x_4 x_3 \\ F_3 = x_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(\bar{x}_2 \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1)(\bar{x}_4 \bar{x}_1)(x_4 x_2 x_1)} & \text{I-НЕ/I-НЕ} \\ F_2 = \overline{(\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1)(x_4 x_3)} \\ F_3 = \overline{(x_3 x_2 x_1)(\bar{x}_4 \bar{x}_1)(\bar{x}_2 \bar{x}_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(x_2 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)} & \text{АБО/I-НЕ} \\ F_2 = \overline{(x_4 \vee x_3 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3)} \\ F_3 = \overline{(\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)(x_4 \vee x_1)(x_2 \vee x_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(x_2 \vee x_1) \vee (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_4 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)} & \text{АБО-НЕ/АБО} \\ F_2 = \overline{(x_4 \vee x_3 \vee x_1) \vee (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3)} \\ F_3 = \overline{(\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \vee (x_4 \vee x_1) \vee (x_2 \vee x_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2) \vee (x_4 \bar{x}_2 x_1) \vee (x_4 x_2 \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1)} & \text{I/АБО-НЕ} \\ F_2 = \overline{(\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2) \vee (x_4 \bar{x}_3 x_2) \vee (x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1)} \\ F_3 = \overline{(\bar{x}_2 x_1) \vee (x_4 \bar{x}_3 x_2) \vee (x_4 x_2 \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2)(x_4 \bar{x}_2 x_1)(x_4 x_2 \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1)} & \text{I-НЕ/I} \\ F_2 = \overline{(\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2)(x_4 \bar{x}_3 x_2)(x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1)(x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1)} \\ F_3 = \overline{(\bar{x}_2 x_1)(x_4 \bar{x}_3 x_2)(x_4 x_2 \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = (x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2)(\bar{x}_4 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) & \text{АБО/I} \\ F_2 = (x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) \\ F_3 = (x_2 \vee \bar{x}_1)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2)(\bar{x}_4 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)} \vee \overline{(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)} \\ F_2 = \overline{(x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee x_1)} \vee \overline{(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)} \vee \\ \vee \overline{(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)} \\ F_3 = \overline{(x_2 \vee \bar{x}_1)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)} \vee \overline{(x_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)} \end{cases} \text{ АБО-НЕ/АБО-НЕ}$$

4.3.10 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ

Одержимо операторне представлення функцій на ПЛМ. На ПЛМ можна реалізувати форми {I/АБО, I/АБО-НЕ}.

$$\begin{cases} F_1 = \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_1 \vee x_4 x_2 x_1 \\ F_2 = \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee x_4 x_3 \\ F_3 = x_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \bar{x}_1 \end{cases} \text{ I/АБО}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2)} \vee \overline{(x_4 \bar{x}_2 x_1)} \vee \overline{(x_4 x_2 \bar{x}_1)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1)} \\ F_2 = \overline{(\bar{x}_4 x_3 \bar{x}_2)} \vee \overline{(x_4 \bar{x}_3 x_2)} \vee \overline{(x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1)} \vee \overline{(x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1)} \\ F_3 = \overline{(\bar{x}_2 x_1)} \vee \overline{(x_4 \bar{x}_3 x_2)} \vee \overline{(x_4 x_2 \bar{x}_1)} \vee \overline{(\bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 x_1)} \end{cases} \text{ I/АБО-НЕ}$$

I/АБО : Всього 4 змінні, 7 імплікант, 3 функції. Тож оберемо ПЛМ(4,7,3).

I/АБО-НЕ : Всього 4 змінні, 8 імплікант, 3 функції. Тож оберемо ПЛМ(4,8,3).

Побудуємо мнемонічну схему ПЛМ(I/АБО) (рисунок 4.7).

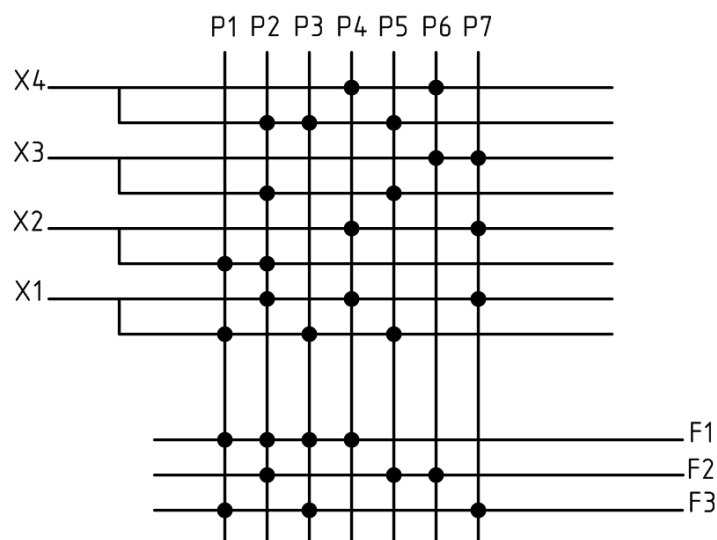


Рисунок 4.7 мнемонічна схема ПЛМ(I/АБО)

Побудуємо мнемонічну схему ПЛМ(I/АБО-НЕ) (рисунок 4.8).

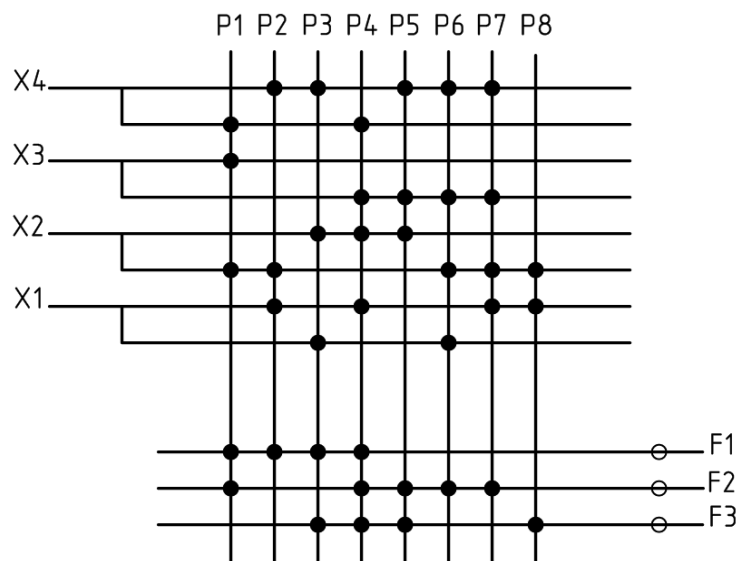


Рисунок 4.8 мнемонічна схема ПЛМ(I/АБО-НЕ)

За даними мнемонічних схем побудуємо карти програмування ПЛМ(I/АБО) (таблиця 4.10) та карту програмування ПЛМ(I/АБО-НЕ) (таблиця 4.11).

Таблиця 4.10 Карта програмування ПЛМ(I-АБО)

X4	X3	X2	X1	P	F1	F2	F3
-	-	0	0	P1	1	0	1
0	0	0	1	P2	1	1	0
0	-	-	0	P3	1	0	1
1	-	1	1	P4	1	0	0
0	0	-	0	P5	0	1	0
1	1	-	-	P6	0	1	0
-	1	1	1	P7	0	0	1

Таблиця 4.11 Карта програмування ПЛМ(I/АБО-НЕ)

X4	X3	X2	X1	P	F1	F2	F3
0	1	0	-	P1	1	1	0
1	-	0	1	P2	1	0	0
1	-	1	0	P3	1	0	1
0	0	1	1	P4	1	1	1
1	0	1	-	P5	0	1	1
1	0	0	0	P6	0	1	0
1	0	0	1	P7	0	1	0
-	-	0	1	P8	0	0	1

Отже, кращою матрицею є матриця реалізована в елементному базисі I/АБО, адже має меншу кількість вхідних сигналів.

4.4 Висновок

Метою даної курсової роботи було закріпити навички структурного синтезу автомата по заданому алгоритму роботи, побудови схеми

автомата, мінімізації перемикальних функцій та побудови програмувальних логічних матриць.

При побудові комбінаційних схем було показано доцільність та ефективність сумісної мінімізації кількох функцій.

Усі схеми та керуючий автомат були перевірені в програмі AFDK 2.0. Перевірка дала позитивні результати.

Під час оформлення курсової роботи я покращив навички роботи з текстовим редактором Microsoft Word 2010 та навички оформлення текстової і конструкторської документації відповідно до діючих стандартів.

4.5 Список літератури

1. Жабін В.І, Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко В.В Прикладна теорія цифрових автоматів 2-ге вид., доправ.: Навч. посібник – К.: Книжкове видавництво НАУ «НАУ друк», 2009.–360с.
2. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна логіка».

					ІА/Ц.463626.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		15