

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

КУРСОВА РОБОТА
з дисципліни “Комп’ютерна логіка”

Виконала Даніленко Наталія Олегівна
Факультет ІОТ,
Група ІО-43
Залікова книжка № 4304

Допущена до захисту _____

(підпис керівника)

Опис альбому

[illegible]

Технічне завдання

Зміст

1. Призначення розроблюваного об'єкта	2
2. Вхідні дані для розробки	2
3. Склад пристроїв	3
4. Етапи проектування і терміни їх виконання	4
5. Перелік текстової і графічної документації	5

					ІА/Ц.463626.002 ТЗ		
		№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Даніленко Н.О.				Технічне завдання		
Перевір.	Поспішний О.С.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.	Жабін В.І.						
					Літ.	Аркцш	Аркцшів
						1	5
					НТУУ “КПІ” ФІОТ ГРУПА ІО-43		

2.1 Призначення розроблюваного об'єкта

У курсовій роботі нам необхідно виконати синтез автомата Мілі. Керуючий автомат — це електрична схема, що виконує відображення вхідного сигналу у вихідний по заданому алгоритму. Практичне застосування даного 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	0	1	1	0	1	0	1

Логічні умови ($h8=0$; $h7=0$; $h3=1$):

$X2, \text{ not } X2, X1$.

Порядок з'єднання елементів ($h8=0$; $h4=0$; $h2=0$):

1, 2, 3.

Послідовність керуючих сигналів ($h9=0$; $h4=0$; $h1=1$):

$Y1, (Y1 \ Y2), Y3, (Y4 \ Y5), Y2, (Y1 \ Y3)$.

Сигнал тривалістю $2t$ ($h6=1$; $h2=0$):

$Y3$.

Тригер ($h6=1$; $h5=1$):

T — тригер.

Логічні елементи ($h3=1$; $h2=0$; $h1=1$):

2І-НЕ, 4АБО.

Тип автомату ($h4=0$):

Мілі.

					ІАЛЦ.463626.002 ТЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

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	1	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	0	0	0	1	1
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	1	1	0	1	0	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 Вейча.

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 $\{I/A\overline{B}O, I/A\overline{B}O-HE\}$.

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.

					ІАЛЦ.463626.002 ТЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

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 Жегалкіна ...	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 Вейча	9
4.3.9 Спільна мінімізація функцій f_1, f_2, f_3	9
3.10 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ	13
4.4 Висновок	14
4.5 Список літератури	15

					<i>ІАЛЦ.463626.004 ПЗ</i>			
		№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Рожков Г.О.				<i>Пояснювальна записка</i>	Літ.	Аркцш	Аркцшів
Перевір.							1	15
Реценз.						<i>НТУУ “КПІ” ФІОТ ГРУПА ІО-31</i>		
Н. Контр.								
Затверд.	Жадін В.І.							

4.1 Вступ

На основі «Технічного завдання ІА/Ц.463626.002 ТЗ» 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 виконаємо розмітку станів автомата. Зауважимо, що автомат циклічний.

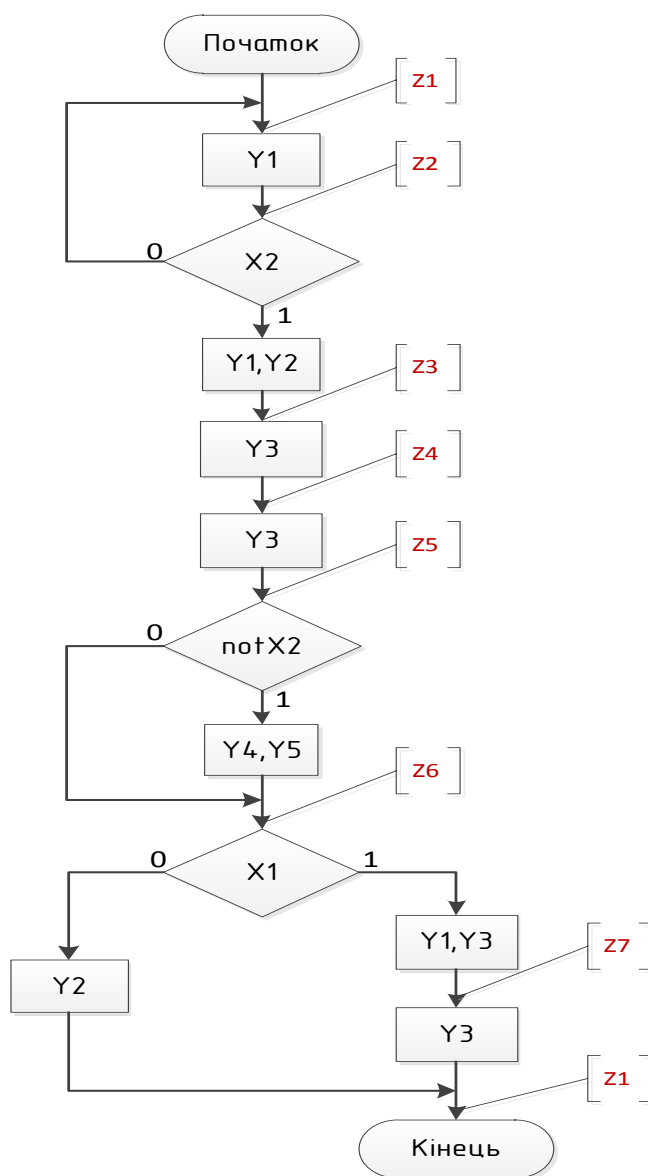


Рисунок 4.1 Розмітка станів автомата Мілі

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

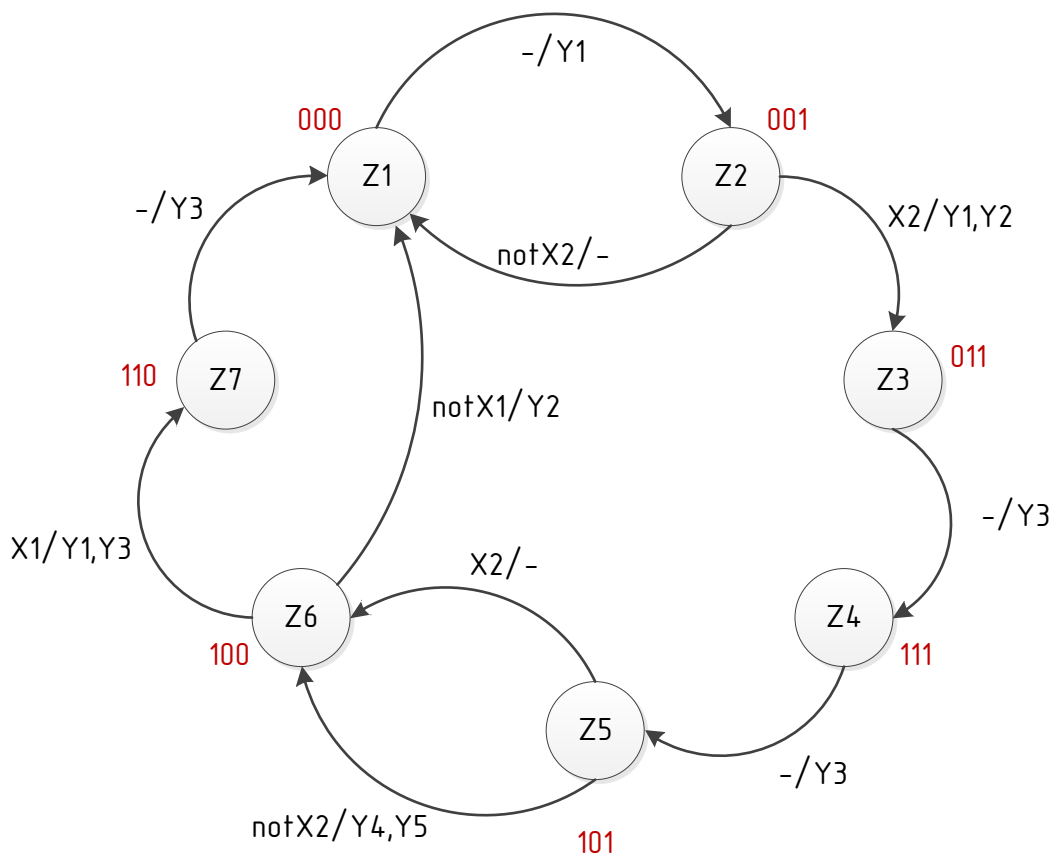


Рисунок 4.2 Граф автомата

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	-	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Z5→Z6	1	0	1	1	0	0	-	0	0	0	0	1	1	0	0	1
Z6→Z1	1	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0	0	1	0	0
Z6→Z7	1	0	0	1	1	0	1	-	1	0	1	0	0	0	1	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 {2І-НЕ, 4АБО}.

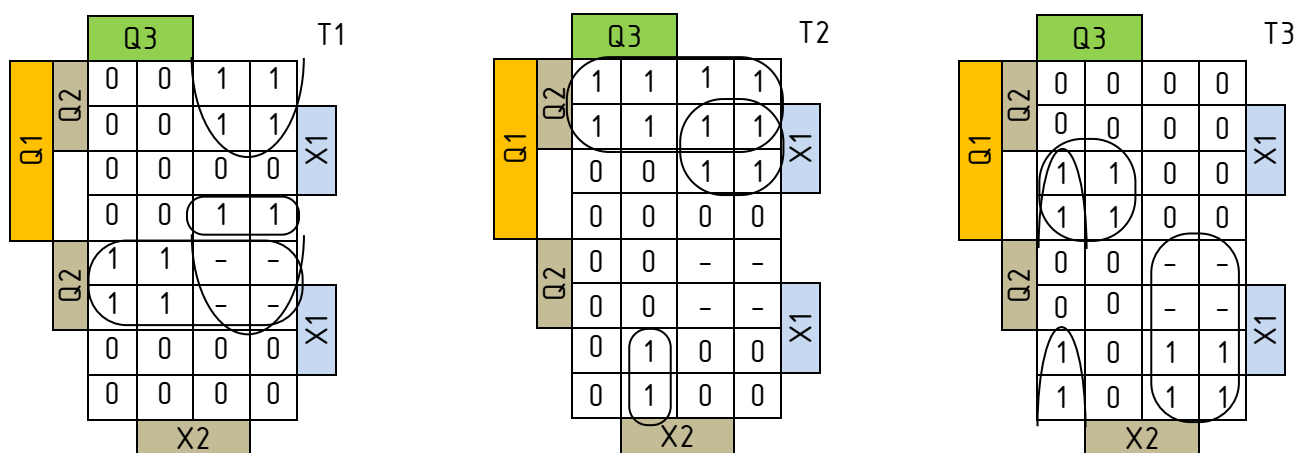


Рисунок 4.4 Діаграми Вейча для функцій збудження тригерів

$$T_1 = Q_2 \overline{Q_3} \vee \overline{Q_1} Q_2 \vee Q_1 \overline{Q_2} \overline{Q_3} X_1 = (\overline{Q_2} \overline{Q_3}) \cdot (\overline{Q_1} Q_2) \cdot (Q_1 \overline{Q_2} \overline{Q_3} X_1) = (\overline{Q_2} \vee \overline{Q_3}) \cdot (\overline{Q_1} \vee Q_2) \cdot (\overline{Q_1} \vee Q_2 \vee Q_3 \vee X_1)$$

$$T_2 = Q_1 Q_2 \vee Q_1 \overline{Q_3} X_1 \vee \overline{Q_1} Q_2 Q_3 X_2 = (\overline{Q_1} Q_2) \cdot (Q_1 \overline{Q_3} X_1) \cdot (\overline{Q_1} Q_2 Q_3 X_2) = (\overline{Q_1} \vee Q_2) \cdot (\overline{Q_1} \vee Q_3 \vee X_1) \cdot (Q_1 \vee Q_2 \vee Q_3 \vee X_2)$$

$$T_3 = \overline{Q_1} \overline{Q_3} \vee \overline{Q_2} Q_3 \overline{X_2} \vee Q_1 \overline{Q_2} Q_3 = (\overline{Q_1} \overline{Q_3}) \cdot (\overline{Q_2} Q_3 \overline{X_2}) \cdot (Q_1 \overline{Q_2} Q_3) = (Q_1 \vee Q_3) \cdot (Q_2 \vee Q_3 \vee X_2) \cdot (\overline{Q_1} \vee \overline{Q_2} \vee \overline{Q_3})$$

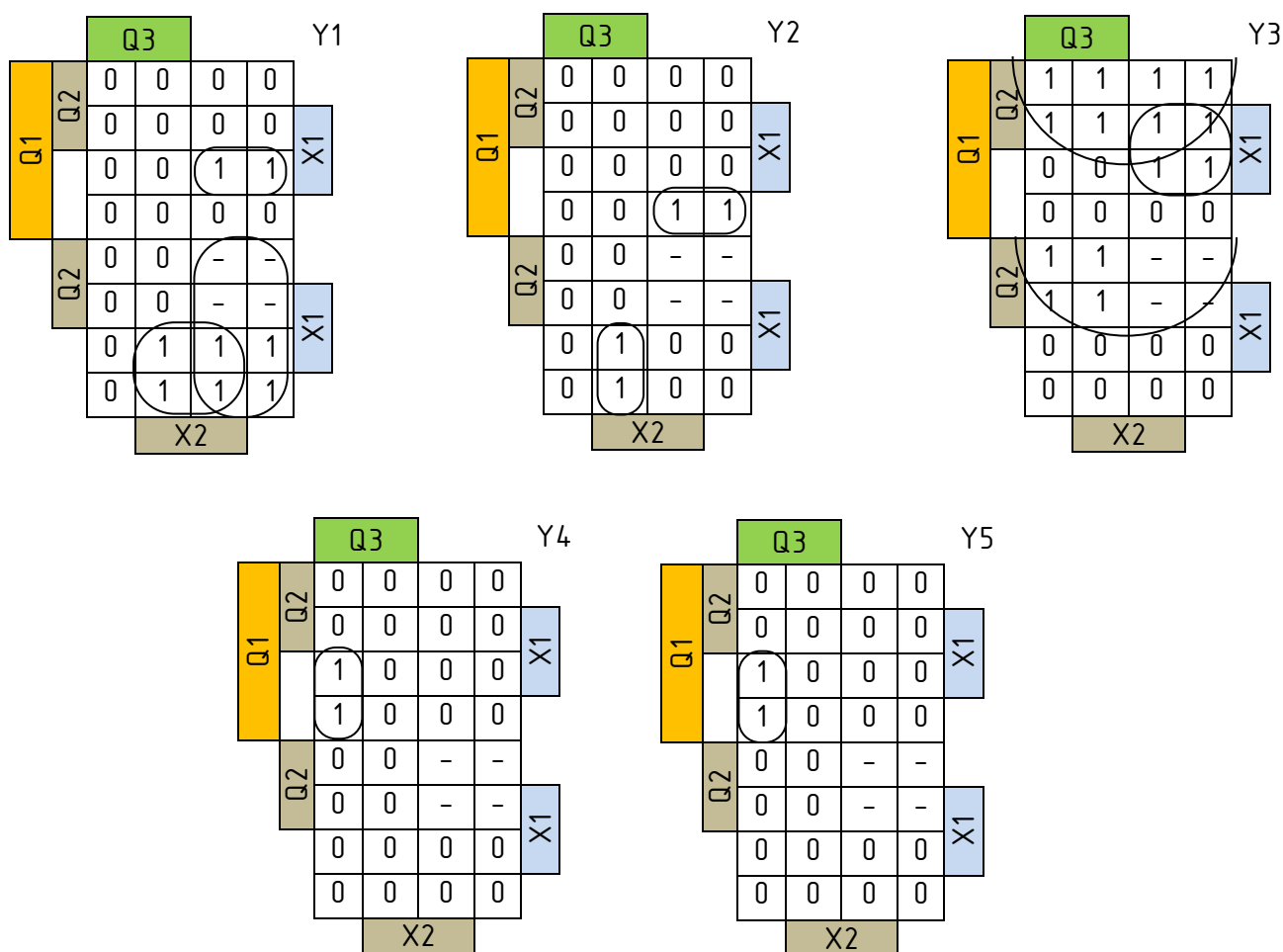


Рисунок 4.5 Діаграми Вейча для функцій управляючих сигналів

$$Y_1 = \overline{Q_1} \overline{Q_3} \vee \overline{Q_1} Q_2 \overline{X_2} \vee Q_1 \overline{Q_2} Q_3 X_1 = (\overline{Q_1} \overline{Q_3}) \cdot (\overline{Q_1} Q_2 \overline{X_2}) \cdot (Q_1 \overline{Q_2} Q_3 X_1) = (Q_1 \vee Q_3) \cdot (Q_1 \vee Q_2 \vee \overline{X_2}) \cdot (\overline{Q_1} \vee \overline{Q_2} \vee Q_3 \vee \overline{X_1})$$

$$Y_2 = Q_1 \overline{Q_2} Q_3 \overline{X_1} \vee \overline{Q_1} \overline{Q_2} Q_3 X_2 = (\overline{Q_1} \overline{Q_2} Q_3 \overline{X_1}) \cdot (\overline{Q_1} \overline{Q_2} Q_3 X_2) = (\overline{Q_1} \vee Q_2 \vee Q_3 \vee X_1) \cdot (Q_1 \vee Q_2 \vee \overline{Q_3} \vee \overline{X_2})$$

$$Y_3 = Q_2 \vee Q_1 \overline{Q_3} X_1 = \overline{Q_2} \cdot (\overline{Q_1} \overline{Q_3} X_1) = \overline{Q_2} \cdot (\overline{Q_1} \vee \overline{Q_3} \vee \overline{X_1})$$

$$Y_4 = Y_5 = Q_1 \overline{Q_2} Q_3 \overline{X_2} = \overline{Q_1} \overline{Q_2} Q_3 \overline{X_2}$$

Даних достатньо для побудови комбінаційних схем функцій збудження тригерів та функцій сигналів виходу, тобто і всієї комбінаційної схеми. Автомат будують 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 (ЕСКД) 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 $\{I, АБО, НЕ\}$. Нормальними канонічними формами є ДДНФ (Досконала диз'юнктивна нормальна форма) та ДКНФ (Досконала кон'юнктивна нормальна форма).

$$F_{4\text{ДДНФ}} = \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \vee \overline{X_4}\overline{X_3}X_2\overline{X_1} \vee \overline{X_4}X_3\overline{X_2}X_1 \vee \overline{X_4}X_3X_2\overline{X_1} \vee X_4\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \vee X_4\overline{X_3}X_2\overline{X_1} \vee X_4X_3\overline{X_2}X_1 \vee X_4X_3X_2\overline{X_1}$$

$$F_{4\text{ДКНФ}} = (X_4 \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1)(X_4 \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1})(X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee X_1)(X_4 \vee \overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee X_1)(\overline{X_4} \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1)(\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee X_1)(\overline{X_4} \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee X_1)(\overline{X_4} \vee \overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1})$$

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.

$$\begin{aligned} F_4 &= (X_4 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)X_1 \oplus (X_4 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)X_2(X_1 \oplus 1) \oplus (X_4 \oplus 1)X_3(X_2 \oplus 1)X_1 \oplus (X_4 \oplus 1)X_3X_2X_1 \oplus \\ &X_4(X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)X_1 \oplus X_4X_3(X_2 \oplus 1)(X_1 \oplus 1) \oplus X_4X_3X_2(X_1 \oplus 1) \oplus X_4X_3X_2X_1 = (X_4X_3 \oplus X_4 \oplus X_3 \oplus 1) \\ &(X_2X_1 \oplus X_1) \oplus (X_4X_3 \oplus X_3 \oplus X_4 \oplus 1)(X_2X_1 \oplus X_2) \oplus (X_4X_3 \oplus X_3)(X_2X_1 \oplus X_1) \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_3X_2X_1 \oplus \\ &(X_4X_3 \oplus X_4)(X_2X_1 \oplus X_1) \oplus (X_4X_3X_2 \oplus X_4X_3)(X_1 \oplus 1) \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3X_2 \oplus X_4X_3X_2X_1 = \\ &\overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}X_1 \oplus \overline{X_4}X_1 \oplus \overline{X_3}X_1 \oplus X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \\ &\oplus \overline{X_4}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}X_1 \oplus X_3X_2 \oplus X_4X_2 \oplus X_2 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}X_1 \oplus \overline{X_3}X_1 \oplus \\ &\overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}X_1 \oplus \overline{X_4}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \oplus \overline{X_4}\overline{X_3}X_1 \oplus X_4X_3 \\ &\oplus \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2} \oplus X_4X_3X_2 = X_1 \oplus X_3X_2 \oplus X_4X_2 \oplus X_2 \oplus X_4X_2X_1 \oplus X_4X_3 \oplus X_4X_3X_2 \end{aligned}$$

4.3.3 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Пірса.

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

$$\begin{aligned} F_4 &= \overline{\overline{(X_4 \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1)(X_4 \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1})(X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee X_1)(X_4 \vee \overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee X_1)(\overline{X_4} \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1)} \\ &\overline{\overline{(X_4 \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1)(X_4 \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1})(X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee X_1)}} = \overline{\overline{(X_4 \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1) \vee (X_4 \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1})}} \\ &\overline{\overline{X_1} \vee (X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee X_1) \vee (X_4 \vee \overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee X_1) \vee (X_4 \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1) \vee (X_4 \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1})}} \\ &\overline{\overline{X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1} \vee (X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee \overline{X_1})}} = (X_4 \downarrow X_3 \downarrow X_2 \downarrow X_1) \downarrow (X_4 \downarrow X_3 \downarrow (X_2 \downarrow X_2) \downarrow (X_1 \downarrow X_1)) \downarrow (X_4 \\ &\downarrow (X_3 \downarrow X_3) \downarrow X_2 \downarrow X_1) \downarrow (X_4 \downarrow (X_3 \downarrow X_3) \downarrow (X_2 \downarrow X_2) \downarrow X_1) \downarrow ((X_4 \downarrow X_4) \downarrow X_3 \downarrow X_2 \downarrow X_1) \downarrow ((X_4 \downarrow \\ &X_4) \downarrow X_3 \downarrow (X_2 \downarrow X_2) \downarrow X_1) \downarrow ((X_4 \downarrow X_4) \downarrow X_3 \downarrow (X_2 \downarrow X_2) \downarrow (X_1 \downarrow X_1)) \downarrow ((X_4 \downarrow X_4) \downarrow (X_3 \downarrow X_3) \downarrow X_2 \\ &\downarrow (X_1 \downarrow X_1)) \end{aligned}$$

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	$x_4x_3x_2$	$x_4x_3x_1$	$x_4x_2x_1$	$x_3x_2x_1$	$x_4x_3x_2x_1$	f_4
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	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	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	0
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:

$$F_{4\text{МДНФ}} = x_4x_3\bar{x}_1 \vee x_4x_3x_2 \vee \bar{x}_4x_3x_1 \vee \bar{x}_3\bar{x}_2x_1 \vee \bar{x}_4\bar{x}_3x_2\bar{x}_1$$

4.3.7 Мінімізація функції f_4 методом Квайна-Мак-Класкі

Випишемо конституенти одиниці і зробимо всі можливі склеювання та поглинання (рисунок 4.6).

K_0	K_1
0001	X001
0010	X111
0101	0X01
1001	01X1
1100	11X0
0111	111X
1110	
1111	

Рисунок 4.6 Поглинання термів

Побудуємо таблицю покриття (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4

Таблиця покриття

	0001	0010	0101	0111	1001	1100	1110	1111
0010		✓						
X001	✓				✓			
X111				✓				✓
0X01	✓		✓					
01X1			✓	✓				
11X0						✓	✓	
111X							✓	✓

Отримаємо МДНФ функції:

$$F_{4\text{МДНФ}} = X_4 X_3 \bar{X}_1 \vee X_4 X_3 X_2 \vee \bar{X}_4 X_3 X_1 \vee \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1 \vee \bar{X}_4 \bar{X}_3 X_2 \bar{X}_1$$

4.3.8 Мінімізація функції f4 методом діаграм Вейча

Виконаємо мінімізацію функції методом Вейча (рисунок 4.7). 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	0	
	1	1	0	0	
	0	1	0	1	X2
	0	1	1	0	
		X1			

Рисунок 4.7 Мінімізація функції методом Вейча

Отримаємо МДНФ функції:

$$F_{4\text{МДНФ}} = X_4 X_3 \bar{X}_1 \vee X_4 X_3 X_2 \vee \bar{X}_4 X_3 X_1 \vee \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1 \vee \bar{X}_4 \bar{X}_3 X_2 \bar{X}_1$$

4.3.9 Спільна мінімізація функцій f1, f2, f3

Виконаємо мінімізацію прямих значень функцій. Виходячи з таблиці істинності системи перемикальних функцій записуємо комплекс кудів K^0 . Виконуємо всі попарні склеювання та отримуємо комплекси кудів K^1 і K^2 . Шляхом погли-

нання термів отримуємо Z-покриття, що відповідає СДНФ системи перемикальних функцій (рисунок 4.8).

K^0		K^1		K^2	
0000	(1,2,3)	X000	(1)	XX00	(1)
0001	(1,2)	X100	(1,3)	X1X0	(1)
0010	(1,2,3)	X110	(1,2)	X11X	(1,2)
0100	(1,3)	X111	(1,2,3)	0XX0	(1,3)
1000	(1)	0X00	(1,3)	XX00	(1)
0110	(1,2,3)	0X10	(1,2,3)	0XX0	(1,3)
1100	(1,2,3)	1X00	(1)	X1X0	(1)
0111	(1,2,3)	1X11	(1)	11XX	(2)
1011	(1)	00X0	(1,2,3)	X11X	(1,2)
1101	(2)	01X0	(1,3)	11XX	(2)
1110	(1,2)	11X0	(1,2)		
1111	(1,2,3)	11X1	(2)		
		000X	(1,2)		
		011X	(1,2,3)		
		110X	(2)		
		111X	(1,2)		

Рисунок 4.8 Поглинання термів для мінімізації прямих значень функцій

Для видалення надлишкових імплікант будуюмо таблицю покриття (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5
Таблиця покриття системи перемикальних функцій

	F1										F2						F3					
	0000	0001	0010	0110	1000	1011	1100	1110	1111	0000	0001	0010	1101	1110	1111	0000	0010	0100	0111	1100	1111	
1100 (1,2,3)							✓													✓		
X100 (1,3)							✓											✓		✓		
X111 (1,2,3)									✓						✓				✓		✓	
0X10 (1,2,3)			✓	✓								✓					✓					
1X11 (1)						✓			✓													
00X0 (1,2,3)	✓		✓							✓		✓				✓	✓					
11X0 (1,2)							✓	✓						✓								
000X (1,2)	✓	✓								✓	✓											
011X (1,2,3)				✓															✓			
XX00 (1)	✓				✓		✓															
0XX0 (1,3)	✓		✓	✓												✓	✓	✓				
X1X0(1)				✓			✓	✓														
X11X (1,2)				✓				✓	✓					✓	✓							
11XX (2)													✓	✓	✓							

На підставі таблиці покриття одержуємо МДНФ перемикальних функцій:

$$F_1 = X_3 X_2 \vee \overline{X_4} \overline{X_1} \vee \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee X_4 X_2 X_1$$

$$F_2 = X_4 X_3 \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_1}$$

$$F_3 = \overline{X_4} \overline{X_1} \vee X_3 X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \overline{X_1}$$

Аналогічно виконаємо мінімізацію заперечень функцій.

K^0		K^1		K^2	
0001	(3)	X001	(3)	X0X1	(3)
0100	(1,2)	X100	(2)	XX01	(3)
1000	(2,3)	X011	(2,3)	XX01	(3)
0011	(1,2,3)	X101	(1,3)	01XX	(2)
0101	(1,2,3)	X110	(3)	10XX	(2,3)
0110	(2,3)	0X01	(3)	01XX	(2)
1001	(1,2,3)	1X00	(2)	10XX	(2,3)
1010	(1,2,3)	0X11	(1,2)		
1100	(2)	1X01	(1,3)		
0111	(1,2)	1X10	(3)		
1011	(2,3)	00X1	(3)		
1101	(1,3)	01X0	(2)		
1110	(3)	10X0	(2,3)		
		01X1	(1,2)		
		10X1	(2,3)		
		010X	(1,2)		
		100X	(2,3)		
		011X	(2)		
		101X	(2,3)		

Рисунок 4.9 Поглинання термів для мінімізації заперечень

Будуємо таблицю покриття (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6

Таблиця покриття системи заперечень перемикальних функцій

	не F1					не F2							не F3								
	0011	0101	1001	1010	1101	0011	0100	0101	1000	1001	1010	1011	0001	0011	0101	1000	1001	1010	1011	1101	1110
0011 (1,2,3)	✓					✓								✓							
0101 (1,2,3)		✓						✓							✓						
0110 (2,3)																					
1001 (1,2,3)			✓							✓							✓				
1010 (1,2,3)				✓							✓							✓			
X100 (2)							✓														
X011 (2,3)						✓						✓		✓					✓		
X101 (1,3)		✓			✓										✓					✓	
X110 (3)																					✓
1X00 (2)									✓												
0X11 (1,2)	✓					✓															
1X01 (1,3)		✓	✓														✓			✓	
1X10 (3)																		✓			✓
01X1 (1,2)		✓						✓													
010X (1,2)		✓					✓	✓													
X0X1 (3)													✓	✓			✓		✓		
XX01 (3)													✓		✓		✓			✓	
01XX (2)							✓	✓													
10XX (2,3)									✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓		

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

$$\overline{F_1} = X_4 \overline{X_2} X_1 \vee \overline{X_4} X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} X_1 \vee X_4 \overline{X_3} X_2 \overline{X_1}$$

$$\overline{F_2} = X_4 \overline{X_3} \vee \overline{X_4} X_3 \vee \overline{X_4} X_2 X_1$$

$$\overline{F_3} = X_4 \overline{X_3} \vee \overline{X_2} X_1 \vee \overline{X_3} X_1 \vee X_4 X_2 \overline{X_1}$$

Виведемо вісім нормальних форм:

$$\begin{cases} F_1 = X_3 X_2 \vee \overline{X_4} \overline{X_1} \vee \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee X_4 X_2 X_1 \\ F_2 = X_4 X_3 \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_1} \\ F_3 = \overline{X_4} \overline{X_1} \vee X_3 X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \end{cases} \quad \text{I/AБO}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{\overline{X_3} \overline{X_2} \cdot \overline{\overline{X_4} \overline{X_1}} \cdot \overline{\overline{X_2} \overline{X_1}} \cdot \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2}} \cdot \overline{\overline{X_4} X_2 X_1}} \\ F_2 = \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \cdot \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2}} \cdot \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_1}}} \\ F_3 = \overline{\overline{X_4} \overline{X_1} \cdot \overline{\overline{X_3} X_2 X_1} \cdot \overline{\overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}}} \end{cases} \quad \text{I-HE/I-HE}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(\overline{X_3} \vee \overline{X_2}) \cdot (X_4 \vee X_1) \cdot (X_2 \vee X_1) \cdot (X_4 \vee X_3 \vee X_2) \cdot (\overline{X_4} \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1})} \\ F_2 = \overline{(\overline{X_4} \vee \overline{X_3}) \cdot (X_4 \vee X_3 \vee X_2) \cdot (X_4 \vee X_3 \vee X_1)} \\ F_3 = \overline{(X_4 \vee X_1) \cdot (\overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_3} \vee X_2 \vee X_1)} \end{cases} \quad \text{AБO/I-HE}$$

$$\begin{cases} F_1 = X_3 X_2 \vee \overline{X_4} \overline{X_1} \vee \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee X_4 X_2 X_1 \\ F_2 = X_4 X_3 \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_1} \\ F_3 = \overline{X_4} \overline{X_1} \vee X_3 X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \end{cases} \quad \text{AБO-HE/AБO}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{X_4 \overline{X_2} X_1 \vee \overline{X_4} X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} X_1 \vee X_4 \overline{X_3} X_2 \overline{X_1}} \\ F_2 = \overline{X_4 \overline{X_3} \vee \overline{X_4} X_3 \vee \overline{X_4} X_2 X_1} \\ F_3 = \overline{X_4 \overline{X_3} \vee \overline{X_2} X_1 \vee \overline{X_3} X_1 \vee X_4 X_2 \overline{X_1}} \end{cases} \quad \text{I/AБO-HE}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{\overline{X_4} \overline{X_2} X_1 \cdot \overline{\overline{X_4} X_2 X_1} \cdot \overline{\overline{X_3} \overline{X_2} X_1} \cdot \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} X_2 \overline{X_1}}} \\ F_2 = \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \cdot \overline{\overline{X_4} X_3} \cdot \overline{\overline{X_4} X_2 X_1}} \\ F_3 = \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \cdot \overline{\overline{X_2} X_1} \cdot \overline{\overline{X_3} X_1} \cdot \overline{\overline{X_4} X_2 \overline{X_1}}} \end{cases} \quad \text{I-HE/I}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{(\overline{X_4} \vee X_2 \vee \overline{X_1}) \cdot (X_4 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_3} \vee X_2 \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee X_1)} \\ F_2 = \overline{(\overline{X_4} \vee X_3) \cdot (X_4 \vee \overline{X_3}) \cdot (X_4 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1})} \\ F_3 = \overline{(\overline{X_4} \vee X_3) \cdot (X_2 \vee \overline{X_1}) \cdot (X_3 \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_4} \vee \overline{X_2} \vee X_1)} \end{cases} \quad \text{AБO/I}$$

$$\begin{cases} F_1 = (\overline{X_4} \vee X_2 \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_4} \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_3} \vee X_2 \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee X_1) \\ F_2 = (\overline{X_4} \vee X_3) \vee (\overline{X_4} \vee \overline{X_3}) \vee (\overline{X_4} \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \\ F_3 = (\overline{X_4} \vee X_3) \vee (X_2 \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_3} \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_4} \vee \overline{X_2} \vee X_1) \end{cases} \quad \text{АБО-НЕ/АБО-НЕ}$$

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}.

$$\begin{cases} F_1 = X_3 X_2 \vee \overline{X_4} \overline{X_1} \vee \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee X_4 X_2 X_1 \\ F_2 = X_4 X_3 \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_1} \\ F_3 = \overline{X_4} \overline{X_1} \vee X_3 X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \end{cases} \quad \text{I/АБО}$$

$$\begin{cases} F_1 = \overline{X_4} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \vee X_4 \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \\ F_2 = \overline{X_4} \overline{X_3} \vee \overline{X_4} X_3 \vee \overline{X_4} X_2 X_1 \\ F_3 = \overline{X_4} \overline{X_3} \vee \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_3} \overline{X_1} \vee X_4 X_2 \overline{X_1} \end{cases} \quad \text{I/АБО-НЕ}$$

I/АБО : Всього 4 змінні, 9 імплікант, 3 функції. Тож оберемо ПЛМ(4,9,3).

I/АБО-НЕ : Всього 4 змінні, 9 імплікант, 3 функції. Тож оберемо ПЛМ(4,9,3).

Побудуємо мнемонічну схему ПЛМ(I/АБО) (рисунк 4.10).

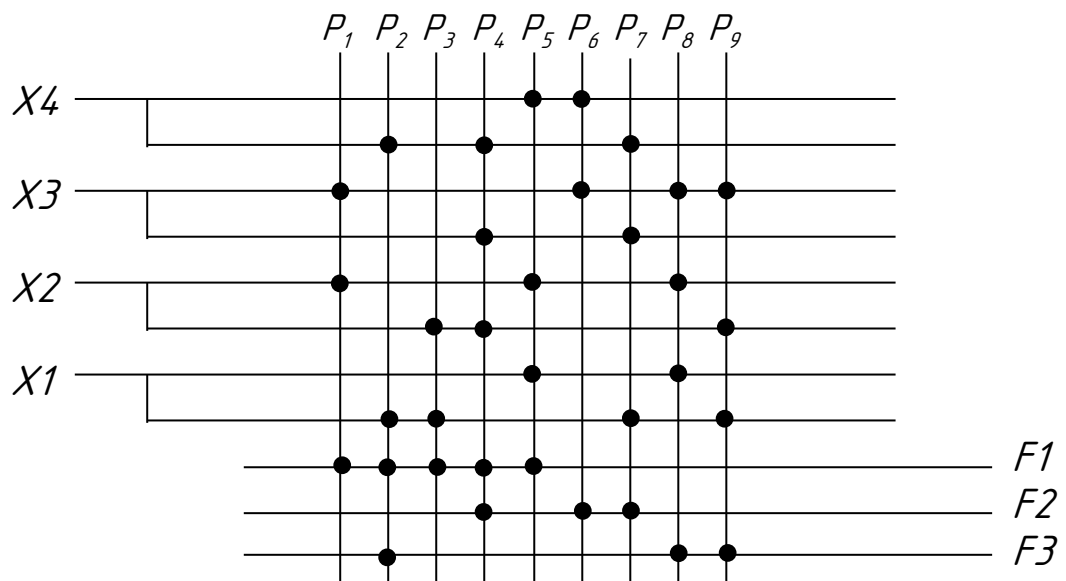


Рисунок 4.10 мнемонічна схема ПЛМ(I/АБО)

Побудуємо мнемонічну схему ПЛМ(I/АБО-НЕ) (рисунок 4.11).

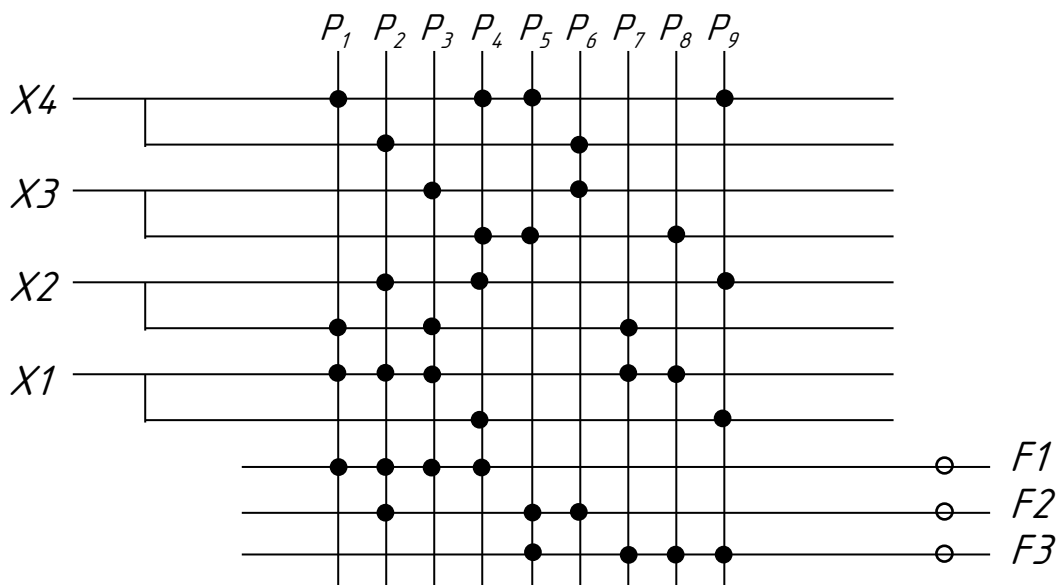


Рисунок 4.11 мнемонічна схема ПЛМ(I/АБО-НЕ)

За даними мнемонічних схем побудуємо карти програмування ПЛМ(I/АБО) (рисунок 4.12) та карту програмування ПЛМ(I/АБО-НЕ) (рисунок 4.13).

X_4	X_3	X_2	X_1	P_i	F_1	F_2	F_3
-	1	1	-	P_1	1	0	0
0	-	-	0	P_2	1	0	1
-	-	0	0	P_3	1	0	0
0	0	0	-	P_4	1	1	0
1	-	1	1	P_5	1	0	0
1	1	-	-	P_6	0	1	0
1	0	0	-	P_7	0	1	0
-	1	1	1	P_8	0	0	1
-	1	0	0	P_9	0	0	1

Рисунок 4.12 Карта програмування ПЛМ (I/АБО)

X_4	X_3	X_2	X_1	P_i	F_1	F_2	F_3
1	-	0	1	P_1	1	0	0
0	-	1	1	P_2	1	1	0
-	1	0	1	P_3	1	0	0
1	0	1	0	P_4	1	0	0
1	0	-	-	P_5	0	1	1
0	1	-	-	P_6	0	1	0
-	-	0	1	P_7	0	0	1
-	0	-	1	P_8	0	0	1
1	-	1	0	P_9	0	0	1

Рисунок 4.13 Карта програмування ПЛМ (I/АБО-НЕ)

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, мі-

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

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		15