

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

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни “Комп’ютерна логіка”

Виконала:

Бровченко Анастасія
Вікторівна

Факультет ІОТ

Група: ІО-64

Залікова книжка № 6403

Допущена до захисту

(підпис керівника)

Курсова робота

Опис альбому

[illegible]

Курсова робота

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.....	4

					<i>ІАЛЦ.006403.002 ТЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Курсова робота Технічне завдання</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Бровченко А.В.</i>					
<i>Перевір.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Жабін В.І.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						<i>1</i>	<i>4</i>
					<i>НТУУ «КПІ» ФІОТ ГРУПА ІО-64</i>		

1. Призначення розроблюваного об'єкта

Керуючий автомат — електрична схема, що виконує відображення вхідного сигналу у вихідний по заданому алгоритму. Практичне застосування даного автомата можливе в області обчислювальної техніки.

2. Вхідні дані для розробки

Варіант завдання визначається дев'ятьма молодшими розрядами залікової книжки представлений у двійковій системі числення (таблиця 1).

Таблиця 1 — Дев'ять молодших класів

h_9	h_8	h_7	h_6	h_5	h_4	h_3	h_2	h_1
1	0	0	0	0	0	0	1	1

Таблиця 2 — Завдання для курсової роботи

Порядок з'єднання фрагментів	$h_8 h_4 h_2$	001	1, 4, 2
Послідовність логічних умов	$h_8 h_7 h_3$	000	x_1, x_2, x_1
Послідовність керуючих сигналів	$h_9 h_4 h_1$	101	$y_1, y_3, y_2, y_4, y_2, y_1$
Сигнал, тривалістю $2t$	$h_6 h_2$	01	y_2
Тип тригерів	$h_9 h_4$	10	JK
Тип автомата	h_1	1	Мура
Логічні елементи	$h_3 h_2 h_1$	011	3І, 2АБО, НЕ

Необхідно представити закодовану графічну схему алгоритму (ГСА), виконати розмітку станів автомата, зробити абстрактний і структурний синтез автомата.

Виконати спільну мінімізацію функцій збудження тригерів і вихідних сигналів автомата. Одержати операторні представлення функцій у заданому елементному базисі.

Функцію f_4 необхідно представити в канонічних формах алгебр Буля, Жегалкіна, Пірса і Шеффера. Визначити приналежність даної функції до п'яти чудових класів. Виконати мінімізацію функції f_4 методами: невизначених коефіцієнтів, Квайна (Квайна – Мак-Класкі), діаграм Веїча.

Виконати спільну мінімізацію функцій f_1 , f_2 , і f_3 . Одержати операторні представлення для реалізації системи функцій на програмувальних логічних

					ІАЛЦ.006403.002 ТЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матрицях і програмувальних матрицях вентилів. В результаті синтезу повинні бути отримані мнемонічні схеми, карти програмування відповідних логічних схем, визначені мінімальні параметри логічних схем.

Таблиця істинності системи перемикальних функцій (таблиця 3):

Таблиця 3 – Таблиця істинності

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

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/АБО, I/АБО-НЕ}.

					ІАЛЦ.006403.002 ТЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 вихідних сигналів;
- 7) Побудова схеми автомата в заданому базисі;
- 8) Синтез перемикальних функцій в алгебрах Буля, Пірса, Шефера та Жегалкіна;
- 9) Мінімізація функцій різними методами;
- 10) Мінімізація системи частково визначених функцій;
- 11) Побудова ПЛМ для системи функцій.

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.006403.002 ТЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автомат керуючий

Схема електрична
функціональна

Курсова робота

Пояснювальна

записка

Зміст

1. Вступ.....	2
2. Синтез автомата.....	2
2.1 Структурний синтез автомату.....	2
3. Синтез комбінаційних схем	3
3.1 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Буля.....	7
3.2 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Шеффера.....	7
3.3 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Пірса.....	7
3.4 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна.....	8
3.5 Визначення належності функції f_4 до п'яти чудових класів.....	8
3.6 Мінімізація функції f_4 методом невизначених коефіцієнтів.....	9
3.7 Мінімізація функції f_4 методом Квайна — Мак-Класкі.....	9
3.8 Мінімізація функції f_4 методом Веїча.....	10
3.9. Спільна мінімізація функцій f_1, f_2, f_3 методом Квайна—Мак-Класкі	10
3.10 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ.....	13
3.10.1 Розглянемо програмування ПЛМ для системи перемикальних функцій, що подана в формі І/АБО.....	13
3.10.2 Розглянемо програмування ПЛМ для системи перемикальних функцій, що подана в формі І/АБО-НЕ.....	14
4. Висновок	16
5. Список літератури.....	16

					<i>ІАЛЦ.006403.004 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бровченко А.В.			<i>Курсова робота</i> <i>Пояснювальна записка</i>		
Перевір.							
Н. Контр.							
Затверд.		Жадін В.І.					
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						1	16
					НТУУ «КПІ» ФІОТ ГРУПА ІО-64		

1. Вступ

На основі «Технічного завдання ІА/Ц.006403.002 ТЗ» виконуємо синтез автомата та синтез комбінаційних схем. Умова курсової роботи вимагає представлення функції f_4 в канонічних формах алгебри Буля, Жезалкіна, Пірса і Шефера.

2. Синтез автомата

2.1 Структурний синтез автомату

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

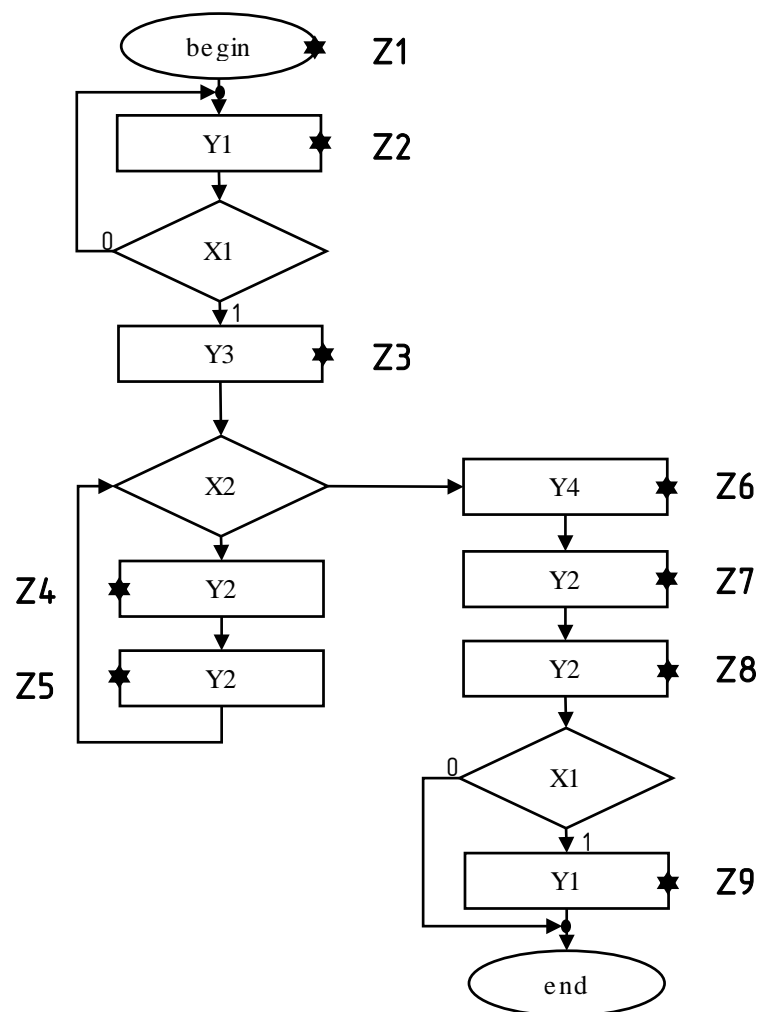


Рисунок 1 – Розмітка станів автомата Мура

Згідно з блок-схемою алгоритму (рисунок 1) побудуємо граф автомата Мура (рисунок 2), виконаємо кодування станів автомата.

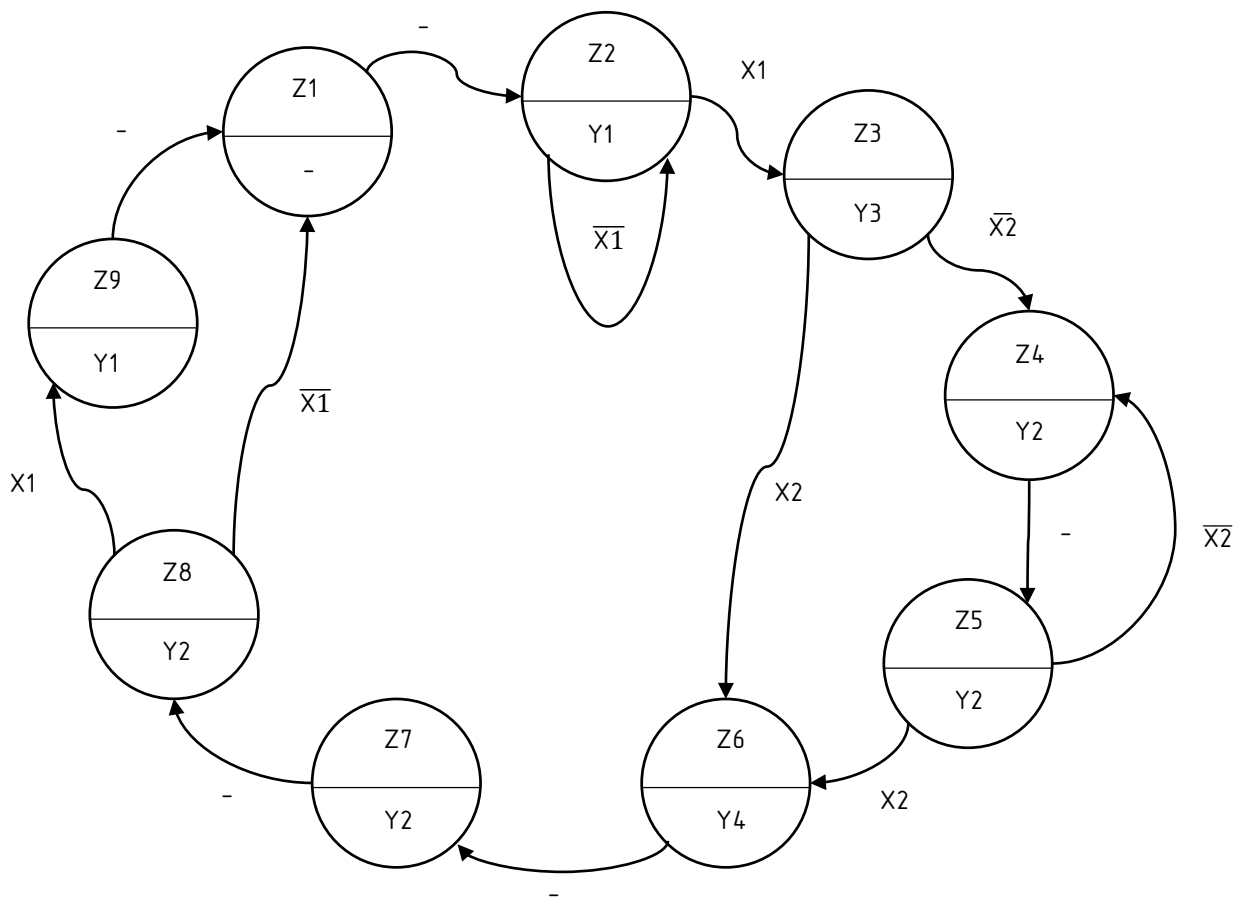


Рисунок 2 - Граф автомата

Для синтезу логічної схеми автомата необхідно виконати синтез функцій збудження тригерів та вихідних функцій автомата. Кількість станів автомата дорівнює 6, кількість тригерів знайдемо за формулою $K \geq \lceil \log_2 N \rceil = \lceil \log_2 6 \rceil$, звідки $K = 3$. Так як для побудови даного автомата необхідно використовувати Т-тригери, напишемо таблицю переходів цього типу тригерів (рисунок 3).

JK-тригер		
0	0-	0
0	1-	1
1	-1	0
1	-0	1

Рисунок 3 - Таблиця переходів JK-тригера

На основі графа автомата (рисунок 2) складемо структурну таблицю автомата (таблицю 1).

Таблиця 1 – Структурна таблиця автомата

$q_1q_2q_3q_4^t$	$q_1q_2q_3q_4^{t+1}$	x_1x_2	$y_1y_2y_3y_4$	J_1K_1	J_2K_2	J_3K_3	J_4K_4
0000	0001	--	0000	0-	0-	0-	1-
0001	0001	0-	1000	0-	0-	0-	-0
0001	0010	1-	1000	0-	0-	1-	-1
0010	0011	-0	0010	0-	0-	-0	1-
0010	0101	-1	0010	0-	1-	-1	1-
0011	0100	--	0100	0-	1-	-1	-1
0100	0011	-0	0100	0-	-1	1-	1-
0100	0101	-1	0100	0-	-0	0-	1-
0101	0110	--	0001	0-	-0	1-	-1
0110	0111	--	0100	0-	-0	-0	1-
0111	0000	0-	0100	0-	-1	-1	-1
0111	1000	1-	0100	1-	-1	-1	-1
1000	0000	--	1000	-1	0-	0-	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 функцій методом Вейча.

Операторні представлення функцій сформовані враховуючи елементний базис {3I, 2АБО, НЕ}.

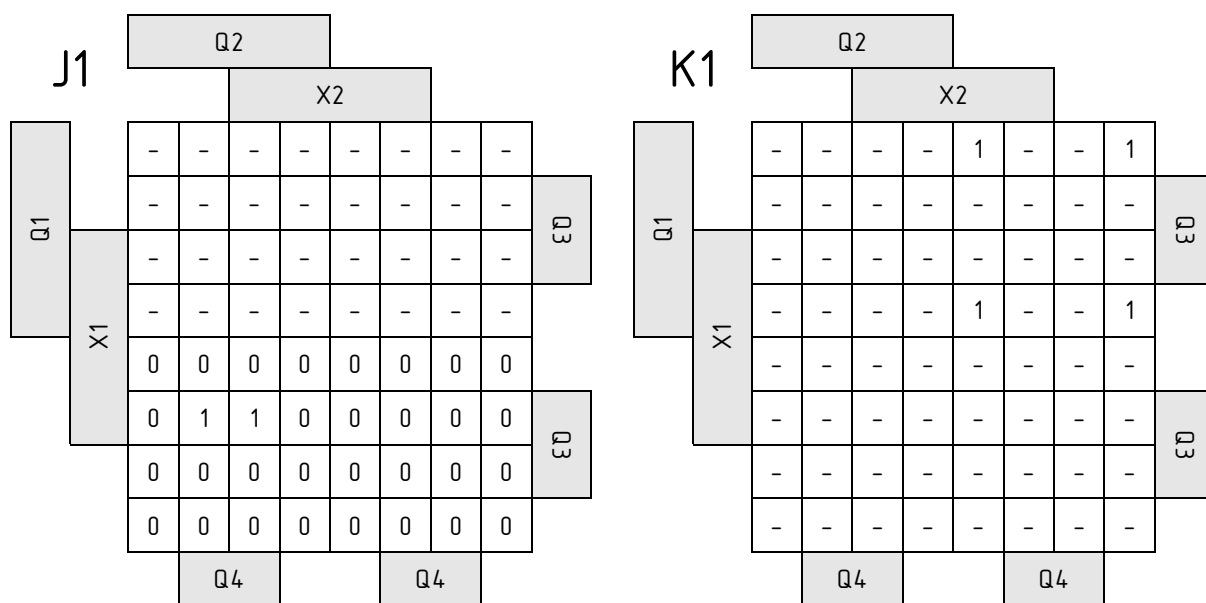


Рисунок 4 – Діаграми Вейча для функцій збудження тригерів

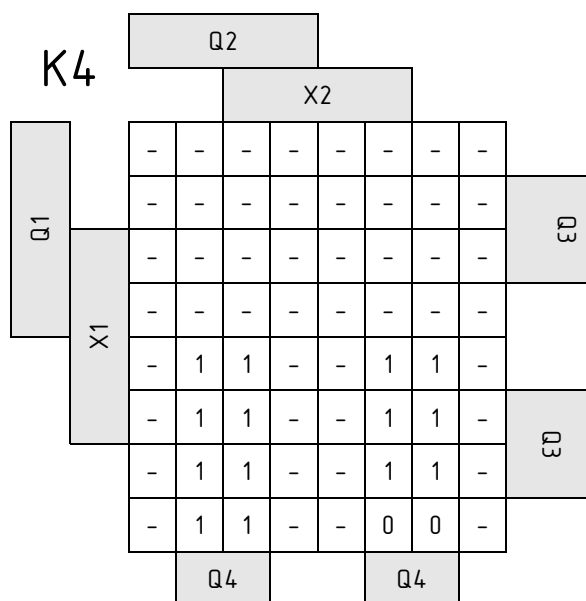
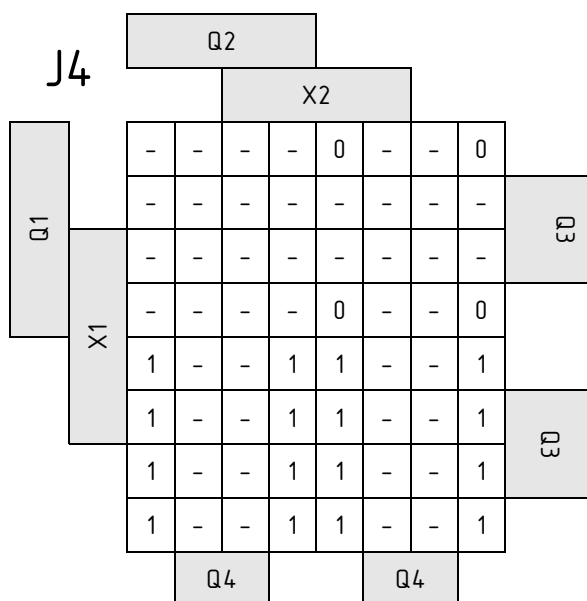
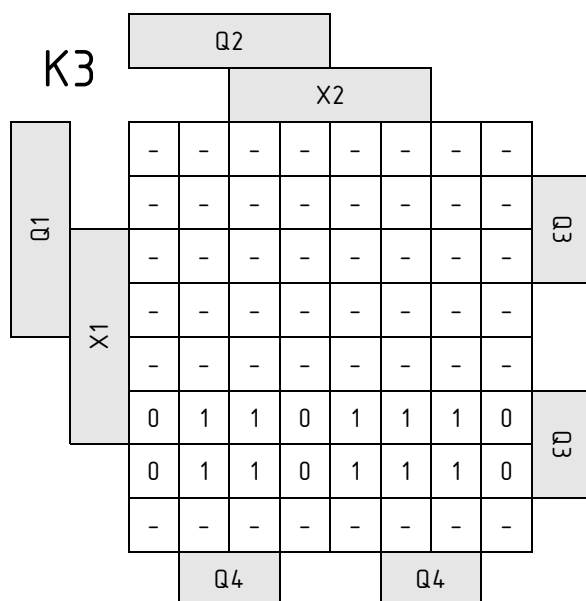
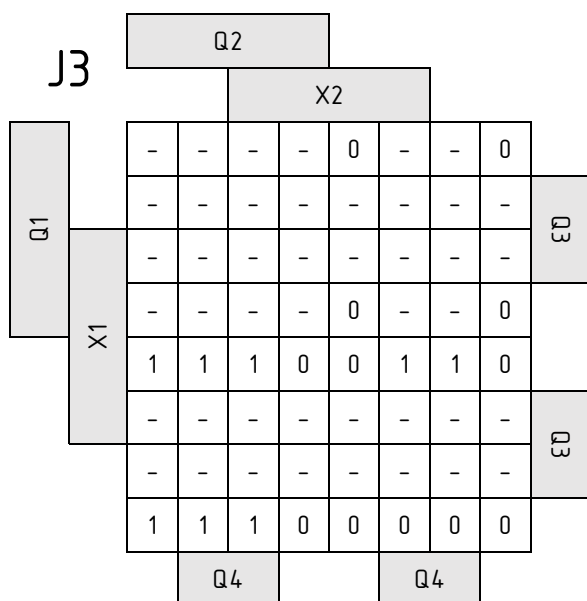
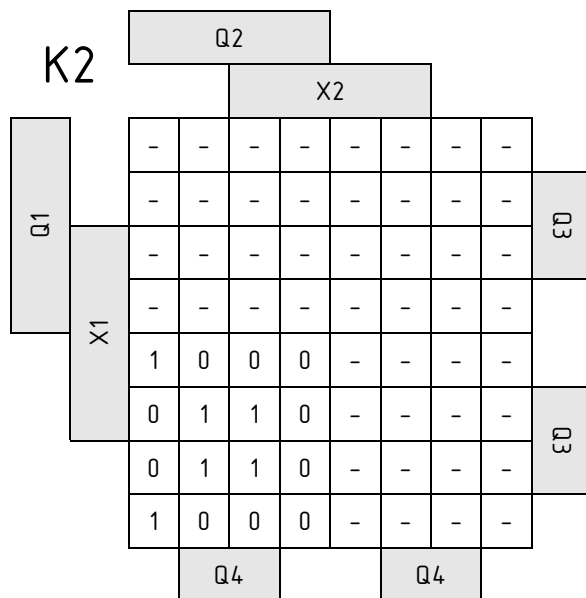
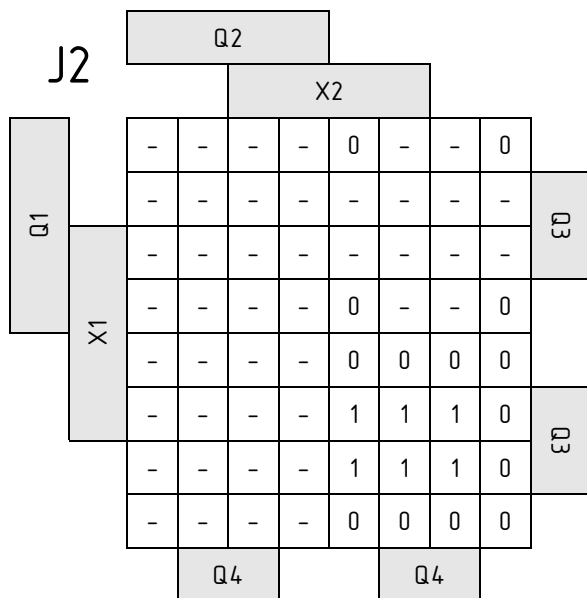


Рисунок 4 - Діаграми Вейча для функцій збудження тригерів (продовження)

$$J_1 = (\bar{q}_1 q_2 q_3) q_4 x_1;$$

$$K_1 = q_1;$$

$$J_2 = q_3 q_4 \vee q_3 x_2;$$

$$K_2 = q_3 q_4 \vee \bar{q}_2 \bar{q}_3 \bar{q}_4;$$

$$J_3 = (\bar{x}_2 q_2 \vee \bar{x}_1 q_4) \vee q_2 q_4;$$

$$K_3 = q_4 \vee \bar{q}_2 x_2;$$

$$J_4 = \bar{q}_1;$$

$$K_4 = (x_1 \vee q_2) \vee q_3.$$

	Y1	Q2			
Q1	-	-	-	1	
	-	-	-	-	Q3
	0	0	0	0	
	0	0	1	0	
		Q4			

	Y1	Q2			
Q1	-	-	-	0	
	-	-	-	-	Q3
	1	1	1	0	
	1	0	0	0	
		Q4			

	Y1	Q2			
Q1	-	-	-	0	
	-	-	-	-	Q3
	0	0	0	1	
	0	0	0	0	
		Q4			

	Y1	Q2			
Q1	-	-	-	0	
	-	-	-	-	Q3
	0	0	0	0	
	0	1	0	0	
		Q4			

Рисунок 5 – Діаграми Вейча для функцій управляючих сигналів

$$y_1 = \bar{q}_1 \bar{q}_3 q_4 \vee q_1;$$

$$y_3 = \bar{q}_2 q_3 q_4;$$

$$y_2 = q_2 \bar{q}_4 \vee q_3 q_4;$$

$$y_4 = q_2 \bar{q}_3 q_4.$$

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 керується перепадом синхросигналу. Схема даного автомату виконана згідно з єдиною системою конструкторської документації (ЕСКД) і наведена у документі «Автомат керувач. Схема електрична функціональна ІАЛЦ.006403.003 Е2».

3. Синтез комбінаційних схем

3.1 Представлення функції f4 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).

$$F_{\text{ДДНФ}} = (\bar{X}_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1) \vee (X_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1) \vee (X_4 \bar{X}_3 X_2 X_1) \vee (X_4 X_3 \bar{X}_2 \bar{X}_1) \vee (X_4 X_3 \bar{X}_2 X_1) \vee (X_4 X_3 X_2 \bar{X}_1) \vee (X_4 X_3 X_2 X_1).$$

$$F_{\text{ДКНФ}} = (X_4 \vee X_3 \vee \bar{X}_2 \vee X_1) \cdot (X_4 \vee X_3 \vee \bar{X}_2 \vee \bar{X}_1) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_3 \vee X_2 \vee X_1) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_3 \vee X_2 \vee \bar{X}_1) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_3 \vee \bar{X}_2 \vee X_1) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_3 \vee \bar{X}_2 \vee \bar{X}_1) \cdot (\bar{X}_4 \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1) \cdot (\bar{X}_4 \vee X_3 \vee \bar{X}_2 \vee X_1) \cdot (X_4 \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1).$$

3.2 Представлення функції f4 в канонічній формі алгебри Шеффера

В даній алгебрі визначені функції {I-НЕ}. Канонічною формою алгебри Шеффера є штрих Шеффера.

$$\begin{aligned} F_4 &= \overline{\overline{(\bar{X}_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1) \vee (X_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1) \vee (X_4 \bar{X}_3 X_2 X_1) \vee (X_4 X_3 \bar{X}_2 \bar{X}_1) \vee (X_4 X_3 \bar{X}_2 X_1) \vee (X_4 X_3 X_2 \bar{X}_1) \vee (X_4 X_3 X_2 X_1)}}} \\ &= (\bar{X}_4 / \bar{X}_3 / \bar{X}_2 X_1) / (X_4 / \bar{X}_3 / \bar{X}_2 / X_1) / (X_4 / \bar{X}_3 / X_2 / X_1) / (X_4 / X_3 / \bar{X}_2 / \bar{X}_1) / (X_4 / X_3 / \bar{X}_2 / X_1) / (X_4 / X_3 / X_2 / \bar{X}_1) / (X_4 / X_3 / X_2 / X_1) = \\ &= ((X_4 / X_4) / (X_3 / X_3) / (X_2 / X_2) / X_1) / (X_4 / (X_3 / X_3) / (X_2 / X_2) / X_1) / (X_4 / (X_3 / X_3) / X_2 / X_1) / (X_4 / X_3 / X_2 / X_1) / (X_4 / X_3 / (X_2 / X_2) / (X_1 / X_1)) / (X_4 / X_3 / (X_2 / X_2) / X_1) / (X_4 / X_3 / X_2 / (X_1 / X_1)) / (X_4 / X_3 / X_2 / X_1). \end{aligned}$$

3.3 Представлення функції f4 в канонічній формі алгебри Пірса

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

$$\begin{aligned} F_4 &= \overline{\overline{(X_4 \vee X_3 \vee \bar{X}_2 \vee X_1) \cdot (X_4 \vee X_3 \vee \bar{X}_2 \vee \bar{X}_1) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_3 \vee X_2 \vee X_1) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_3 \vee X_2 \vee \bar{X}_1) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_3 \vee \bar{X}_2 \vee X_1) \cdot (X_4 \vee \bar{X}_3 \vee \bar{X}_2 \vee \bar{X}_1) \cdot (\bar{X}_4 \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1) \cdot (\bar{X}_4 \vee X_3 \vee \bar{X}_2 \vee X_1)}}} \\ &= (X_4 \uparrow X_3 \uparrow \bar{X}_2 \uparrow X_1) \uparrow (X_4 \uparrow X_3 \uparrow \bar{X}_2 \uparrow \bar{X}_1) \uparrow (X_4 \uparrow \bar{X}_3 \uparrow X_2 \uparrow X_1) \uparrow (X_4 \uparrow \bar{X}_3 \uparrow X_2 \uparrow \bar{X}_1) \uparrow (X_4 \uparrow \bar{X}_3 \uparrow \bar{X}_2 \uparrow X_1) \uparrow (X_4 \uparrow \bar{X}_3 \uparrow \bar{X}_2 \uparrow \bar{X}_1) \uparrow (\bar{X}_4 \uparrow X_3 \uparrow X_2 \uparrow X_1) \uparrow (\bar{X}_4 \uparrow X_3 \uparrow \bar{X}_2 \uparrow X_1) \uparrow (\bar{X}_4 \uparrow X_3 \uparrow X_2 \uparrow \bar{X}_1) \uparrow (\bar{X}_4 \uparrow X_3 \uparrow \bar{X}_2 \uparrow \bar{X}_1). \end{aligned}$$

					ІАЛЦ.006403.004 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

$$\begin{aligned}
& \uparrow(\bar{X}_4 \uparrow X_3 \uparrow \bar{X}_2 \uparrow X_1) \uparrow (X_4 \uparrow X_3 \uparrow X_2 \uparrow X_1) = \\
& = (X_4 \uparrow X_3 \uparrow (X_2 \uparrow X_2) \uparrow X_1) \uparrow (X_4 \uparrow X_3 \uparrow (X_2 \uparrow X_2) \uparrow (X_1 \uparrow X_1)) \uparrow (X_4 \uparrow (X_3 \uparrow X_3) \uparrow X_2 \uparrow X_1) \uparrow \\
& \quad \uparrow (X_4 \uparrow (X_3 \uparrow X_3) \uparrow X_2 \uparrow (X_1 \uparrow X_1)) \uparrow (X_4 \uparrow (X_3 \uparrow X_3) \uparrow (X_2 \uparrow X_2) \uparrow X_1) \uparrow \\
& \quad \uparrow (X_4 \uparrow (X_3 \uparrow X_3) \uparrow (X_2 \uparrow X_2) \uparrow (X_1 \uparrow X_1)) \uparrow ((X_4 \uparrow X_4) \uparrow X_3 \uparrow X_2 \uparrow X_1) \uparrow \\
& \quad \uparrow ((X_4 \uparrow X_4) \uparrow X_3 \uparrow (X_2 \uparrow X_2) \uparrow X_1) \uparrow (X_4 \uparrow X_3 \uparrow X_2 \uparrow X_1).
\end{aligned}$$

3.4 Представлення функції f4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна

В даній алгебрі визначені функції {ВИКЛЮЧНЕ АБО, I, const 1}.
Канонічною формою алгебри Жегалкіна є поліном Жегалкіна.

$$\begin{aligned}
F_4 &= (\bar{X}_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1) \vee (X_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1) \vee (X_4 \bar{X}_3 X_2 X_1) \vee (X_4 X_3 \bar{X}_2 \bar{X}_1) \vee (X_4 X_3 \bar{X}_2 X_1) \vee \\
& \quad \vee (X_4 X_3 X_2 \bar{X}_1) \vee (X_4 X_3 X_2 X_1) = \\
&= (\bar{X}_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1) \oplus (X_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1) \oplus (X_4 \bar{X}_3 X_2 X_1) \oplus (X_4 X_3 \bar{X}_2 \bar{X}_1) \oplus (X_4 X_3 \bar{X}_2 X_1) \oplus \\
& \quad \oplus (X_4 X_3 X_2 \bar{X}_1) \oplus (X_4 X_3 X_2 X_1) = \\
&= ((X_4 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)X_1) \oplus (X_4(X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)X_1) \oplus (X_4(X_3 \oplus 1)X_2 X_1) \oplus \\
& \quad \oplus (X_4 X_3(X_2 \oplus 1)(X_1 \oplus 1)) \oplus (X_4 X_3(X_2 \oplus 1)X_1) \oplus \\
& \quad (X_4 X_3 X_2(X_1 \oplus 1)) \oplus (X_4 X_3 X_2 X_1) = \\
&= X_1 \oplus X_3 X_1 \oplus X_2 X_1 \oplus X_3 X_2 X_1 \oplus X_4 X_2 X_1 \oplus X_4 X_3 \oplus X_4 X_3 X_2 X_1.
\end{aligned}$$

3.5 Визначення належності функції f4 до п'яти чудових класів

1. Дана функція зберігає одиницю, $f(1111) = 1$;
2. Дана функція зберігає нуль, $f(0000) = 0$;
3. Дана функція не самодвоїста, $f(0011) = 0$; $f(1100) = 1$;
4. Дана функція не монотонна, $f(0001) > f(0010)$;
5. Дана функція не лінійна, так як канонічна форма алгебри Жегалкіна не є лінійним поліномом.

На основі вищесказаного робимо висновок, що функція f4 належить першим двом і не належить останнім трьом передпобудованим класам. Це можна узагальнити таблицею (таблиця 2):

Таблиця 2 – Таблиця приналежності f4 до п'яти чудових класів

	K ₀	K ₁	K _C	K _M	K _L
F ₄	+	+	-	-	-

3.6 Мінімізація функції f4 методом невизначених коефіцієнтів

Викреслимо ті рядки, на яких функція приймає нульові значення. Викреслимо вже знайдені нульові коефіцієнти в тих рядках таблиці, в яких залишилися імпліканти, що залишилися після виконання попередніх дій поглинають ті імпліканти, що розташовані справа від них.

Таблиця 3 – Таблиця невизначених коефіцієнтів

X ₄	X ₃	X ₂	X ₁	X ₄ X ₃	X ₄ X ₂	X ₄ X ₁	X ₃ X ₂	X ₃ X ₁	X ₂ X ₁	X ₄ X ₃ X ₂	X ₄ X ₃ X ₁	X ₄ X ₂ X ₁	X ₃ X ₂ X ₁	X ₄ X ₃ X ₂ X 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	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	0
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	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	1

В ядро функції входять ті терми, без яких неможливо покрити хоча б одну імпліканти:

$$\text{Ядро} = \{X_4X_3, \bar{X}_3\bar{X}_2X_1\}.$$

$$F_4(\text{МДНФ}) = X_4X_1 \vee X_4X_3 \vee \bar{X}_3\bar{X}_2X_1.$$

3.7 Мінімізація функції f4 методом Квайна – Мак-Класкі

Випишемо конститuentи одиниці, поєднуючи набори у групи за кількістю одиниць. Виконуємо склеювання та формуємо групи, поєднуючи набори за розміщенням «X».

$$K_0 = \begin{cases} 0001 \\ 1001 \\ 1100 \\ 1011; \\ 1101 \\ 1110 \\ 1111 \end{cases}; \quad K_1 = \begin{cases} X001 \\ 1X01 \\ 1X11 \\ 10X1 \\ 11X0 \\ 11X1 \\ 111X \\ 110X \end{cases}; \quad K_2 = \begin{cases} 11XX \\ 1XX1; \end{cases} \quad Z = \begin{cases} X001 \\ 10X1 \\ 11XX \\ 1XX1 \end{cases}.$$

Таблиця 4 – Таблиця покриття f_4

	0001	1001	1100	1011	1101	1110	1111
0001	V	V					
10X1		V		V			
11XX			V			V	V
1XX1				V	V		V

$$\text{Ядро} = \{X_4X_3, \bar{X}_3\bar{X}_2X_1\}.$$

$$F_4(\text{МДНФ}) = X_4X_1 \vee X_4X_3 \vee \bar{X}_3\bar{X}_2X_1.$$

3.8 Мінімізація функції f_4 методом Веїча

$F_4(\text{МДНФ}) = X_4X_1 \vee X_4X_3 \vee \bar{X}_3\bar{X}_2X_1.$

Рисунок 6 – Мінімізація функції f_4 методом Веїча

3.9. Спільна мінімізація функцій f_1, f_2, f_3 методом Квайна–Мак–Класкі

Виходячи з таблиці, записуємо комплекс кудів K_0 набори на яких функція приймає значення «1» та «-», поєднуючи набори у групи за кількістю одиниць. Виконуємо всі попарні склеювання та отримуємо комплекси кудів K_1, K_2 .

$$K_0 = \begin{cases} 0000\{1,2,3\} \\ 0001\{1,2\} \\ 0010\{1,2,3\} \\ 0100\{1,3\} \\ 1000\{1\} \\ 0110\{1,2,3\} \\ 1010\{3\} \\ 1100\{1,2,3\} \\ 0111\{1,2,3\} \\ 1011\{1\} \\ 1101\{1\} \\ 1111\{1,2,3\} \end{cases}; \quad K_1 = \begin{cases} 000X\{1,2\} \\ 011X\{1,2,3\} \\ 110X\{1\} \\ 00X0\{1,2,3\} \\ 01X0\{1,3\} \\ 11X1\{1\} \\ 0X00\{1,3\} \\ 0X10\{1,2,3\} \\ 1X00\{1\} \\ 1X11\{1\} \\ X000\{1\} \\ X100\{1,3\} \\ X111\{1,2,3\} \\ X010\{3\} \end{cases}; \quad K_2 = \begin{cases} 0XX0\{1,3\} \\ XX00\{1\} \\ X0X0\{3\} \end{cases}; \quad Z = \begin{cases} 1100\{1,2,3\} \\ 000X\{1,2\} \\ 110X\{1\} \\ 011X\{1,2,3\} \\ 00X0\{1,2,3\} \\ 11X1\{1\} \\ 1X11\{1\} \\ 0X10\{1,2,3\} \\ X100\{1,3\} \\ X111\{1,2,3\} \\ 0XX0\{1,3\} \\ XX00\{1\} \\ X0X0\{3\} \end{cases}.$$

Для видалення надлишкових імплікант будують таблицю покриття (таблиця 5).

Таблиця 5 – Таблиця покриття системи функцій

	F ₁									F ₂				F ₃						
	0000	0001	0010	0110	1000	1011	1100	1101	1111	0000	0001	0010	1111	0000	0010	0100	0111	1010	1100	1111
1100{1,2,3}							V									V			V	
000X{1,2}	V	V								V	V									
00X0{1,2,3}	V		V							V		V		V	V					
110X{1}							V	V												
11X1{1}								V	V											
0X10{1,2,3}			V	V								V			V					
X100{1,3}							V									V			V	
011X{1,2,3}				V													V			
X111{1,2,3}									V				V				V			V
1X11{1}						V			V											
0XX0{1,3}	V		V	V										V	V	V				
XX00{1}	V				V		V													
X0X0{3}														V	V			V		

На підставі таблиці покриття запишемо МДНФ перемикальних функцій:

$$F_1(\text{МДНФ}) = \bar{X}_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 \vee X_4 X_3 \bar{X}_2 \vee \bar{X}_4 X_2 \bar{X}_1 \vee X_4 X_2 X_1 \vee \bar{X}_2 \bar{X}_1;$$

$$F_2(\text{МДНФ}) = \bar{X}_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 \vee \bar{X}_4 X_2 \bar{X}_1 \vee X_3 X_2 X_1;$$

$$F_3(\text{МДНФ}) = X_3 \bar{X}_2 \bar{X}_1 \vee X_3 X_2 X_1 \vee \bar{X}_3 \bar{X}_1.$$

Аналогічно виконаємо мінімізацію заперечень функцій.

$$K_0 = \begin{cases} 0001\{3\} \\ 0100\{1,2\} \\ 1000\{2,3\} \\ 0011\{1,2,3\} \\ 0101\{1,2,3\} \\ 0110\{2,3\} \\ 1001\{1,2,3\}; \\ 1010\{1,2\} \\ 1100\{2\} \\ 0111\{1,2\} \\ 1011\{2,3\} \\ 1101\{2,3\} \\ 1110\{1,2,3\} \end{cases}; \quad K_1 = \begin{cases} 010X\{1,2\} \\ 011X\{2\} \\ 101X\{2\} \\ 100X\{2,3\} \\ 01X0\{2\} \\ 01X1\{1,2\} \\ 10X1\{2,3\} \\ 00X1\{3\} \\ 0X11\{1,2\}; \\ 1X01\{2,3\} \\ 1X10\{1,2\} \\ 0X01\{3\} \\ X110\{2,3\} \\ X101\{2,3\} \\ X001\{3\} \\ X011\{2,3\} \end{cases}; \quad K_2 = \begin{cases} X0X1\{3\} \\ XX01\{3\}; \\ 01XX\{2\} \end{cases}; \quad Z = \begin{cases} 0011\{1,2,3\} \\ 0101\{1,2,3\} \\ 1001\{1,2,3\} \\ 1010\{1,2\} \\ 1100\{2\} \\ 1110\{1,2,3\} \\ 010X\{1,2\} \\ 101X\{2\} \\ 100X\{2,3\} \\ 01X1\{1,2\} \\ 10X1\{2,3\} \\ 0X11\{1,2\} \\ 1X10\{1,2\} \\ 1X01\{2,3\} \\ X110\{2,3\} \\ X101\{2,3\} \\ X011\{2,3\} \\ X0X1\{3\} \\ XX01\{3\} \\ 01XX\{2\} \end{cases}.$$

Таблиця 6 – Таблиця покриття заперечення системи функцій

	He F ₁					He F ₂									He F ₃							
	0011	0101	1001	1010	1110	0011	0100	0101	1000	1001	1010	1011	1101	1110	0001	0011	0101	1000	1001	1011	1101	1110
X0X1(3)																V			V	V		
XX01(3)															V		V		V		V	
01XX(2)							V	V														
010X(1,2)		V					V	V														
0X11(1,2)	V					V																
X011(2,3)						V					V					V				V		
01X1(1,2)		V						V														
X101(2,3)								V					V				V				V	
X110(2,3)														V								V
10X1(2,3)										V		V								V		
1X01(2,3)										V			V						V		V	
101X(2)											V	V										
1X10(2,3)											V			V								V
100X(2,3)									V	V								V	V			
0011(1,2,3)	V					V										V						
0101(1,2,3)		V						V									V					
1001(1,2,3)			V							V									V			
1100(2)																						
1010(1,2)				V							V											
1110(1,2,3)					V									V								V

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

$$F_1(\text{МДНФ}) = \overline{X_4}X_3\overline{X_2} \vee \overline{X_4}X_2X_1 \vee X_4\overline{X_3}\overline{X_2}X_1 \vee X_4X_3X_2\overline{X_1} \vee X_4\overline{X_3}X_2\overline{X_1};$$

$$F_2(\text{МДНФ}) = \overline{X_4}X_3\overline{X_2} \vee \overline{X_3}X_2X_1 \vee X_4\overline{X_2}X_1 \vee X_4\overline{X_3}\overline{X_2} \vee X_4X_3X_2\overline{X_1} \vee X_4\overline{X_3}X_2\overline{X_1};$$

$$F_3(\text{МДНФ}) = \overline{X_2}X_1 \vee \overline{X_3}X_2X_1 \vee X_4\overline{X_3}\overline{X_2} \vee X_4X_3X_2\overline{X_1}.$$

3.10 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ

Для програмування ПЛМ використовують нормальні форми І/АБО, І/АБО-НЕ.

3.10.1 Розглянемо програмування ПЛМ для системи перемикальних функцій, що подана в формі І/АБО.

$$F_1 = \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2} \vee X_4X_3\overline{X_2} \vee \overline{X_4}X_2\overline{X_1} \vee X_4X_2X_1 \vee \overline{X_2}\overline{X_1}; \quad (I/A\text{БО})$$

$$F_2 = \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2} \vee \overline{X_4}X_2\overline{X_1} \vee X_3X_2X_1; \quad (I/A\text{БО})$$

$$F_3 = X_3\overline{X_2}\overline{X_1} \vee X_3X_2X_1 \vee \overline{X_3}\overline{X_1}. \quad (I/A\text{БО})$$

Всього 4 змінні, 8 імплікант, 3 функції. Тож одержимо ПЛМ(4,8,3).

Позначимо терми системи перемикальних функцій:

$$P_1 = \overline{X_4}\overline{X_3}\overline{X_2}; \quad P_4 = \overline{X_2}\overline{X_1}; \quad P_7 = X_3\overline{X_2}\overline{X_1};$$

$$P_2 = X_4X_3\overline{X_2}; \quad P_5 = X_4X_2X_1; \quad P_8 = \overline{X_3}\overline{X_1}.$$

$$P_3 = \overline{X_4}X_2\overline{X_1}; \quad P_6 = X_3X_2X_1;$$

Тоді функції f_1 , f_2 та f_3 набувають вигляду:

$$F_1 = P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4 \vee P_5;$$

$$F_2 = P_1 \vee P_3 \vee P_6;$$

$$F_3 = P_6 \vee P_7 \vee P_8.$$

Визначимо мінімальні параметри ПЛМ:

$n = 4$ — число інформаційних входів, що дорівнює кількості аргументів системи перемикальних функцій;

$p = 8$ — число проміжних внутрішніх шин, яке дорівнює кількості різних термів системи;

$m = 3$ — число інформаційних виходів, яке дорівнює кількості функцій виходів.

					ІАЛЦ.006403.004 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Побудуємо мнемонічну схему ПЛМ (І/АБО) (рисунок 7)

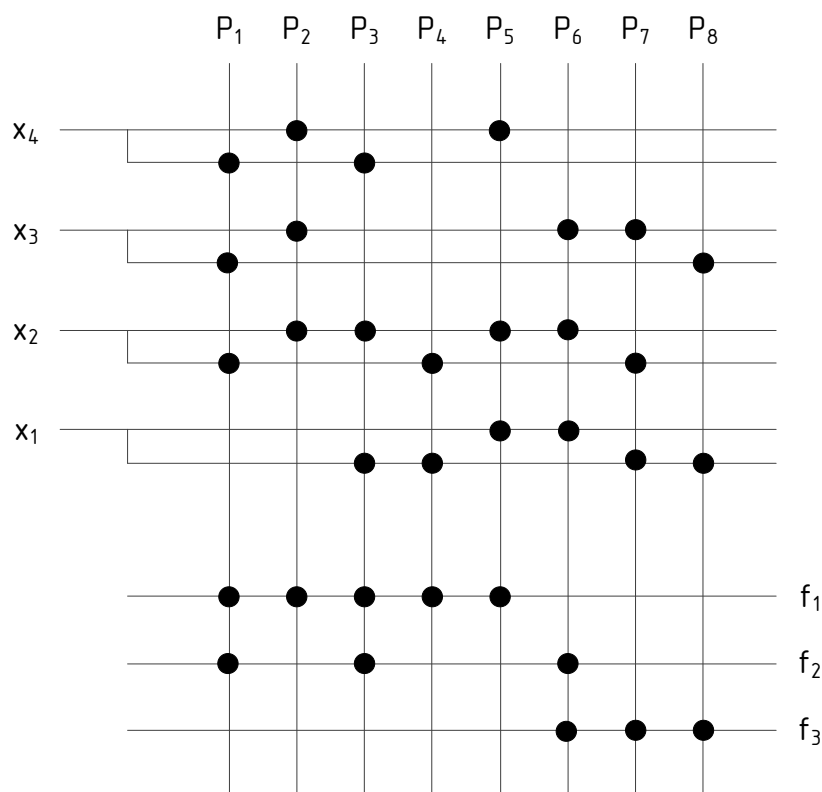


Рисунок 7 - Мнемонічна схема ПЛМ (І/АБО)

За даними мнемонічної схеми побудуємо карту програмування ПЛМ (І/АБО):

Таблиця 7 - Карта програмування ПЛМ (І/АБО)

X_4	X_3	X_2	X_1	P_i	f_1	f_2	f_3
0	0	0	-	P_1	1	1	0
1	1	1	-	P_2	1	0	0
0	-	1	1	P_3	1	1	0
-	-	0	0	P_4	1	0	0
1	-	1	1	P_5	1	0	0
-	1	1	1	P_6	0	1	1
-	1	0	0	P_7	0	0	1
-	0	-	0	P_8	0	0	1

3.10.2 Розглянемо програмування ПЛМ для системи перемикальних функцій, що подана в формі І/АБО-НЕ.

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

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

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

Всього 4 змінні, 8 імплікант, 3 функції. Тож одержимо ПЛМ(4,8,3).

Позначимо терми системи перемикальних функцій:

$$\begin{aligned} P_1 &= \bar{X}_4 X_3 \bar{X}_2; & P_4 &= X_4 X_3 X_2 \bar{X}_1; & P_7 &= X_4 \bar{X}_2 X_1; \\ P_2 &= \bar{X}_4 X_2 X_1; & P_5 &= X_4 \bar{X}_3 X_2 \bar{X}_1; & P_8 &= X_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2; \\ P_3 &= X_4 \bar{X}_3 \bar{X}_2 X_1; & P_6 &= \bar{X}_3 X_2 X_1; & P_9 &= \bar{X}_2 X_1. \end{aligned}$$

Тоді функції f_1 , f_2 та f_3 набувають вигляду:

$$\begin{aligned} F_1 &= P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4 \vee P_5; \\ F_2 &= P_1 \vee P_4 \vee P_5 \vee P_6 \vee P_7 \vee P_8; \\ F_3 &= P_4 \vee P_6 \vee P_8 \vee P_9. \end{aligned}$$

Визначимо мінімальні параметри ПЛМ:

$n = 4$ — число інформаційних входів, що дорівнює кількості аргументів системи перемикальних функцій;

$p = 8$ — число проміжних внутрішніх шин, яке дорівнює кількості різних термів системи;

$m = 3$ — число інформаційних виходів, яке дорівнює кількості функцій виходів.

Побудуємо мнемонічну схему ПЛМ (І/АБО-НЕ):

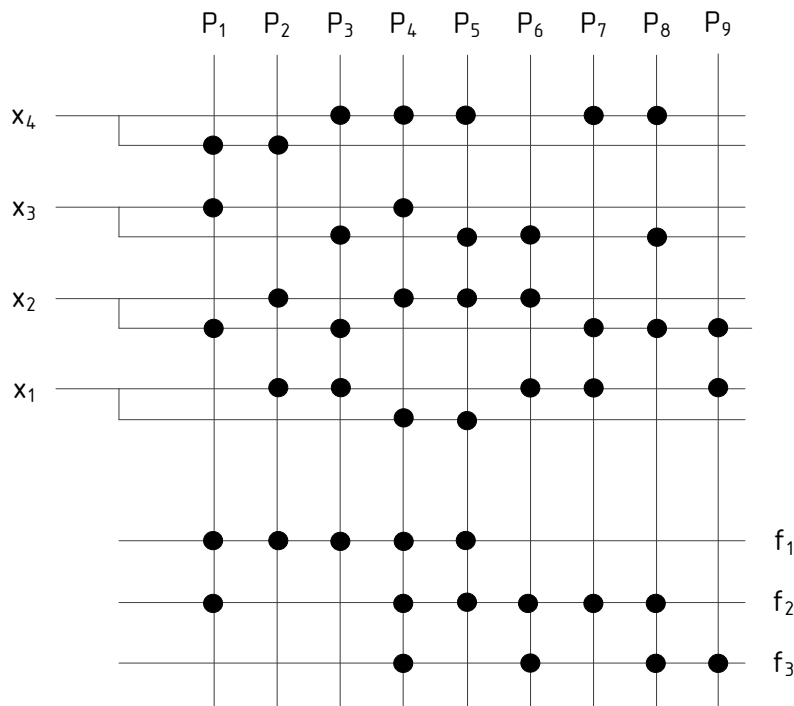


Рисунок 8 – Мнемонічна схема ПЛМ (І/АБО-НЕ)

За даними мнемонічної схеми побудуємо карту програмування ПЛМ (І/АБО-НЕ):

Таблиця 8 – Карта програмування ПЛМ (І/АБО-НЕ)

X_4	X_3	X_2	X_1	P_i	f_1	f_2	f_3
0	1	0	–	P_1	1	1	0
0	–	1	1	P_2	1	0	0
1	0	0	1	P_3	1	0	0
1	1	1	0	P_4	1	1	1
1	0	1	0	P_5	1	1	0
–	0	1	1	P_6	0	1	1
1	–	0	1	P_7	0	1	0
1	0	0	–	P_8	0	1	1
–	–	0	1	P_9	0	0	1

Отже, кращою матрицею є матриця реалізована в елементному базисі І/АБО.

4. Висновок

Метою 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 ефективність сумісної мінімізації трьох функцій.

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

5. Список літератури

1. Жабін 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 лекції з курсу «Комп'ютерна логіка».