

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Кафедра обчислювальної техніки

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни “Комп’ютерна логіка”

Виконав

Мазан Ян Владиславович

Факультет ІОТ,

Група ІВ-71

Залікова книжка № ІВ-7109

Допущений до захисту _____

(підпис керівника)

Київ – 2017 р.

Опис альбому

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>		
2					
3			<u>розроблена заново</u>		
4					
5	A4	ІАЛЦ.007109.001 ОА	Курсова робота	1	
6			Опис альбому		
7					
8	A4	ІАЛЦ.007109.002 ТЗ	Курсова робота	5	
9			Технічне завдання		
10					
11	A2	ІАЛЦ.007109.003 Е2	Керуючий автомат	1	
12			Схема електрична		
13			функціональна		
14					
15	A4	ІАЛЦ.007109.004 ПЗ	Курсова робота	20	
16			Пояснювальна записка		
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

					ІАЛЦ.007109.001 ОА		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Каляжний О.О			Курсова робота Опис альбому		
Перевір.		Поспішній О.Є					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затв.		Жабін В.І					
					Лист.	Арк	Аркушів
						1	1
					НТУУ «КПІ» ФІОТ		

Технічне завдання

Зміст

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

					<i>ІАЛЦ. 007109.002 ТЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Курсова робота</i> <i>Технічне завдання</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Мазан Я. В.</i>						
<i>Перевір.</i>								
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Жабін В.І</i>			<i>НТУУ «КПІ» ФІОТ</i> <i>Група ІВ-71</i>			
					<i>Лист.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>	
						<i>1</i>	<i>20</i>	

1. Вступ

У даній курсовій роботі необхідно виконати синтез автомата і комбінаційних схем. Розробка виконується на підставі Технічного завдання ІАЛЦ.001709.004 ТЗ.

2. Призначення розроблювального об'єкта

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

3. Вихідні дані для розробки

Номер залікової книжки – 7109 = 11011110001012. $h_9 = 1$; $h_8 = 1$; $h_7 = 1$; $h_6 = 0$; $h_5 = 0$; $h_4 = 0$; $h_3 = 1$; $h_2 = 0$; $h_1 = 1$;

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

1	1	0	0	1	-	1	1
1	1	0	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

Синтез цифрового автомата з пам'яттю:

h ₈	h ₄	h ₂	Порядок з'єднання фрагментів
1	0	0	3, 1, 4
h ₈	h ₇	h ₃	Послідовність логічних умов
1	1	1	$\overline{x_1}, \overline{x_2}, \overline{x_1}$
h ₉	h ₄	h ₁	Послідовність вихідних сигналів
1	0	1	$y_1, y_3, y_2, y_4, y_2, y_1$
h ₆	h ₂		Сигнал, тривалістю 2t
0	0		y_1
h ₉	h ₄		Тип тригерів
1	0		JK
h ₁			Тип автомата
1			Мура
h ₃	h ₂	h ₁	Логічні елементи
1	0	1	2І-НЕ, 4АБО

Необхідно виконати сумісну мінімізацію функцій f_1, f_2, f_3 . Отримати операторні представлення для реалізації системи функцій на програмувальних логічних матрицях.

Функцію f_4 необхідно представити в канонічних формах алгебри Буля, Жегалкіна, Пірса та Шефера. Визначити належність даної функції до п'яти передповних класів. Виконати мінімізацію функції методами:

- невизначених коефіцієнтів;
- Квайна (Квайна-Мак-Класкі);

– діаграм Веїча.

склад пристроїв, в якому приводиться перелік основних складових частин проектованого пристрою;

4. 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 $\{I/A\text{БО}, I/A\text{БО-НЕ}\}$.

5. Етапи і терміни проектування

1. Синтез автомата

- 1) Побудова графічної схеми алгоритму;
- 2) Розмітка станів автомата;
- 3) Побудова графу автомата;
- 4) Побудова таблиці переходів;
- 5) Побудова структурної таблиці автомата;
- 6) Синтез комбінаційних схем для функцій збудження тригерів та вихідних сигналів;
- 7) Побудова схеми автомата в заданому базисі;

2. Синтез комбінаційних схем

- 1) Представлення функції f_4 в канонічних формах алгебр Буля, Шефера, Пірса та Жезалкіна;

					ІАЛЦ.007109.002 ТЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		4

2) Визначення належності функції f_4 до п'яти передповних класів;

3) Мінімізація функції f_4 ;

4) Спільна мінімізація функцій f_1, f_2, f_3 ;

5) Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ.

6. 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 «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

1. Вступ.....	2
2. Синтез автомата.....	2
2.2 Побудова графа автомата.....	2
2.3 Складання структурної таблиці автомата.....	3
2.4 Мінімізація функції збудження тригерів та вихідних сигналів.....	4
3. Синтез комбінаційних схем.....	8
3.1 Вступ.....	8
3.2 Представлення f_4 в канонічних формах різних алгебр.....	8
3.2.1 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Буля.....	8
3.2.2 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Шефера.....	8
3.2.3 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Пірса.....	8
3.2.4 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна.....	9
3.2.5 Визначення належності функції f_4 до п'яти чудових класів.....	10
3.3. Мінімізація функції f_4	10
3.3.1. Метод діаграм Веїча.....	10
3.3.2. Метод невизначених коефіцієнтів.....	10
3.3.3. Метод Квайна – Мак-Класкі.....	11
3.4 Спільна мінімізація функцій f_1, f_2, f_3	12
3.4.1. Мінімізація системи функцій методом Квайна-Мак-Класкі.....	12
3.4.2 Запис мінімізованих функцій у операторних представленнях для реалізації на ПЛМ.....	16
3.5 Реалізація f_1, f_2, f_3 на ПЛМ.....	16
4.Висновок.....	20
5. Список використаної літератури.....	20

					<i>ІАЛЦ. 007109.002 ТЗ</i>			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мазан Я. В.			Курсова робота Пояснювальна записка	Лит.	Арк	Аркушів
Перевір.							1	20
Реценз.						НТУУ «КПІ» ФІОТ Група ІВ-71		
Н. Контр.								
Затв.		Жабін В.І						

1. Вступ

Курсова робота виконана за номером технічного завдання 7109 (101111000101₂) і складається з двох частин: синтез автомата та синтез комбінаційних схем.

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

2. Синтез автомата

2.1. Побудова графа автомата

За графічною схемою алгоритму виконаємо розмітку станів циклічного автомата, врахувавши сигнал, тривалістю $2t$.

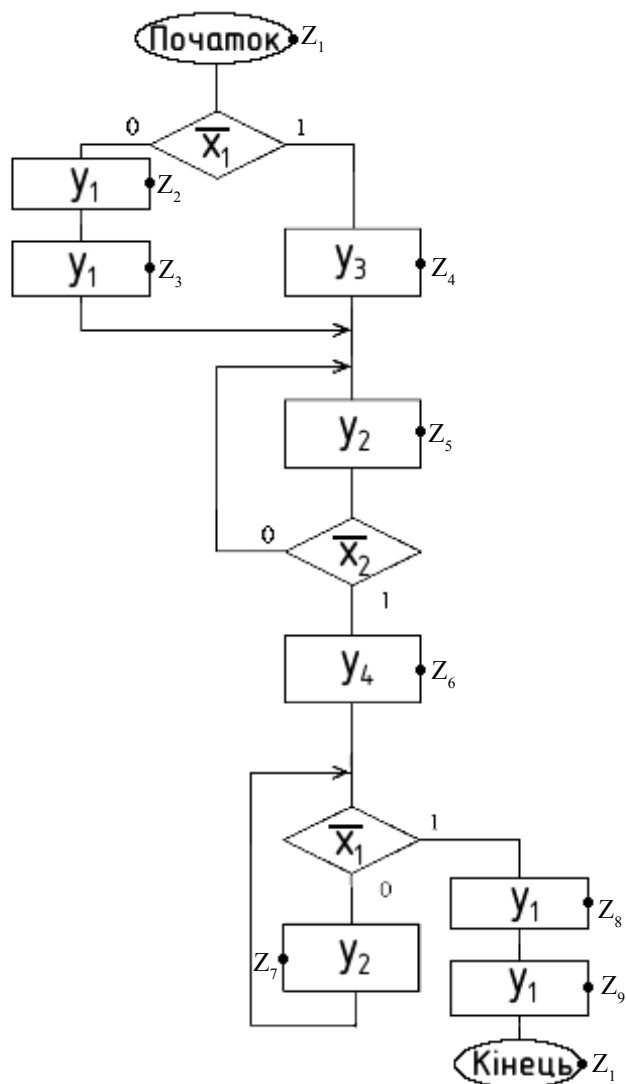


Рисунок 2.1. ГСА циклічного автомата із розміткою

				станів	ІА/ЛЦ.007109.004 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		2

Згідно з графічною схемою автомата побудуємо його граф та виконаємо розмітку станів

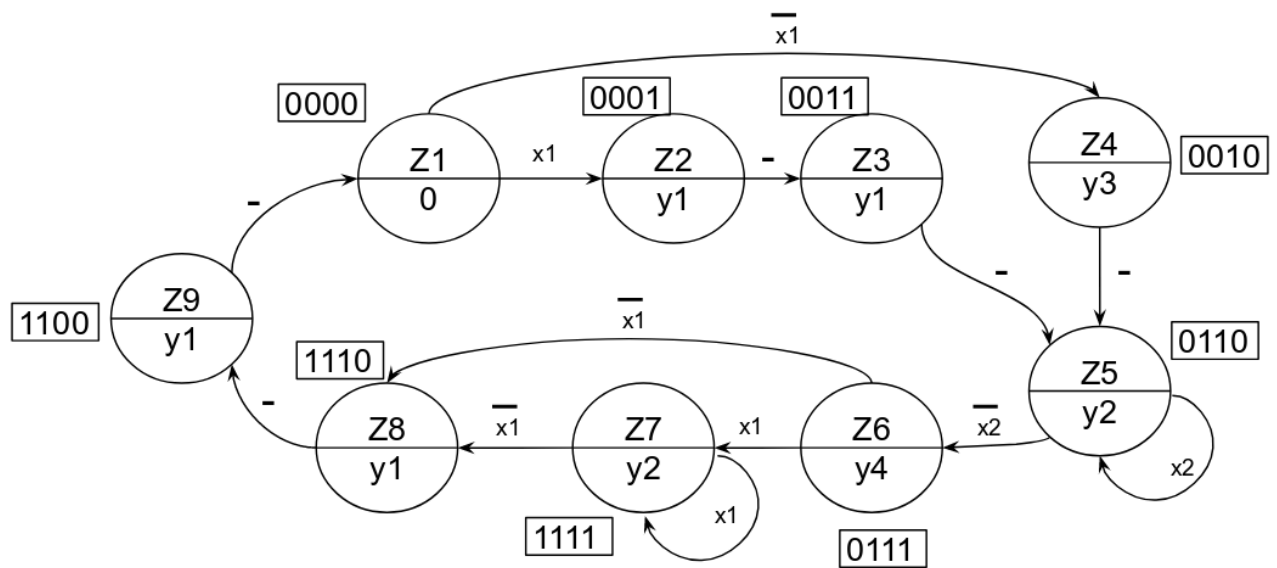


Рисунок 2.2. Граф автомата

2.2. Складання структурної таблиці автомата

Для синтезу логічної схеми автомата необхідно виконати синтез функцій збудження тригерів та вихідних функцій автомата. Кількість станів автомата дорівнює 9, тоді кількість тригерів знайдемо за формулою $K \geq \lceil \log_2 N \rceil = \lceil \log_2 9 \rceil \geq 4$, звідки $K = 4$. Так як для побудови даного автомата необхідно використовувати JK-тригери, запишемо таблицю переходів цього типу тригерів

	J	K	
0	0	-	0
0	1	-	1
1	-	1	0
1	-	0	1

Рисунок 2.3. Таблиця переходів JK тригера

Побудуємо структурну таблицю на основі графі автомата

Таблиця 2.1. Структурна таблиця автомата Мура

Перехід	Код ПС Z^t				Код СП Z^{t+1}				Логічні умови		Вихідні сигнали				Функції збудження тригерів			
	Q_4^t	Q_3^t	Q_2^t	Q_1^t	Q_4^{t+1}	Q_4^{t+1}	Q_4^{t+1}	Q_4^{t+1}	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	J_4K_4	J_3K_3	J_2K_2	J_1K_1
$Z_1 - Z_2$	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-	0	0	0	0	0-	0-	0-	1-
$Z_2 - Z_3$	0	0	0	1	0	0	1	1	-	-	1	0	0	0	0-	0-	1-	-0
$Z_3 - Z_5$	0	0	1	1	0	1	1	0	-	-	1	0	0	0	0-	1-	-0	-1
$Z_1 - Z_4$	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-	0	0	0	0	0-	0-	1-	0-
$Z_4 - Z_5$	0	0	1	0	0	1	1	0	-	-	0	0	1	0	0-	1-	-0	0-
$Z_5 - Z_5$	0	1	1	0	0	1	1	0	-	1	0	1	0	0	0-	-0	-0	0-
$Z_5 - Z_6$	0	1	1	0	0	1	1	1	-	0	0	1	0	0	0-	-0	-0	1-
$Z_6 - Z_7$	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-	0	0	0	1	1-	-0	-0	-0
$Z_7 - Z_7$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	0	1	0	0	-0	-0	-0	-0
$Z_7 - Z_8$	1	1	1	1	1	1	1	0	0	-	0	1	0	0	-0	-0	-0	-1
$Z_6 - Z_8$	0	1	1	1	1	1	1	0	0	-	0	0	0	1	1-	-0	-0	-0
$Z_8 - Z_9$	1	1	1	0	1	1	0	0	-	-	1	0	0	0	-0	-0	-1	0-
$Z_9 - Z_1$	1	1	0	0	0	0	0	0	-	-	1	0	0	0	-1	-1	0-	0-

2.3. Мінімізація функцій збудження тригерів та вихідних сигналів

На основі структурної таблиці автомата виконаємо синтез комбінаційних схем для вихідних сигналів і функцій збудження тригерів. Так як ми маємо синтезувати автомат Мура, то аргументами функцій збудження тригерів будуть коди станів автомата та вхідні сигнали, а аргументами функцій вихідних сигналів будуть лише коди станів автомата. Виконаємо мінімізацію вищевказаних функцій методом діаграм Вейча.

Виконаємо мінімізацію функцій виходу.

Таблиця 2.2. Мінімізація функцій виходу

Diagram 1 (Top Left):

Input: y_1

Output: Q_4

Matrix Q_3 :

1	-	-	-
1	0	-	-
0	0	1	0
-	-	1	0

Matrix Q_1 :

-	-	-	-
---	---	---	---

Matrix Q_2 :

-	-	-	-
---	---	---	---

Diagram 2 (Top Right):

Input: y_2

Output: Q_4

Matrix Q_3 :

0	-	-	-
0	1	-	-
1	0	0	0
-	-	0	0

Matrix Q_1 :

-	-	-	-
---	---	---	---

Matrix Q_2 :

-	-	-	-
---	---	---	---

Diagram 3 (Bottom Left):

Input: y_3

Output: Q_4

Matrix Q_3 :

0	-	-	-
0	0	-	-
0	0	0	1
-	-	0	0

Matrix Q_1 :

-	-	-	-
---	---	---	---

Matrix Q_2 :

-	-	-	-
---	---	---	---

Diagram 4 (Bottom Right):

Input: y_4

Output: Q_4

Matrix Q_3 :

0	-	-	-
0	0	-	-
0	1	0	0
-	-	0	0

Matrix Q_1 :

-	-	-	-
---	---	---	---

Matrix Q_2 :

-	-	-	-
---	---	---	---

$$y_1 = Q_4 \overline{Q_1} \vee \overline{Q_3} Q_1 = \overline{\overline{Q_4} \overline{Q_1}} \vee \overline{\overline{Q_3} Q_1};$$

$$y_2 = Q_4 Q_1 \vee \overline{Q_4} Q_3 \overline{Q_1} = \overline{\overline{Q_4} \overline{Q_1}} \vee \overline{\overline{Q_4} Q_3 Q_1};$$

$$y_3 = \overline{Q_3} Q_2 \overline{Q_1} = \overline{\overline{\overline{Q_3} Q_2 Q_1}};$$

$$y_4 = \overline{Q_4} Q_3 Q_1 = \overline{\overline{\overline{Q_4} Q_3 Q_1}}.$$

Виконаємо мінімізацію функцій збудження тригерів

Таблиця 2.3. Мінімізація функції збудження тригерів

<p>J_4</p> <p>Q_4</p> <p>Q_3</p> <p>x_2</p> <p>x_2</p> <p>Q_2</p> <p>Q_1</p> <p>Q_1</p>	<p>K_4</p> <p>Q_4</p> <p>Q_3</p> <p>x_2</p> <p>x_2</p> <p>Q_2</p> <p>Q_1</p> <p>Q_1</p>
<p>J_3</p> <p>Q_4</p> <p>Q_3</p> <p>x_2</p> <p>x_2</p> <p>Q_2</p> <p>Q_1</p> <p>Q_1</p>	<p>K_3</p> <p>Q_4</p> <p>Q_3</p> <p>x_2</p> <p>x_2</p> <p>Q_2</p> <p>Q_1</p> <p>Q_1</p>
<p>J_2</p> <p>Q_4</p> <p>Q_3</p> <p>x_2</p> <p>x_2</p> <p>Q_2</p> <p>Q_1</p> <p>Q_1</p>	<p>K_2</p> <p>Q_4</p> <p>Q_3</p> <p>x_2</p> <p>x_2</p> <p>Q_2</p> <p>Q_1</p> <p>Q_1</p>

Diagram illustrating a 2D grid structure with annotations and highlighted regions.

The grid is labeled with J_1 and K_1 at the top left. The grid is divided into four quadrants by a vertical line and a horizontal line, labeled Q_1 , Q_2 , Q_3 , and Q_4 .

The grid is also labeled with x_1 and x_2 along the axes.

The grid contains the following values:

		Q_3						
		x_2		x_2				
Q_4	x_1	0	-	-	0	-	-	-
		0	-	-	0	-	-	-
		0	-	-	0	-	-	-
		0	-	-	0	-	-	-
	x_1	-	-	-	-	1	-	1
0		-	-	1	0	-	-	0
0		-	-	1	0	-	-	0
-		-	-	-	0	-	-	0
			Q_1		Q_1			

Highlighted regions (circles) are shown around the values 1 in the grid.

Diagram illustrating a 2D grid structure with annotations and highlighted regions.

The grid is labeled with J_1 and K_1 at the top left. The grid is divided into four quadrants by a vertical line and a horizontal line, labeled Q_1 , Q_2 , Q_3 , and Q_4 .

The grid is also labeled with x_1 and x_2 along the axes.

The grid contains the following values:

		Q_3							
		x_2		x_2					
Q_4	x_1	-	-	-	-	-	-	-	
		-	0	0	-	-	-	-	
		-	1	1	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-	-	
	x_1	-	-	-	-	-	0	0	-
-		0	0	-	-	1	1	-	
-		1	1	-	-	1	1	-	
-		-	-	-	-	0	0	-	
			Q_1		Q_1				

Highlighted regions (circles) are shown around the values 1 in the grid.

$$J_4 = Q_3 Q_1 = \overline{\overline{Q_3 Q_1}};$$

$$K_4 = \overline{Q_2};$$

$$J_3 = Q_2;$$

$$K_3 = \overline{Q_2};$$

$$J_2 = \overline{Q_4} \overline{x_1} \vee Q_1 = \overline{\overline{\overline{Q_4} \overline{x_1} \vee Q_1}};$$

$$K_2 = Q_4 Q_1 = Q_4 Q_1;$$

$$J_1 = \overline{Q_4} \overline{Q_2} x_1 \vee \overline{Q_4} Q_3 \overline{x_2} = \overline{\overline{\overline{\overline{Q_4} \overline{Q_2} x_1 \vee \overline{Q_4} Q_3 \overline{x_2}}}};$$

$$K_1 = Q_2 \overline{x_1} \vee \overline{Q_3} Q_2 = \overline{\overline{\overline{Q_2 \overline{x_1} \vee \overline{Q_3} Q_2}}}.$$

Після мінімізації функція була подана в заданому базисі.

Даних достатньо для побудови комбінаційних схем функцій збудження тригерів та функцій вихідних сигналів, таким чином, і загальної схеми керуючого автомата. Автомат будують на JK-тригерах. Він є синхронним, так як його роботу синхронізує генератор, а JK-тригер є керований перепадом сигналу.

Схема даного автомата виконана згідно з єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД) і наведена у документі «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна ІАЛЦ.007109.003 Е2».

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

ІАЛЦ.007109.004 ПЗ

Арк.

7

3. Синтез комбінаційних схем

3.1 Вступ

На основі Технічного завдання «ІА/ЛЦ.007109.004 ТЗ» виконуємо синтез комбінаційних схем.

Умова курсової роботи вимагає представлення функції f_4 в канонічних формах алгебри Буля, Жегалкіна, Пірса і Шефера.

3.2. Представлення f_4 в канонічних формах різних алгебр

3.2.1. Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Буля

Алгебра Буля

$$f_4 = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee \overline{x_4} \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee x_4 \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \vee x_4 x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_4 x_3 \overline{x_2} x_1 \vee x_4 x_3 x_2 \overline{x_1} \vee x_4 x_3 x_2 x_1 - \text{ДДНФ}$$
$$f_4 = (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee x_1) (x_4 \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) (x_4 \vee \overline{x_3} \vee x_2 \vee x_1) (x_4 \vee \overline{x_3} \vee x_2 \vee \overline{x_1}) (x_4 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee x_1) \cdot (x_4 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) (\overline{x_4} \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) - \text{ДКНФ}$$

3.2.2. Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Шефера

Алгебра Шефера

$$f_4 = (\overline{x_4}/\overline{x_3}/\overline{x_2}/x_1) / (\overline{x_4}/\overline{x_3}/x_2/\overline{x_1}) / (x_4/\overline{x_3}/\overline{x_2}/\overline{x_1}) / (x_4/\overline{x_3}/\overline{x_2}/x_1) / (x_4 \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}) / (x_4 x_3 \overline{x_2} \overline{x_1}) / (x_4 x_3 \overline{x_2} x_1) (x_4/x_3/x_2/\overline{x_1}) / (x_4/x_3/x_2/x_1)$$

Перетворення в канонічну форму алгебри Шефера:

$$f_4 = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee \overline{x_4} \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee x_4 \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \vee x_4 x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_4 x_3 \overline{x_2} x_1 \vee x_4 x_3 x_2 \overline{x_1} \vee x_4 x_3 x_2 x_1 = \frac{(\overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} x_1) (\overline{x_4} \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}) (x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} \overline{x_1}) (x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} x_1) (x_4 \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}) \cdot (x_4 x_3 \overline{x_2} \overline{x_1}) (x_4 x_3 \overline{x_2} x_1) (x_4 x_3 x_2 \overline{x_1}) (x_4 x_3 x_2 x_1)}{(\overline{x_4}/\overline{x_3}/\overline{x_2}/x_1) / (\overline{x_4}/\overline{x_3}/x_2/\overline{x_1}) / (x_4/\overline{x_3}/\overline{x_2}/\overline{x_1}) / (x_4/\overline{x_3}/\overline{x_2}/x_1) / (x_4 \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}) / (x_4 x_3 \overline{x_2} \overline{x_1}) / (x_4 x_3 \overline{x_2} x_1) / (x_4 x_3 x_2 \overline{x_1}) / (x_4 x_3 x_2 x_1)}$$

3.2.3. Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Пірса:

Алгебра Пірса

$$f_4 = (x_4 \downarrow x_3 \downarrow x_2 \downarrow x_1) \downarrow (x_4 \downarrow x_3 \downarrow \bar{x}_2 \downarrow \bar{x}_1) \downarrow (x_4 \downarrow \bar{x}_3 \downarrow x_2 \downarrow x_1) \downarrow (x_4 \downarrow \bar{x}_3 \downarrow x_2 \downarrow \bar{x}_1) \downarrow (x_4 \downarrow \bar{x}_3 \downarrow \bar{x}_2 \downarrow x_1) \downarrow (x_4 \downarrow \bar{x}_3 \downarrow \bar{x}_2 \downarrow \bar{x}_1) \downarrow (\bar{x}_4 \downarrow x_3 \downarrow \bar{x}_2 \downarrow \bar{x}_1)$$

Перетворення в канонічну форму алгебри Пірса:

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

3.2.4. Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна:

Алгебра Жегалкіна

$$f_4 = x_2 x_1 \oplus x_3 x_1 \oplus x_3 x_2 \oplus x_2 \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus x_4 x_1 \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_2$$

Перетворення в канонічну форму алгебри Жегалкіна:

$$f_4 = \bar{x}_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \vee x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 \vee x_4 \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 \vee x_4 x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_4 x_3 \bar{x}_2 x_1 \vee \\ \vee x_4 x_3 x_2 \bar{x}_1 \vee x_4 x_3 x_2 x_1 = (x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)x_1 \vee (x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)x_2(x_1 \oplus 1) \vee \\ \vee x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) \vee x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)x_1 \vee x_4(x_3 \oplus 1)x_2(x_1 \oplus 1) \vee \\ \vee x_4 x_3(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) \vee x_4 x_3(x_2 \oplus 1)x_1 \vee x_4 x_3 x_2(x_1 \oplus 1) \vee x_4 x_3 x_2 x_1 = (x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1) \cdot \\ \cdot x_1 \oplus (x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)x_2(x_1 \oplus 1) \oplus x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) \oplus x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)x_1 \oplus \\ \oplus x_4(x_3 \oplus 1)x_2(x_1 \oplus 1) \oplus x_4 x_3(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) \oplus x_4 x_3(x_2 \oplus 1)x_1 \oplus x_4 x_3 x_2(x_1 \oplus 1) \oplus x_4 x_3 x_2 x_1$$

Перетворення конститuent у формі до конститuent першого рангу:

$$(x_4 \oplus 1)(\bar{x}_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)\bar{x}_1 = (x_4 x_3 \oplus x_4 \cdot 1 \oplus x_3 \cdot 1 \oplus 1)(x_2 \bar{x}_1 \oplus \bar{x}_1 \cdot 1) = (x_4 x_3 \oplus x_4 \oplus x_3 \oplus 1) \cdot \\ \cdot (x_2 x_1 \oplus x_1) = x_4 x_3 x_2 x_1 \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_3 x_2 x_1 \oplus x_2 x_1 \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus x_4 x_1 \oplus x_3 x_1 \oplus x_1$$

$$(x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)x_2(x_1 \oplus 1) = ((x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1))(x_2(x_1 \oplus 1)) = (x_4 x_3 \oplus x_4 \oplus x_3 \oplus 1)(x_2 x_1 \oplus x_2) = \\ = x_4 x_3 x_2 x_1 \oplus x_4 x_3 x_2 \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_2 \oplus x_3 x_2 x_1 \oplus x_3 x_2 \oplus x_2$$

$$x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) = (x_4 x_3 \oplus x_4)(x_2 x_1 \oplus x_2 \oplus x_1 \oplus 1) = x_4 x_3 x_2 x_1 \oplus x_4 x_3 x_2 \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus \\ \oplus x_4 x_3 \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_2 \oplus x_4 x_1 \oplus x_1$$

$$x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)x_1 = (x_4 x_3 \oplus x_4)(x_2 x_1 \oplus x_1) = x_4 x_3 x_2 x_1 \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_1$$

$$x_4(x_3 \oplus 1)x_2(x_1 \oplus 1) = (x_4 x_3 \oplus x_4)(x_2 x_1 \oplus x_2) = x_4 x_3 x_2 x_1 \oplus x_4 x_3 x_2 \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_2$$

$$x_4 x_3(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) = (x_4(x_2 \oplus 1))(x_3(x_1 \oplus 1)) = (x_4 x_2 \oplus x_4)(x_3 x_1 \oplus x_3) = x_4 x_3 x_2 x_1 \oplus \\ \oplus x_4 x_3 x_2 \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus x_4 x_3$$

$$x_4 x_3(x_2 \oplus 1)x_1 = x_4 x_3(x_2 x_1 \oplus x_1) = x_4 x_3 x_2 x_1 \oplus x_4 x_3 x_1$$

					ІА/ЛЦ.007109.004 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Підстановка отриманих конститuent у форму:

$$f_4 = \cancel{x_4 x_3 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_3 x_2 x_1} \oplus x_2 x_1 \oplus \cancel{x_4 x_3 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_1} \oplus x_3 x_1 \oplus \cancel{x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2} \oplus \cancel{x_4 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_2} \oplus \cancel{x_3 x_2 x_1} \oplus x_3 x_2 \oplus x_2 \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3} \oplus \cancel{x_4 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_2} \oplus \cancel{x_4 x_1} \oplus \cancel{x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2 x_1} \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus \cancel{x_4 x_2 x_1} \oplus x_4 x_1 \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2} \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_2 \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_1} \oplus \cancel{x_4 x_3 x_2 x_1} = x_2 x_1 \oplus x_3 x_1 \oplus x_3 x_2 \oplus x_2 \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus x_4 x_1 \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_2$$

Після скорочення:

$$f_4 = x_2 x_1 \oplus x_3 x_1 \oplus x_3 x_2 \oplus x_2 \oplus x_4 x_3 x_1 \oplus x_4 x_1 \oplus x_4 x_2 x_1 \oplus x_4 x_2$$

3.2.5 Належність f_4 до п'яти чудових класів:

1. $f_4(0000)=0$ – f_4 зберігає нуль;
2. $f_4(1111)=1$ – f_4 зберігає одиницю;
3. $f_4(0001)=f_4(1110)$ – f_4 не є самодвоїстою;
4. $f_4(0010)=1$, $f_4(0011)=0$ – f_4 не є монотонною;
5. f_4 не є лінійною, оскільки в її поліномі Жегалкіна є дво- та триангові терми.

3.3. Мінімізація функції f_4

Виконаємо мінімізацію функції методом Веїча. Графічні методи призначені для ручної мінімізації. Наочність даного методу зберігається за невеликої кількості аргументів. Кожна клітинка відповідає конститuentі. Прямокутник, що містить клітинок, відповідає імпліканті. Прямокутник максимального розміру відповідає простій імпліканті.

3.3.1. Метод діаграм Веїча:

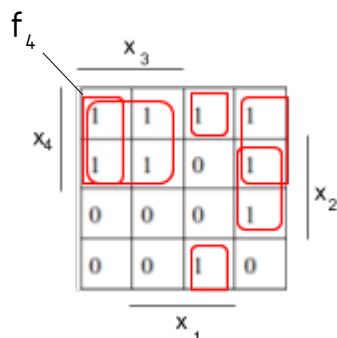


Рисунок 3.1. Мінімізація f_4 методом діаграм Веїча

$$f_{4\text{МДНФ}} = x_4 x_3 \vee \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee x_4 \overline{x_1} \vee \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}$$

3.3.2. Метод невизначених коефіцієнтів

Таблиця 3.2. 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	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	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	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	1
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	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

Ядро: $\{x_4 x_3; \overline{x_3} \overline{x_2} x_1; \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}\}$

Вибираємо імпліканту $x_4 \overline{x_1}$ у якості способу покриття набору 1000

$$f_{4\text{МДНФ}} = x_4 x_3 \vee \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee x_4 \overline{x_1} \vee \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}$$

3.3.3. Метод Квайна - Мак-Класкі

Виконаємо мінімізацію f_4 методом Квайна-МакКласкі:

Таблиця 3.3. Склеювання і поглинання термів

K_0	K_1	K_2	Z
0001	X001	1X0X	X001
0010	X010	1XX0	X010
1000	1X00	11XX	1X0X
1001	1X01	11XX	1XX0
1010	1X10		11XX
1100	11X0		
1101	11X1		
1110	111X		
1111	110X		

Будуємо таблицю покриття функції f_4

Таблиця 3.4. Таблиця покриття

Конституенти→ Імпліканти↓	0001	0010	1000	1001	1010	1100	1101	1110	1111
1X0X			+	+		+	+		
1XX0			+		+	+		+	
11XX				⊕		⊕	⊕	⊕	⊕
X001	⊕				⊕				
X010		⊕							

Ядро: $\{x_4x_3; \overline{x_3}\overline{x_2}x_1; \overline{x_3}x_2\overline{x_1}\}$

У якості покриття конституенти 1000 вибираємо імпліканту 1XX0

МДНФ: $f_{4\text{МДНФ}} = x_4x_3 \vee \overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee x_4\overline{x_1} \vee \overline{x_3}x_2\overline{x_1}$

В результаті використання усіх трьох методів мінімізації функції f_4 ми отримали ідентичні МДНФ, що підтверджує правильність мінімізації

3.3. 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 (технічного завдання ІАЛЦ.007109.002 ТЗ) методом Квайна-Макласкі.

3.3.1. Мінімізація системи функцій методом Квайна-Мак-Класкі.

Спочатку виконаємо неповне склеювання і поглинання всіх конституент системи функцій, перед кожною з них позначивши, якію із функцій вона відповідає. Далі будуюмо таблицю покриття, знаходимо в ній ядро та можливі способи покриття залишкових конституент.

Таблиця 3.5. Склеювання і поглинання терміїв

K_0	K_1	K_2	Z
0000 {1, 2, 3}	000X {1, 2}	0XX0 {1, 3}	0XX0 {1, 3}
0001 {1, 2}	011X {1, 2, 3}	X0X0 {3}	X0X0 {3}
0010 {1, 2, 3}	100X {3}	0XX0 {1, 3}	XX00 {1, 3}
0100 {1, 3}	111X {1}	XX00 {1}	X1X0 {1}
1000 {1, 3}	01X0 {1, 3}	X0X0 {3}	X11X {1}
1001 {3}	00X0 {1, 2, 3}	XX00 {1, 3}	000X {1, 2}
0110 {1, 2, 3}	10X0 {3}	X1X0 {1}	00X0 {1, 2, 3}
1010 {3}	11X0 {1}	X11X {1}	0X10 {1, 2, 3}
1100 {1, 2, 3}	1X00 {1, 3}	X11X {1}	011X {1, 2, 3}
0111 {1, 2, 3}	1X11 {1}		X111 {1, 2, 3}
1011 {1}	0X10 {1, 2, 3}		100X {3}
1110 {1}	0X00 {1, 3}		1X11 {1}
1111 {1, 2, 3}	X000 {1, 3}		1100 {1, 2, 3}
	X010 {3}		
	X100 {1}		
	X110 {1}		
	X111 {1, 2, 3}		

Таблиця покриття

Таблиця 3.6. Таблиця покриття

	f_1								f_2				f_3									
Конституенти→	0000	0001	0010	0110	1000	1011	1100	1110	1111	0000	0001	0010	1111	0000	0010	0100	0111	1000	1001	1010	1100	1111
Імпліканти↓	0000	0001	0010	0110	1000	1011	1100	1110	1111	0000	0001	0010	1111	0000	0010	0100	0111	1000	1001	1010	1100	1111
X0X0 {3}														+	+			+		+		
0XX0 {1,3}	+		+	+										+	+	+						
XX00 {1,3}	+				+		+							+		+		+			+	
X1X0 {1}				+			+	+														
000X {1,2}	+	+								+	+											
00X0 {1,2,3}	+		+							+		+		+	+							
0X10 {1,2,3}			+	+								+			+							
X111 {1,2,3}									+				+				+					+
1X11 {1}					+			+														
1100 {1,2,3}							+														+	
011X {1,2,3}				+													+					
X11X {1}				+				+	+													
100X {3}																		+	+			

- ядро

- можливе покриття залишкових конституент

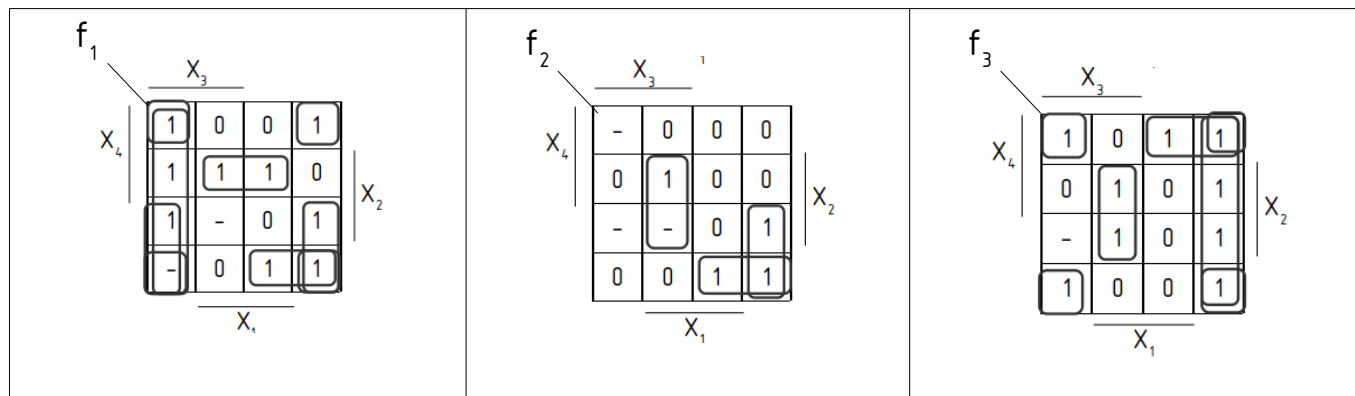
$$f_1 = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} \vee x_4 x_2 x_1 \vee \overline{x_4} \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_3 \overline{x_1};$$

$$f_2 = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} \vee \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_1} \vee x_3 x_2 x_1;$$

$$f_3 = x_3 x_2 x_1 \vee \overline{x_3} \overline{x_1} \vee \overline{x_4} \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} \overline{x_2}.$$

Перевірка мінімізації методом діаграм Вейча:

Таблиця 3.7. Діаграми Вейча для результатів мінімізації системи



Із результатів покриття іробимо висновок, що мінімізація системи перемикальних функцій виконана правильно, так як імпліканти покривають усі конститuentи одиниці та не покривають жодної конститuentи нуля. Мінімізація заперечення системи функцій методом Квайна-Мак-Класкі:

Таблиця 3.8. Склеювання і поглинання термів заперечення системи

K_0	K_1	K_2	Z
0001 {3}	00X1 {3}	01XX {2}	01XX {2}
0011 {1,2,3}	0X01 {3}	X10X {2}	X1X0 {2}
0100 {1,2}	0X11 {1,2}	01XX {2}	1X0X {2}
0101 {1,2,3}	X011 {2,3}	X1X0 {2}	10XX {2}
0110 {2,3}	010X {1,2}	1X0X {2}	1XX0 {2}
0111 {1,2}	01X0 {2}	10XX {2}	00X1 {3}
1000 {2}	01X1 {1,2}	1XX0 {2}	0X01 {3}
1001 {1,2}	X101 {1,2,3}	1X0X {2}	0X11 {1,2}
1010 {1,2}	011X {2}	1XX0 {2}	X011 {2,3}
1011 {2,3}	X110 {2,3}		010X {1,2}
1100 {2}	100X {2}		01X1 {1,2}
1101 {1,2,3}	10X0 {2}		X101 {1,2,3}
1110 {2,3}	1X00 {2}		X110 {2,3}
	10X1 {2}		1X01 {1,2}
	1X01 {1,2}		101X {2}
	101X {2}		0011 {1,2,3}
	1X10 {2}		1010 {1,2}
	110X {2}		
	11X0 {2}		

Будуємо таблицю покриття:

Таблиця 3.9. Таблиця покриття заперечення системи

	f_1					f_2					f_3				
Конституенти→	0011	0101	1001	1010	1101	0011	0100	0101	1000	1001	1010	1011	1101	1110	1111
Імпліканти↓	0011	0101	1001	1010	1101	0011	0100	0101	1000	1001	1010	1011	1101	1110	1111
01XX {2}						+	+								
X1X0 {2}						+						+			
1X0X {2}									+	+		+			
10XX {2}									+	+	+	+			
1XX0 {2}									+		+		+		
00X1 {3}													+	+	
0X01 {3}													+		+
0X11 {1,2}	+					+									
X011 {2,3}						+							+		+
010X {1,2}		+					+	+							
01X1 {1,2}		+						+							
X101 {1,2,3}		+			+			+					+		+
X110 {2,3}												+			+
1X01 {1,2}			+		+				+			+			
101X {2}											+	+			
0011 {1,2,3}	+					+							+		
1010 {1,2}				+						+					

– можливе покриття залишкових конституент

– ядро

Запис результату спільної мінімізації заперечення системи функцій:

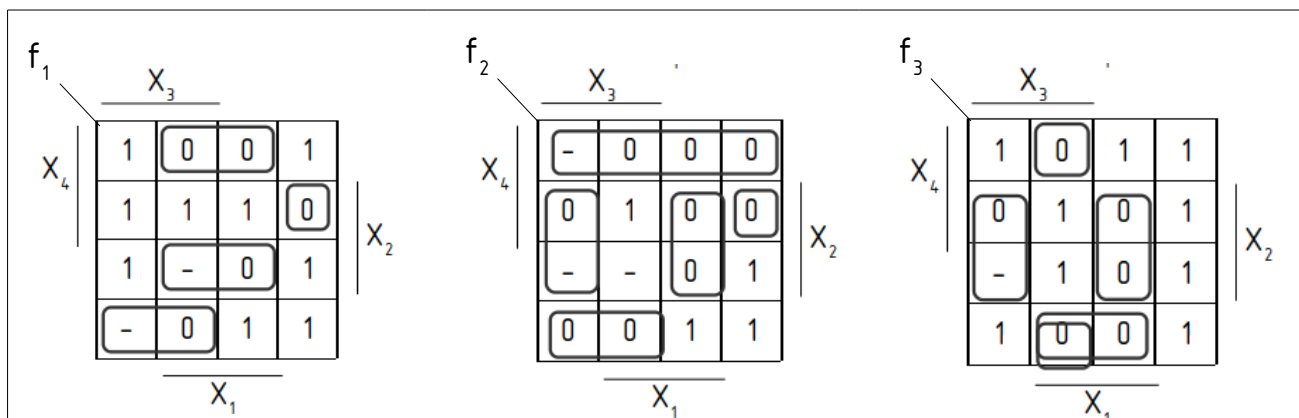
$$f_1 = (\bar{x}_4 \vee x_2 \vee x_1)(x_4 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2)(x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)$$

$$f_2 = (x_4 \vee \bar{x}_2)(\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1)(\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2)(x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)(x_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)$$

$$f_3 = (\bar{x}_4 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1)(x_3 \vee \bar{x}_2 \vee x_1)(x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1)$$

Перевірка отриманого результату мінімізації методом діаграм Вейча:

Таблиця 3.10. Діаграми Вейча для результатів мінімізації системи



Із результатів покриття імплікантами діаграм Веїча робимо висновок, що мінімізація системи перемикальних функцій виконана правильно, так як імпліканти покривають усі константи нуля та не покривають жодної константи одиниці.

3.3.2 Запис мінімізованих функцій у операторних представленнях для реалізації на ПЛМ.

$$\begin{aligned} f_1 &= \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} \vee x_4 x_2 x_1 \vee \overline{x_4} \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_3 \overline{x_1}; \\ f_2 &= \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} \vee \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_1} \vee x_3 x_2 x_1; \\ f_3 &= x_3 x_2 x_1 \vee \overline{x_3} \overline{x_1} \vee \overline{x_4} \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} \overline{x_2}. \end{aligned}$$

Застосовуючи правила де Моргана на мінімізованих запереченнях функцій, отримуємо їхнє представлення у формах І/АБО-НЕ:

$$\begin{aligned} f_1 &= \overline{x_4 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee \overline{x_4} x_2 \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} x_2 \vee \overline{x_4} x_3 \overline{x_2} x_1}; \\ f_2 &= \overline{\overline{x_4} x_2 \vee x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} x_2 \vee \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee \overline{x_4} x_3 \overline{x_2} x_1}; \\ f_3 &= \overline{x_4 x_2 \overline{x_1} \vee x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \vee \overline{x_3} \overline{x_2} x_1}. \end{aligned}$$

3.4. Реалізація f_1, f_2, f_3 на ПЛМ

Виконаємо синтез ПЛМ у елементному базисі І/АБО. Визначимо проміжні внутрішні шини ПЛМ та позначимо їх:

$$\begin{aligned} P_1 &= \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2}; \\ P_2 &= x_4 x_2 x_1; \\ P_3 &= \overline{x_4} \overline{x_1}; \\ P_4 &= \overline{x_2} \overline{x_1}; \\ P_5 &= x_3 \overline{x_1}; \\ P_6 &= \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_1}; \\ P_7 &= x_3 x_2 x_1; \\ P_8 &= \overline{x_3} \overline{x_1}; \\ P_9 &= \overline{x_2} \overline{x_1}; \\ P_{10} &= x_4 \overline{x_3} \overline{x_2}. \end{aligned}$$

Визначимо мінімальні параметри ПЛМ:

$n = 4$ - число інформаційних входів, що дорівнює кількості аргументів системи перемикальних функцій.

$p = 10$ - число проміжних внутрішніх шин, яке дорівнює кількості різних термів системи.

$m = 3$ – число інформаційних виходів, котре дорівнює кількості функцій виходів.

Тоді функції виходу описуються такою системою:

$$f_1 = P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4 \vee P_5;$$

$$f_2 = P_1 \vee P_6 \vee P_7;$$

$$f_3 = P_7 \vee P_8 \vee P_3 \vee P_9 \vee P_{10}.$$

Побудуємо спрощену мнемонічну схему ПЛМ (4,10,3):

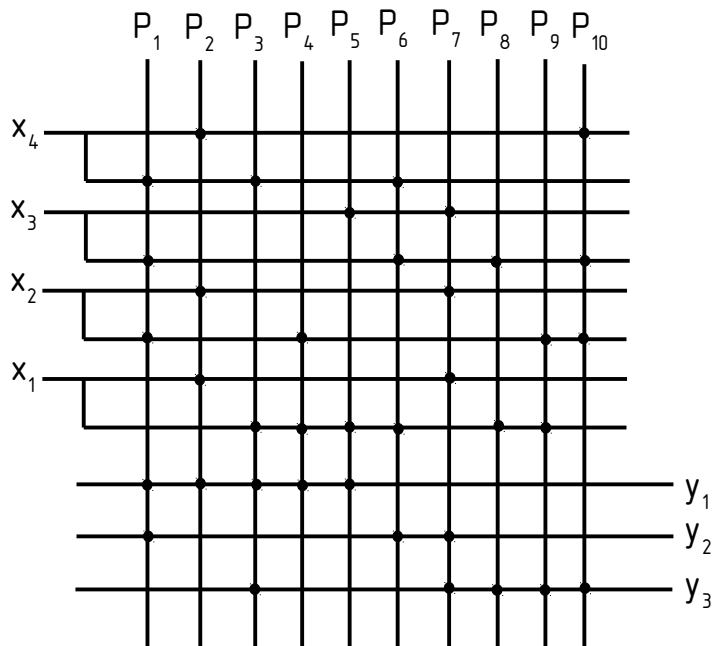


Рисунок 4.1. Спрощена мнемонічна схема ПЛМ в базисі І/АБО

Карта програмування ПЛМ:

Таблиця 4.1. Карта програмування ПЛМ в базисі І/АБО

Шина	Входи				Виходи		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃
P ₁	-	0	0	0	1	1	0
P ₂	1	1	-	1	1	0	0
P ₃	0	-	-	0	1	0	1
P ₄	0	0	-	-	1	0	0
P ₅	0	-	1	-	1	0	0
P ₆	0	-	0	0	0	1	0
P ₇	1	1	1	-	0	1	1
P ₈	0	-	0	-	0	0	1
P ₉	0	0	-	-	0	0	1
P ₁₀	-	0	0	1	0	0	1

УГП даної ПЛМ

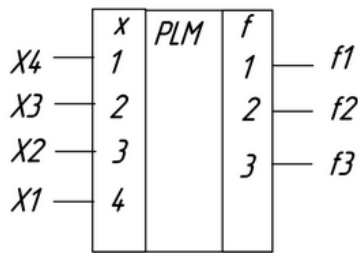


Рисунок 4.2. УГП ПЛМ

Виконаємо синтез ПЛМ у елементному базисі І/АБО-НЕ.

Запишемо функції для реалізації в операторному представленні І/АБО-НЕ:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= \overline{x_4 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee \overline{x_4} x_2 \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} x_2 \vee \overline{x_4} x_3 \overline{x_2} x_1}; \\
 f_2 &= \overline{\overline{x_4} x_2 \vee x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_4 \overline{x_3} x_2 \vee \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee \overline{x_4} x_3 \overline{x_2} x_1}; \\
 f_3 &= \overline{x_4 x_2 \overline{x_1} \vee x_3 \overline{x_2} \overline{x_1} \vee \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \vee \overline{x_3} \overline{x_2} x_1}.
 \end{aligned}$$

Визначимо внутрішні шини ПЛМ та позначимо їх:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= x_4 \overline{x_2} \overline{x_1}; \\
 P_2 &= \overline{x_4} x_2 \overline{x_1}; \\
 P_3 &= x_4 \overline{x_3} x_2; \\
 P_4 &= \overline{x_4} x_3 \overline{x_2} x_1; \\
 P_5 &= \overline{x_4} x_2; \\
 P_6 &= x_3 \overline{x_2} \overline{x_1}; \\
 P_7 &= \overline{x_3} \overline{x_2} x_1; \\
 P_8 &= x_4 x_2 \overline{x_1}; \\
 P_9 &= \overline{x_3} x_2 \overline{x_1}.
 \end{aligned}$$

Визначимо мінімальні параметри ПЛМ:

$n = 4$ - число інформаційних входів, що дорівнює кількості аргументів системи перемикальних функцій.

$p = 9$ - число проміжних внутрішніх шин, яке дорівнює кількості різних термів системи.

$m = 3$ - число інформаційних виходів, котре дорівнює кількості функцій виходів.

Тоді функції виходу описуються такою системою:

$$f_1 = \overline{P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4};$$

$$f_2 = \overline{P_5 \vee P_6 \vee P_3 \vee P_7 \vee P_4};$$

$$f_3 = \overline{P_8 \vee P_6 \vee P_9 \vee P_7}.$$

Побудуємо спрощену мнемонічну схему ПЛМ (4,9,3):

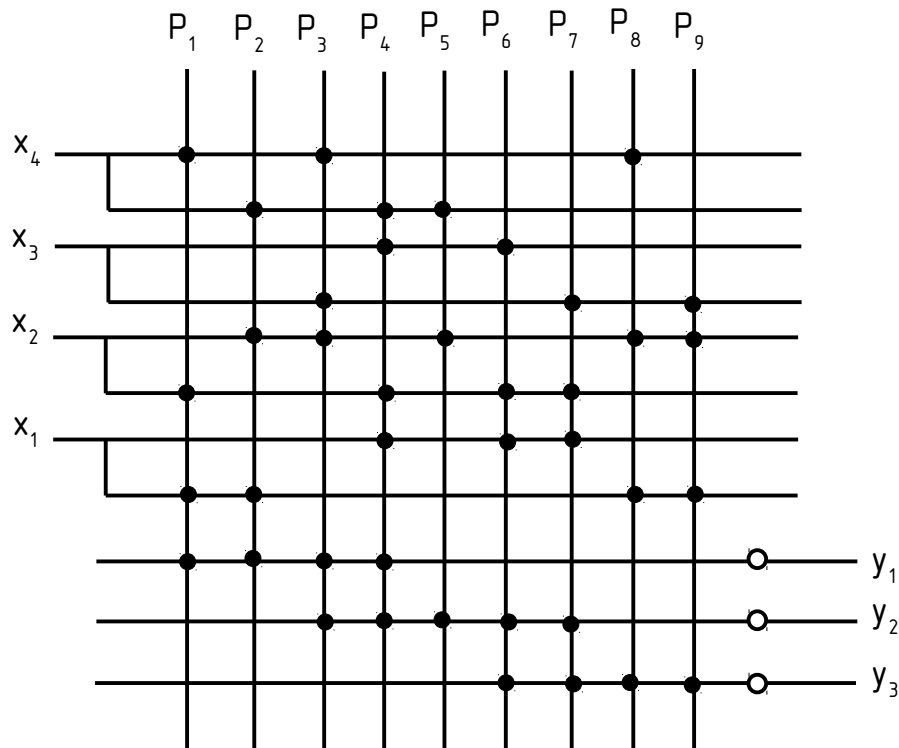


Рисунок 4.3. Спрощена мнемонічна схема ПЛМ в базисі І/АБО-НЕ

Карта програмування ПЛМ:

Таблиця 4.2. Карта програмування ПЛМ в базисі І/АБО-НЕ

Шина	Входи				Виходи		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃
P ₁	0	0	-	1	1	0	0
P ₂	-	1	-	0	1	0	0
P ₃	-	1	0	1	1	1	0
P ₄	1	0	1	0	1	1	0
P ₅	-	1	-	0	0	1	0
P ₆	1	0	1	-	0	1	1
P ₇	1	0	1	-	0	1	1
P ₈	0	1	-	1	0	0	1
P ₉	0	1	0	-	0	0	1

УГП даної ПЛМ

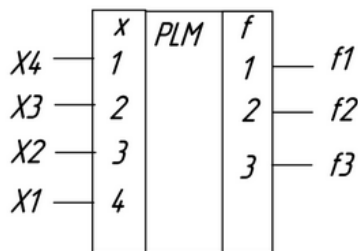


Рисунок 4.4. УГП ПЛМ

Як бачимо, ПЛМ у елементному базисі І/АБО-НЕ містить менше шин, тому її доцільніше використовувати при реалізації системи функцій $\{f_1; f_2; f_3\}$.

4. Висновок

У даній курсовій роботі був виконаний синтез комбінаційної схеми, а також автомата типу «автомат Мура».

У розділі «Синтез автомата» була виконана розробка автомата Мура, а сам він представлений у розділі «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна». Етапи його побудови, а саме розмітку станів, побудова графа, структурної таблиці, мінімізацію функцій виходів та збудження тригерів розписано в пояснювальній записці. Автомат було синтезовано на JK тригерах у елементному базисі 2І-НЕ/4АБО.

У розділі «Синтез комбінаційних схем» виконана мінімізація функції різними методами (методом діаграм Веїча, невизначених коефіцієнтів і Квайна – Мак-Класкі). Також виконана спільна мінімізація трьох функцій. Було отримано їхні операторні представлення, які дають можливість реалізувати систему перемикальних функцій на програмувальних логічних матрицях (ПЛМ). ПЛМ представлено у розділі «Синтез комбінаційних схем».

Мною були закріплені знання теоретичного курсу, отримані навички їх практичного застосування, а також засвоєні навички оформлення проектно-конструкторської документації згідно з ЄСКД.

5. Список використаної літератури

1. Прикладна теорія цифрових автоматів : навч. посіб. / В.І. Жадін, В.В. Ткаченко – К.: Вид-во Нац. авіа. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 360 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна логіка».-2017.