

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
Кафедра обчислювальної техніки

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни "Комп'ютерна логіка"

Виконав: Долинний Олександр Валерійович

Факультет ІОТ

Група ІО-31

Залікова книжка № ІО-3110

Допущений до захисту _____

Номер технічного завдання – 110000100110

(підпис керівника)

Опис альбому

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1					
2			<u>Документація загальна</u>		
3					
4			<u>розроблена заново</u>		
5					
6	A4	ІАЛЦ.463626.001 ОА	Опис альбому	1	
7					
8	A4	ІАЛЦ.463626.002 ТЗ	Технічне завдання	4	
9					
10	A2	ІАЛЦ.463626.003 ЗЗ	Керуючий автомат.		
11			Схема електрична	1	
12			функціональна		
13					
14	A4	ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Пояснювальна записка	24	
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
			ІАЛЦ.463626.001 ОА		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Долинний О.В.			Опис альбому
Перевір.		Поспішний О.С.			
					Літ. Аркуш Аркушів 1 1
Н. контр.					
Затв.		Жадін В.І.			НТУУ "КПІ" ФІОТ Група ІО-31

Технічне завдання

Зміст

1. Призначення розроблюваного об'єкта_____	2
2. Вхідні дані для розробки_____	2
3. Склад пристроїв_____	4
4. Етапи і терміни проектування_____	4
5. Перелік текстової і графічної документації_____	4

					ІАЛЦ.463626.002 ТЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технічне завдання					Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Долинний О.В.										
Перевір.		Поспішний О.С.									1	4
										НТУУ "КПІ" ФІОТ Група ІО-31		
Н. контр.												
Затв.		Жадін В.І.										

1 Призначення розроблюваного об'єкта

В курсовій роботі 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 Вхідні дані

Варіант завдання визначається дев'ятьма молодшими розрядами залікової книжки, представлений у двійковій системі числення ($3110_{10} = 110000100110_2$):

$$h_9=0, h_8=0, h_7=0, h_6=1, h_5=0, h_4=0, h_3=1, h_2=1, h_1=0$$

Порядок з'єднання фрагментів ($h_8 h_4 h_2 = 001$):

1, 2, 4

Логічні умови ($h_8 h_7 h_3 = 001$):

$X_2, \overline{X_2}, X_1$

Послідовність керуючих сигналів ($h_9 h_4 h_1 = 000$):

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

Сигнал тривалістю $2t$ ($h_6 h_2 = 11$):

Y_4

Тригер ($h_6 h_5 = 10$):

JK – тригер

Логічні елементи ($h_3 h_2 h_1 = 110$):

ЗАБО-НЕ, ЗІ

Тип автомату ($h_4 = 0$):

Мілі

Система з чотирьох перемикальних функцій задана таблицею 2.1.

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

Таблиця 2.1. Система перемикальних функцій

x_4	x_3	x_2	x_1	f_1	f_2	f_3	f_4
0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	1	1	1	0	1
0	0	1	0	1	1	1	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	1
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	1
1	1	0	0	1	—	1	1
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

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

- невизначених коефіцієнтів;
- Квайна (Квайна-Мак-Класкі);
- діаграм Вейча.

3 Склад пристроїв

Керуючий автомат.

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

Програмувальна логічна матриця.

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

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.

Курсова робота проектувалась протягом листопада – грудня 2013 року.

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) Аркуш з написом «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна»
- 6) Керуючий автомат. Схема електрична функціональна
- 7) Аркуш з написом «Пояснювальна записка»
- 8) Пояснювальна записка

*Автомат керуючий
Схема електрична
функціональна*

Пояснювальна записка

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Долинний О.В.				Літ.		Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Поспішний О.С					1	18		
Н. контр.					Пояснювальна записка				
Затв.	Жадін В.І.								
					НТУУ "КПІ" ФІОТ Група ІО-31				

3. Синтез комбінатійних схем

3.1 Вступ

На основі «Технічного завдання ІА/Ц.463626.002 ТЗ» виконуємо синтез комбінатійних схем.

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

3.2 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Буля.

В даній алгебрі визначені функції $\{I, ABO, HE\}$.

$$F_{\text{ДДНФ}} = \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} X_1 \vee \overline{X_4} \overline{X_3} X_2 \overline{X_1} \vee \overline{X_4} X_3 X_2 X_1 \vee X_4 \overline{X_3} \overline{X_2} X_1 \vee X_4 \overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_4 X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \\ \vee X_4 X_3 X_2 X_1$$

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

3.3 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна.

В даній алгебрі визначені функції $\{I, \text{виключне АБО}, \text{const } 1\}$.

$$f_4 = ((X_4 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)X_1) \oplus ((X_4 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)X_2(X_1 \oplus 1)) \oplus ((X_4 \oplus 1)X_3X_2X_1) \oplus \\ \oplus (X_4(X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)X_1) \oplus (X_4(X_3 \oplus 1)X_2X_1) \oplus (X_4X_3(X_2 \oplus 1)(X_1 \oplus 1)) \oplus X_4X_3X_2X_1 = \\ = ((X_4X_3 \oplus X_4 \oplus X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus X_1)) \oplus ((X_4X_3 \oplus X_4 \oplus X_3 \oplus 1)(X_2X_1 \oplus X_2)) \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_3X_2X_1 \\ \oplus ((X_4X_3 \oplus X_4)(X_2X_1 \oplus X_1)) \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3(X_2X_1 \oplus X_2 \oplus X_1 \oplus 1) \oplus X_4X_3X_2X_1 = \\ = X_4X_3X_2 \oplus X_4X_3X_1 \oplus X_4X_2 \oplus X_4X_1 \oplus X_3X_2 \oplus X_3X_1 \oplus X_2 \oplus X_1 \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3X_2 \oplus X_4X_2X_1 \oplus \\ \oplus X_4X_2 \oplus X_3X_2X_1 \oplus X_3X_2 \oplus X_2X_1 \oplus X_2 \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3X_1 \oplus X_4X_2X_1 \oplus \\ \oplus X_4X_1 \oplus X_4X_2X_1 \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3X_2 \oplus X_4X_3X_1 \oplus X_4X_3 = X_4X_3X_2 \oplus X_4X_3X_1 \oplus X_4X_2 \oplus X_4X_1 \oplus \\ \oplus X_3X_2 \oplus X_3X_1 \oplus X_2 \oplus X_1 \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_2X_1 \oplus X_3X_2X_1 \oplus X_2X_1 \oplus X_4X_3 = X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3X_2 \oplus \\ \oplus X_4X_3X_1 \oplus X_4X_2X_1 \oplus X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3 \oplus X_4X_2 \oplus X_4X_1 \oplus X_3X_2 \oplus X_3X_1 \oplus X_2X_1 \oplus X_2 \oplus X_1$$

3.4 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Пірса.

В даній алгебрі визначені функції {АБО-НЕ}.

$$\begin{aligned}
 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}) \\
 &\quad (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 \overline{X_1}) (\overline{X_4} \vee \overline{X_3} \vee \overline{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) (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)}} \\
 &\quad \overline{\overline{(\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 \overline{X_1}) (\overline{X_4} \vee \overline{X_3} \vee \overline{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}) \vee (X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee X_1) \vee (X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee \overline{X_1}) \vee (X_4 \vee \overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee X_1)}} \\
 &\quad \vee \overline{\overline{(\overline{X_4} \vee X_3 \vee X_2 \vee X_1) \vee (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_2} \vee X_1) \vee (\overline{X_4} \vee \overline{X_3} \vee X_2 \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_4} \vee \overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee 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 \\
 &\quad \downarrow (X_4 \downarrow (X_3 \downarrow X_3) \downarrow X_2 \downarrow (X_1 \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 \\
 &\quad \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_3) \downarrow X_2 \downarrow (X_1 \downarrow X_1)) \downarrow \\
 &\quad \downarrow ((X_4 \downarrow X_4) \downarrow (X_3 \downarrow X_3) \downarrow (X_2 \downarrow X_2) \downarrow X_1)
 \end{aligned}$$

3.5 Представлення функції f_4 в канонічній формі алгебри Шефера

В даній алгебрі визначені функції {І-НЕ}.

$$\begin{aligned}
 f_4 &= \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} = \\
 &= \overline{\overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}}} \\
 &= \overline{\overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}} \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}}} \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}} \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}} \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}} \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}} \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}} \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}} \overline{\overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1}} = \\
 &= ((X_4 / X_4) / (X_3 / X_3) / (X_2 / X_2) / X_1) / ((X_4 / X_4) / (X_3 / X_3) / X_2 / (X_1 / X_1)) / \\
 &\quad / ((X_4 / X_4) / X_3 / 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) / \\
 &\quad / (X_4 / X_3 / (X_2 / X_2) / (X_1 / X_1)) / (X_4 / X_3 / X_2 / X_1)
 \end{aligned}$$

3.6 Визначення належності функції f_4 до п'яти передповних класів

1. Дана функція зберігає нуль, так як $F(0000)=0$.
2. Дана функція зберігає одиницю, так як $F(1111)=1$.
3. Дана функція не самодвоїсна, так як $F(0101)=0$, $F(1010)=0$.
4. Дана функція не монотонна, так як $F(1100)=1 < F(1101)=0$.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ІАЛЦ. 109118.004 ПЗ

Арк.

10

5. Дана форма нелінійна, так як канонічна форма алгебри Жегалкіна, що отримана у підрозділі 3.3 є нелінійним поліномом.

На основі вищесказаного робимо висновок, що функція f_4 належить першому двом і не належить останнім трьом передповним класам.

3.7 Мінімізація функції f_4 методом невизначених коефіцієнтів

Ідея цього методу полягає у відшуванні ненульових коефіцієнтів при кожній імпліканті. Рівняння для знаходження коефіцієнтів представимо таблицею (таблиця 4.2). Виконаємо викреслення тих рядків на яких функція приймає нульові значення. Викреслимо вже знайдені нульові коефіцієнти в тих рядках таблиці, що залишилися після виконання попередніх дій; поглинають ті імпліканти, що розташовані з права від них.

Далі таблицю коефіцієнтів використовуємо як таблицю покриття функції.

Таблиця 4.2. Таблиця невизначених коефіцієнтів

F	X_4	X_3	X_2	X_1	X_4X_3	X_4X_2	X_4X_1	X_3X_2	X_3X_1	X_2X_1	$X_4X_3X_2$	$X_4X_3X_1$	$X_4X_2X_1$	$X_3X_2X_1$	$X_4X_3X_2X_1$
0	0	0	0	0	00	00	00	00	00	00	000	000	000	000	0000
1	0	0	0	1	00	00	01	00	01	01	000	001	001	001	0001
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	01	01	10	11	01	010	011	001	101	0101
0	0	1	1	0	01	01	00	11	10	10	011	010	010	110	0110
1	0	1	1	1	01	01	01	11	11	11	011	011	011	111	0111
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
0	1	0	1	0	10	11	10	01	00	10	101	100	110	010	1010
1	1	0	1	1	10	11	11	01	01	11	101	101	111	011	1011
1	1	1	0	0	11	10	10	10	10	00	110	110	100	100	1100
0	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

$$f_{\text{МДНФ}} = \overline{X_4} \overline{X_3} X_2 \overline{X_1} \vee X_4 X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_3} \overline{X_2} X_1 \vee X_4 X_2 X_1 \vee X_3 X_2 X_1$$

3.8 Мінімізація функції f_4 методом Квайна-Мак-Класкі

Виходячи з таблиці істинності функції, запишемо стовпчик ДДНФ (K_0).

- 1) Розіб'ємо K_i на групи по наявності аргументів.
- 2) Розіб'ємо кожну групу по наявності аргументів на групи по кількості одиниць у групі.
- 3) Проводимо попарне склеювання між групами, які входять до однієї групи по аргументам та у яких кількість одиниць відрізняється на 1.
- 4) Робимо поглинання. Результати подаємо на рисунку 4.7.
- 5) Повторюємо пункти 1-4 поки можливо, після цього будуюмо таблицю покриття (таблиця 4.3), отримуємо ТДНФ і вибираємо МДНФ як ТДНФ з найменшою ціною.

$$\text{Ядро} = \{0010; 1100; X001; X111\}$$

$$f_{\text{ТДНФ1}} = 0010 \vee 1100 \vee X001 \vee X111 \vee 1X11$$

$$f_{\text{ТДНФ2}} = 0010 \vee 1100 \vee X001 \vee X111 \vee 10X1$$

$$f_{\text{МДНФ}} = f_{\text{ТДНФ1}}$$

$$f_{\text{МДНФ}} = \overline{X_4} \overline{X_3} X_2 \overline{X_1} \vee X_4 X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_3} \overline{X_2} X_1 \vee X_4 X_2 X_1 \vee X_3 X_2 X_1$$

K^0	K^1
0001 (1)	X001 (1,3)
0010 (2)	10X1 (3,6)
1001 (3)	X111 (5,7)
1110 (4)	1X11 (6,7)
0111 (5)	
1011 (6)	
1111 (7)	

Рисунок 4.7 – поглинання термів

3.9 Мінімізація функції f_4 методом діаграм Веїча

Виконаємо мінімізацію функції методом Веїча (рисунок 4.8). Цей метод дуже зручний при мінімізації функції з кількістю аргументів до чотирьох включно.

Таблиця 4.3 – таблиця покриття

	0001	0010	0111	1001	1011	1100	1111
0010		⊙					
1100	⊙					⊙	
X001				⊙			
X111			⊙				⊙
10X1				⊙	⊙		
1X11					⊙		⊙

Кожна клітинка відповідає конституенті, а прямокутник з 2^n клітинок — імпліканті.

		X ₃			
X ₄	12	13	9	8	
	14	15	11	10	X ₂
	6	7	3	2	
	4	5	1	0	
		X ₁			

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

Рисунок 4.8 – мінімізація функції методом Вейча

Отримаємо МДНФ функції:

$$f_{\text{МДНФ}} = \overline{X_4} \overline{X_3} X_2 \overline{X_1} \vee X_4 X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_3} \overline{X_2} X_1 \vee X_4 X_2 X_1 \vee X_3 X_2 X_1$$

3.10 Спільна мінімізація функцій f_1 , f_2 , f_3

Щоб одержати схеми з мінімальними параметрами необхідно виконати сумісну мінімізацію системи функцій та їх заперечень.

Виконаємо мінімізацію системи функцій f_1 , f_2 , f_3 , заданих таблицею істинності (технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ) методом Квайна-Мак-Класкі (рисунок 4.9).

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

Рисунок 4.9 - склеювання та поглинання імплікант

Подальше склеювання не можливе, тому переходимо до побудови таблиці покриття(таблиця 4.4).

Терми, що не поглинулись, внесемо у стовпчик, а у рядок внесемо конституенти одиниці для кожної функції. Виконаєм перекриття конституент

Отримаємо МДНФ:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1 = \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_1} \vee X_4 X_3 \\ f_2 = \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee \overline{X_4} X_2 \overline{X_1} \vee X_3 X_2 \\ f_3 = \overline{X_3} \overline{X_2} X_1 \vee X_3 X_2 X_1 \vee \overline{X_4} \overline{X_1} \end{array} \right.$$

3.11 Спільна мінімізація заперечень функцій f_1 , f_2 , f_3

Виконаємо мінімізацію заперечень невизначених систем функцій f_1 , f_2 , f_3 , заданих таблицею істинності (технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ) методом методом Квайна-Мак-Класкі.

Користуючись таблицею істинності випишемо куб K^0 , після склеювання отримуємо куби K^1 та K^2 , виконуємо поглинання (рисунок 4.10).

Таблиця 4.4 – таблиця покриття систем функцій

		f ₁										f ₂					f ₃					
		0000	0001	0010	0110	1000	1100	1101	1110	1111	0000	0001	0010	1110	1111	0000	0010	0100	0111	1100	1111	
1100	{1,2,3}						V													V		
00X0	{1,2,3}	V		V							V		V			V	V					
000X	{1,2}	(V)	(V)								(V)	(V)										
X100	{1,3}						V											V		(V)		
0X10	{1,2,3}			V	V								(V)				V					
11X0	{1,2}						V		V					V								
011X	{1,2,3}				V														V			
X111	{1,2,3}									V					V				(V)		(V)	
XX00	{1}	(V)				(V)	(V)															
0XX0	{1,3}	(V)		(V)	(V)											(V)	(V)	(V)				
X1X0	{1}				V																	
X11X	{1,2}				V				V	V				(V)	(V)							
11XX	{1}					(V)	(V)	(V)	(V)													

Подальше склеювання не можливе, тому переходимо до побудови таблиці покриття (таблиця 4.5).

Терми, що не поглинулись, запишемо у стовпчик, а у рядок запишемо конституенти нуля для кожної функції. Виконаємо перекриття конститuent.

Отримаємо МДНФ:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1 = \overline{X_4} X_3 \overline{X_2} \vee \overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_4 \overline{X_3} X_1 \vee X_4 \overline{X_3} X_2 \\ f_2 = \overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \vee X_4 \overline{X_3} \\ f_3 = \overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_3 X_2 \overline{X_1} \vee \overline{X_2} X_1 \vee X_4 \overline{X_3} \end{array} \right.$$

3.12 Одержання операторних форм для комбінаційних схем

Для переходу до інших елементних базисів використовуємо правило де Моргана:

$$X \vee Y = \overline{\overline{X} \cdot \overline{Y}};$$

$$\overline{X \cdot Y} = \overline{X} \vee \overline{Y}.$$

K^0	K^1	K^2
0001 {3}	X001 {3}	X0X1 {3}
0100 {1,2}	X100 {2}	X10X {2}
1000 {2,3}	0X01 {3}	XX01 {3}
0011 {1,2,3}	1X00 {2,3}	1X0X {2}
0101 {1,2,3}	00X1 {3}	1XX0 {3}
0110 {2,3}	01X0 {2}	X0X1 {3}
1001 {1,2,3}	10X0 {2,3}	01XX {2}
1010 {1,2,3}	010X {1,2}	10XX {2,3}
1100 {2,3}	100X {2,3}	1XX0 {3}
1011 {1,2,3}	X011 {1,2,3}	01XX {2}
0111 {1,2}	X101 {2,3}	10XX {2,3}
1101 {2,3}	X110 {3}	X10X {2}
1110 {3}	0X11 {1,2}	1X0X {2,3}
	1X01 {2,3}	\$
	1X10 {3}	
	01X1 {1,2}	
	10X1 {1,2,3}	
	11X0 {3}	
	101X {1,2,3}	
	110X {2,3}	

Рисунок 4.10. Склеювання і поглинання імплікант

$$\begin{cases}
 f_1 = \overline{X_4}X_3\overline{X_2} \vee \overline{X_3}X_2X_1 \vee X_4\overline{X_3}X_1 \vee X_4\overline{X_3}X_2 \\
 f_2 = \overline{X_3}X_2X_1 \vee X_3\overline{X_2} \vee X_4\overline{X_3} \\
 f_3 = \overline{X_3}X_2X_1 \vee X_3\overline{X_2}X_1 \vee \overline{X_2}X_1 \vee X_4\overline{X_3}
 \end{cases}
 \quad [I/\text{АБО-НЕ}]$$

$$\begin{cases}
 f_1 = \overline{X_4}X_3\overline{X_2} \cdot \overline{X_3}X_2X_1 \cdot X_4\overline{X_3}X_1 \cdot X_4\overline{X_3}X_2 \\
 f_2 = \overline{X_3}X_2X_1 \cdot \overline{X_3}\overline{X_2} \cdot X_4\overline{X_3} \\
 f_3 = \overline{X_3}X_2X_1 \cdot X_3\overline{X_2}X_1 \cdot \overline{X_2}X_1 \cdot X_4\overline{X_3}
 \end{cases}
 \quad [I\text{-НЕ}/I]$$

Таблиця 4.5 таблиця покриття систем заперечень функцій

	f_1				f_2							f_2									
	0011	0101	1001	1010	1011	0100	0101	1000	1001	1010	1011	1101	0001	0011	0101	1000	1001	1010	1011	1101	1110
0101 {1,2,3}		✓													✓						
0110 {2,3}																					
010X {1,2}		✓				✓															
X011 {1,2,3}	✓				✓									✓					✓		
X101 {2,3}							✓					✓								✓	
X110 {3}																					✓
0X11 {1,2}	✓																				
01X1 {1,2}		✓					✓														
10X1 {1,2,3}			✓	✓					✓												
101X {1,2,3}				✓						✓	✓							✓	✓		
X0X1 {3}														✓							
X10X {2}												✓									
XX01 {3}																	✓				
1X0X {2}																✓					
01XX {2}																					
10XX {2,3}																	✓	✓			
1X01 {2,3}																	✓			✓	
1X10 {3}																					✓

$$\begin{cases} f_1 = (X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2) \cdot (X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_2}) \\ f_2 = (X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_3} \vee X_2) \cdot (\overline{X_4} \vee X_3) \\ f_3 = (X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee X_1) \cdot (X_2 \vee \overline{X_1}) \cdot (\overline{X_4} \vee X_3) \end{cases} \quad [A\overline{B}O/I]$$

$$\begin{cases} f_1 = \overline{\overline{\overline{(X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2) \vee (X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_2})}}}} \\ f_2 = \overline{\overline{\overline{(X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_3} \vee X_2) \vee (\overline{X_4} \vee X_3)}}}} \\ f_3 = \overline{\overline{\overline{(X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee X_1) \vee (X_2 \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_4} \vee X_3)}}}} \end{cases} \quad [A\overline{B}O-\overline{H}E/A\overline{B}O-\overline{H}E]$$

На основі операторної форми заданого елементного базису [I/A \overline{B} O- $\overline{H}E$] будемо схему 1 системи перемикальних функцій f_1, f_2, f_3 (рисунок 4.11).

$$\begin{cases} f_1 = \overline{\overline{\overline{(X_4 X_3 \overline{X_2} \vee \overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_4 \overline{X_3} X_1) \vee X_4 \overline{X_3} X_2}}} \\ f_2 = \overline{\overline{\overline{\overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \vee X_4 \overline{X_3}}}}} \\ f_3 = \overline{\overline{\overline{(X_3 X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_2} X_1) \vee X_4 \overline{X_3}}}}} \end{cases} \quad [I/A\overline{B}O-\overline{H}E]$$

На основі операторної форми заданого елементного базису [I/A \overline{B} O- $\overline{H}E$] будемо схему 2 системи перемикальних функцій f_1, f_2, f_3 (рисунок 4.12).

$$\begin{cases} f_1 = \overline{\overline{\overline{((X_4 \vee \overline{X_3} \vee X_2) \vee (X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_1})) \vee (\overline{X_4} \vee X_3 \vee \overline{X_2})}}} \\ f_2 = \overline{\overline{\overline{(X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_3} \vee X_2) \vee (\overline{X_4} \vee X_3)}}} \\ f_3 = \overline{\overline{\overline{((X_3 \vee \overline{X_2} \vee \overline{X_1}) \vee (\overline{X_3} \vee \overline{X_2} \vee X_1) \vee (X_2 \vee \overline{X_1})) \vee (\overline{X_4} \vee X_3)}}} \end{cases} \quad [A\overline{B}O-\overline{H}E/A\overline{B}O-\overline{H}E]$$

3.13 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ

Для програмування на ПЛМ використовують нормальні форми [I/A \overline{B} O та I/A \overline{B} O- $\overline{H}E$].

Побудуємо, мнемонічну схему та карту програмування, використовуючи нормальні форми [I/A \overline{B} O].

$$\begin{cases} f_1 = \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee \overline{X_2} \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_1} \vee X_4 X_3 \\ f_2 = \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2} \vee \overline{X_4} X_2 \overline{X_1} \vee X_3 X_2 \\ f_3 = \overline{X_3} \overline{X_2} \overline{X_1} \vee X_3 X_2 \overline{X_1} \vee \overline{X_4} \overline{X_1} \end{cases}$$

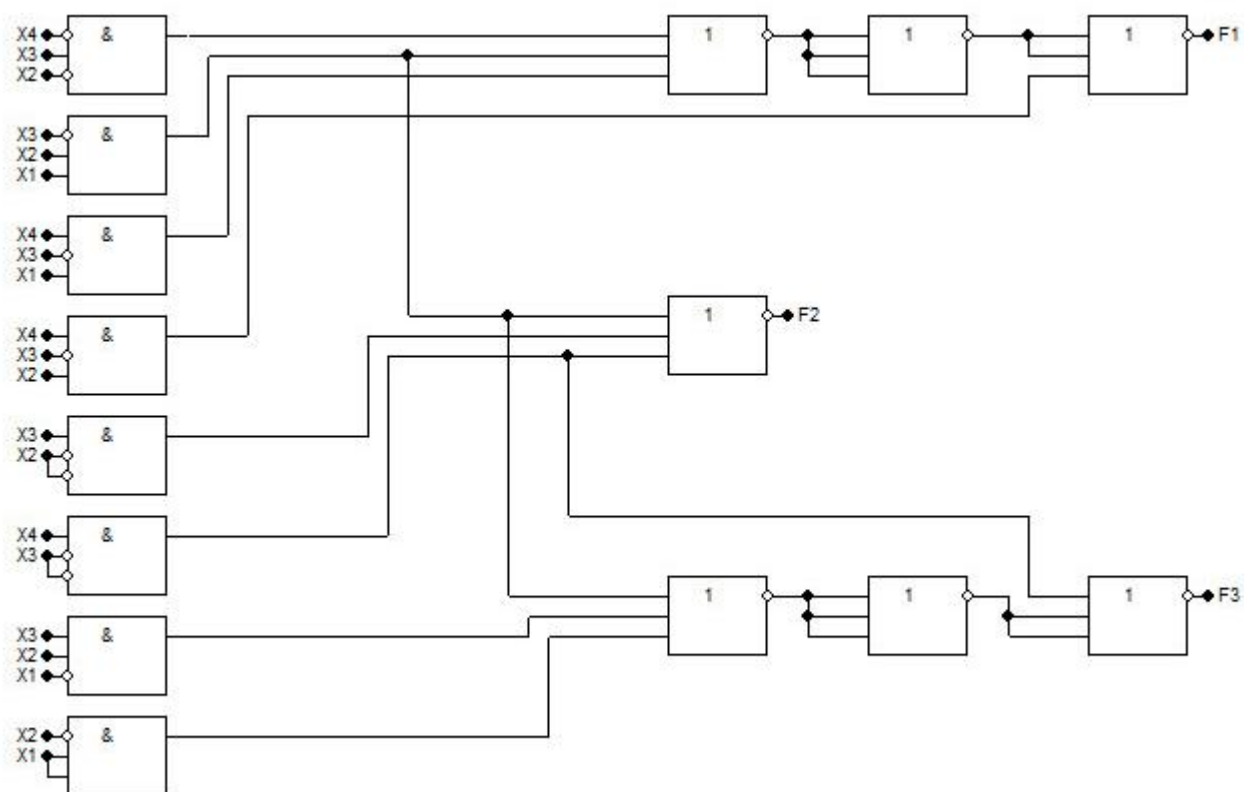


Рисунок 4.11. Схема 1 системи функцій f_1, f_2, f_3

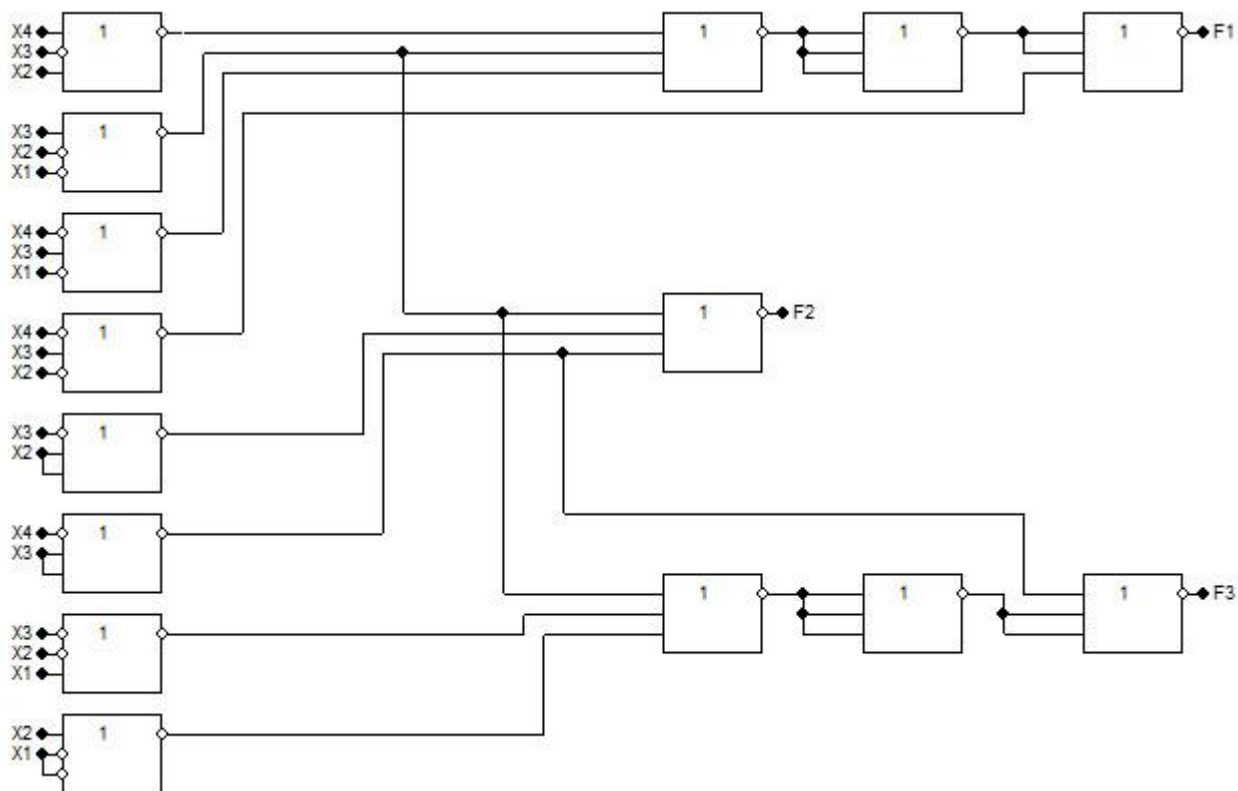


Рисунок 4.12. Схема 2 системи функцій f_1, f_2, f_3

Всього 4 змінні, 3 функції, 8 термів. Оберемо ПЛМ(4,3,8).

Позначимо терми системи перемикальних функцій.

$$P_1 = \overline{X_4} \overline{X_3} \overline{X_2}$$

$$P_2 = \overline{X_2} \overline{X_1}$$

$$P_3 = \overline{X_4} \overline{X_1}$$

$$P_4 = X_4 X_3$$

$$P_5 = \overline{X_4} X_2 \overline{X_1}$$

$$P_6 = X_3 X_2$$

$$P_7 = X_3 \overline{X_2} \overline{X_1}$$

$$P_8 = X_3 X_2 X_1$$

Побудуємо мнемонічну схему (рисунок 4.13) та таблицю програмування ПЛМ (таблиця 4.6).

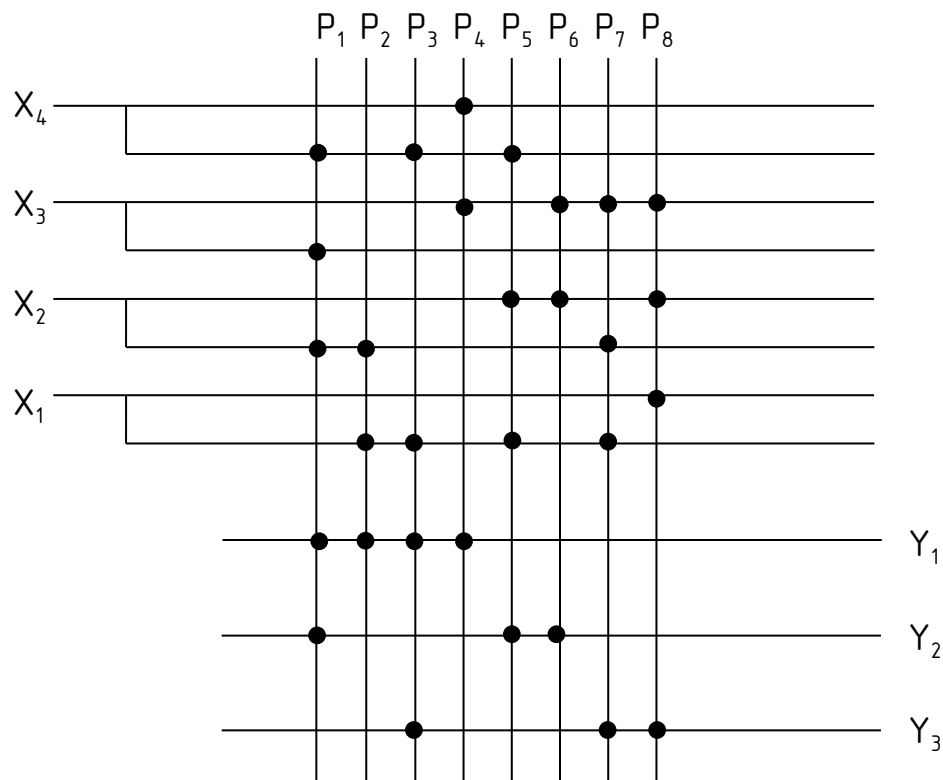


Рисунок 4.13. Мнемонічна схема ПЛМ на базисі [I/ABO]

Таблиця 4.6. Карта програмування на базисі [I/ABO]

Входи				№ шини	Виходи		
X_4	X_3	X_2	X_1	P_i	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	0	—	P_1	1	1	0
—	—	0	0	P_2	1	0	0
0	—	—	0	P_3	1	0	1
1	1	—	—	P_4	1	0	0
0	—	1	0	P_5	0	1	0
—	1	1	—	P_6	0	1	0
—	1	0	0	P_7	0	0	1
—	1	1	1	P_8	0	0	1

Побудуємо, мнемонічну схему та карту програмування, використовуючи нормальні форми [І/АБО-НЕ].

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1 = (\overline{X_4} X_3 \overline{X_2} \vee \overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_4 \overline{X_3} X_1) \vee X_4 \overline{X_3} X_2 \\ f_2 = \overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_3 \overline{X_2} \vee X_4 \overline{X_3} \\ f_3 = (\overline{X_3} X_2 X_1 \vee X_3 X_2 \overline{X_1} \vee \overline{X_2} X_1) \vee X_4 \overline{X_3} \end{array} \right.$$

Всього 4 змінні, 3 функції, 8 термів. Оберемо ПЛМ(4,3,8).

Позначимо терми системи перемикальних функцій.

$$\begin{array}{llll} P_1 = \overline{X_4} X_3 \overline{X_2} & P_2 = \overline{X_3} X_2 X_1 & P_3 = X_4 \overline{X_3} X_1 & P_4 = X_4 \overline{X_3} X_2 \\ P_5 = X_3 \overline{X_2} & P_6 = X_4 \overline{X_3} & P_7 = X_3 X_2 \overline{X_1} & P_8 = \overline{X_2} X_1 \end{array}$$

Побудуємо мнемонічну схему (рисунок 4.14) та таблицю програмування ПЛМ (таблиця 4.7).

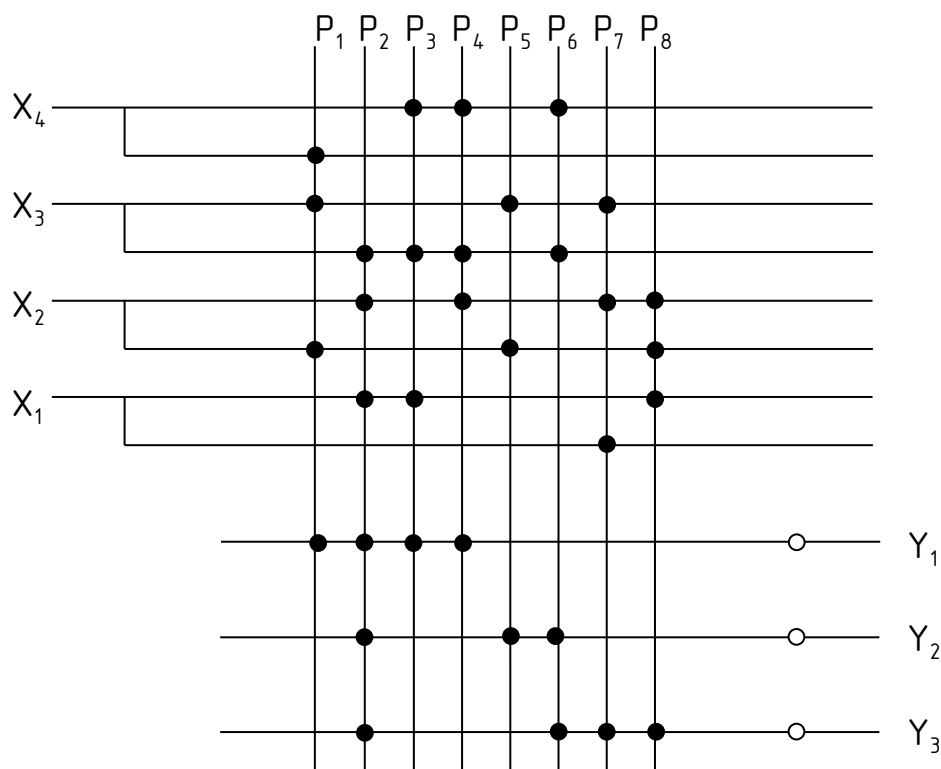


Рисунок 4.14. Мнемонічна схема ПЛМ на базисі [І/АБО-НЕ]

Таблиця 4.7. Карта програмування на базисі [I/АБО-НЕ]

Входи				№ шини	Виходи		
X ₄	X ₃	X ₂	X ₁	P _i	Y ₁	Y ₂	Y ₃
0	1	0	—	P ₁	1	0	0
—	0	1	1	P ₂	1	1	1
1	0	—	1	P ₃	1	0	0
1	0	1	—	P ₄	1	0	0
—	1	0	—	P ₅	0	1	0
1	0	—	—	P ₆	0	1	1
—	1	1	0	P ₇	0	0	1
—	—	0	1	P ₈	0	0	1

4 Висновок

Під час виконання курсової роботи були узагальнені та систематизовані знання за курс комп'ютерної логіки, а саме складання комбінаційних та послідовнісних схем.

У ході роботи був виконаний синтез логічних схем на елементарному базисі ЗАБО-НЕ, ЗІ. У цифровому автоматі використовувалися тригери типу JK.

У даній курсовій роботі було виконано структурний та абстрактний синтез автомата по заданій графічній схемі алгоритму. Було зроблено подання функції у канонічних формах алгебр Буля, Пірса, Шефера та Жегалкіна, був зроблений аналіз функції на приналежність до п'яти передповних класів.

У ході проектування курсової роботи були покращені навички мінімізації функцій методами Квайна-Мак-Класкі, методом невизначених коефіцієнтів та методом діаграм Веїча, було зроблено спільну мінімізацію функцій для зменшення складності логічних схем за Квайном.

Операторні форми функцій були побудовані у симуляторі моделювання логічних схем AFDK 3.08. Програмний комплекс дав очікувані позитивні результати.

Внаслідок креслення функціональної схеми автомату були покращені знання з інженерної графіки та навички роботи з векторними графічними редакторами. Кресленик схеми автомату поданий у розділі «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна».

Покращилися навички роботи з текстовим редактором, роботи з діючими державними стандартами та конструкторською документацією.

Отриманий цифровий автомат може бути використаний у галузі обчислюваної техніки.

5 Список літератури

- 1) Жадин В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко В.В. Прикладна теорія цифрових автоматів: Навч. Посібник.-К.:Книжкове вид-во НАУ, 2007.-364с.
- 2) Конспект лекцій з комп'ютерної логіки.