

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 З2	Керуючий автомат.		
11			Схема електрична	1	
12			функціональна		
13					
14	A4	ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Пояснювальна записка	22	
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.			
					<div>Літ.</div> <div>Аркцш</div> <div>Аркцшів</div>
Н. контр.					<div>НТУУ "КПІ" ФІОТ</div> <div>Група ІО-31</div>
Затв.		Жадин В.І.			

*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

					<i>ІАЛЦ.463626.002 ТЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Долинний О.В.</i>			<i>Технічне завдання</i>			
<i>Перевір.</i>		<i>Поспішний О.С.</i>						
<i>Н. контр.</i>					<i>НТУУ "КПІ" ФІОТ Група ІО-31</i>			
<i>Затв.</i>		<i>Жадін В.І.</i>						

## 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 ( $h_8h_4h_2 = 001$ ):

1, 2, 4

Логічні умови ( $h_8h_7h_3 = 001$ ):

$X_2, \overline{X_2}, X_1$

Послідовність керуючих сигналів ( $h_9h_4h_1 = 000$ ):

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

Сигнал тривалістю  $2t$  ( $h_6h_2 = 11$ ):

$Y_4$

Тригер ( $h_6h_5 = 10$ ):

JK – тригер

Логічні елементи ( $h_3h_2h_1 = 110$ ):

ЗАБО-НЕ, 3І

Тип автомату ( $h_4 = 0$ ):

Мілі

Система з чотирьох перемикальних функцій задана таблицею 2.1:

$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$
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

Таблиця 2.1

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 алгебр 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 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  $\{1/АБО, 1/АБО-НЕ\}$ .

### **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

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



*Автомат керуючий  
Схема електрична  
функціональна*

*Пояснювальна записка*

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

### 3. Синтез комбінатійних схем

#### 3.1 Вступ

На основі «Технічного завдання ІАЛЦ.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, АБО, НЕ}.

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

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

#### 3.3 Представлення функції $f_4$ в канонічній формі алгебри Жегалкіна.

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

$$\begin{aligned} f_4 &= ((X_4 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)X_1) \oplus ((X_4 \oplus 1)(X_3 \oplus 1)X_2(X_1 \oplus 1)) \oplus ((X_4 \oplus 1)X_3X_2X_1) \oplus \\ &\oplus (X_4(X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus 1)X_1) \oplus (X_4(X_3 \oplus 1)X_2X_1) \oplus (X_4X_3(X_2 \oplus 1)(X_1 \oplus 1)) \oplus X_4X_3X_2X_1 = \\ &= ((X_4X_3 \oplus X_4 \oplus X_3 \oplus 1)(X_2 \oplus X_1)) \oplus ((X_4X_3 \oplus X_4 \oplus X_3 \oplus 1)(X_2X_1 \oplus X_2)) \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_3X_2X_1 \\ &\oplus ((X_4X_3 \oplus X_4)(X_2X_1 \oplus X_1)) \oplus \cancel{X_4X_3X_2X_1} \oplus X_4X_2X_1 \oplus (X_4X_3(X_2X_1 \oplus X_2 \oplus X_1 \oplus 1)) \oplus \cancel{X_4X_3X_2X_1} = \\ &= X_4X_3X_2 \oplus X_4X_3X_1 \oplus X_4X_2 \oplus X_4X_1 \oplus X_3X_2 \oplus X_3X_1 \oplus X_2 \oplus X_1 \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus \cancel{X_4X_3X_2} \oplus X_4X_2X_1 \oplus \\ &\oplus \cancel{X_4X_2} \oplus X_3X_2X_1 \oplus \cancel{X_3X_2} \oplus X_2X_1 \oplus \cancel{X_2} \oplus \cancel{X_4X_3X_2X_1} \oplus \cancel{X_3X_2X_1} \oplus \cancel{X_4X_3X_2X_1} \oplus \cancel{X_4X_3X_1} \oplus \cancel{X_4X_2X_1} \oplus \\ &\oplus \cancel{X_4X_1} \oplus \cancel{X_4X_2X_1} \oplus \cancel{X_4X_3X_2X_1} \oplus \cancel{X_4X_3X_2} \oplus \cancel{X_4X_3X_1} \oplus X_4X_3 = X_4X_3X_2 \oplus X_4X_3X_1 \oplus X_4X_2 \oplus X_4X_1 \oplus \\ &\oplus X_3X_2 \oplus X_3X_1 \oplus X_2 \oplus X_1 \oplus X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_2X_1 \oplus X_3X_2X_1 \oplus X_2X_1 \oplus X_4X_3 = X_4X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3X_2 \oplus \\ &\oplus X_4X_3X_1 \oplus X_4X_2X_1 \oplus X_3X_2X_1 \oplus X_4X_3 \oplus X_4X_2 \oplus X_4X_1 \oplus X_3X_2 \oplus X_3X_1 \oplus X_2X_1 \oplus X_2 \oplus X_1 \end{aligned}$$

### 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 \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 4.1). 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 4.1– 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 4.1.

5) Повторюємо пункти 1-4 поки можливо, після цього будуємо таблицю покриття (таблиця 4.2), отримуємо ТДНФ і вибираємо МДНФ як ТДНФ з найменшою ціною.

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

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

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

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

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

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

Рисунок 4.1 - поглинання термів

### 3.9 Мінімізація функції $f_4$ методом діаграм Вейча

Виконаємо мінімізацію функції методом Вейча (рисунок 4.2). Цей метод дуже зручний при мінімізації функції з кількістю аргументів до чотирьох включно.

Таблиця 4.2 – 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
	6	7	3	2
	4	5	1	0
		$X_1$		

	$X_3$			
$X_4$	1	0	1	0
	0	1	1	0
	0	1	0	1
	0	0	1	0
		$X_1$		

Рисунок 4.2 – мінімізація функції методом Вейча

Отримаємо МДНФ функції:

$$f_{\text{МДНФ}} = \overline{X}_4 \overline{X}_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 \vee X_4 X_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 \vee \overline{X}_3 \overline{X}_2 X_1 \vee X_4 X_2 X_1 \vee X_3 X_2 X_1$$

### 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 4.3).



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

Рисунок 4.3 – склеювання та поглинання імплікант

Подальше склеювання не можливе, тому переходимо до побудови таблиці покриття(таблиця 4.3).

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

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 4.4).

Таблиця 4.3 – таблиця покриття систем функцій

		f <sub>1</sub>									f <sub>2</sub>					f <sub>3</sub>					
		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 4.4).

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.

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

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

$K^0$	$K^1$	$K^2$
<del>0001 {3}</del>	<del>X001 {3}</del>	X0X1 {3}
<del>0100 {1,2}</del>	<del>X100 {2}</del>	X10X {2}
<del>1000 {2,3}</del>	<del>0X01 {3}</del>	XX01 {3}
<del>0011 {1,2,3}</del>	<del>1X00 {2,3}</del>	1X0X {2}
0101 {1,2,3}	00X1 {3}	1XX0 {3}
0110 {2,3}	01X0 {2}	X0X1 {3}
<del>1001 {1,2,3}</del>	<del>10X0 {2,3}</del>	01XX {2}
<del>1010 {1,2,3}</del>	010X {1,2}	10XX {2,3}
<del>1100 {2,3}</del>	<del>100X {2,3}</del>	1XX0 {3}
<del>1011 {1,2,3}</del>	<del>X011 {1,2,3}</del>	01XX {2}
<del>0111 {1,2}</del>	X101 {2,3}	10XX {2,3}
<del>1101 {2,3}</del>	X110 {3}	X10X {2}
<del>1110 {3}</del>	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 4.4. 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 4.4 таблиця покриття систем заперечень функцій

	$f_1$					$f_2$							$f_2$									
	0011	0101	1001	1010	1011	0011	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 4.5).

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

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 4.6).

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

### 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 (рисунок 4.7) та карту програмування, використовуючи нормальні форми I/A $\overline{B}$ O.

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

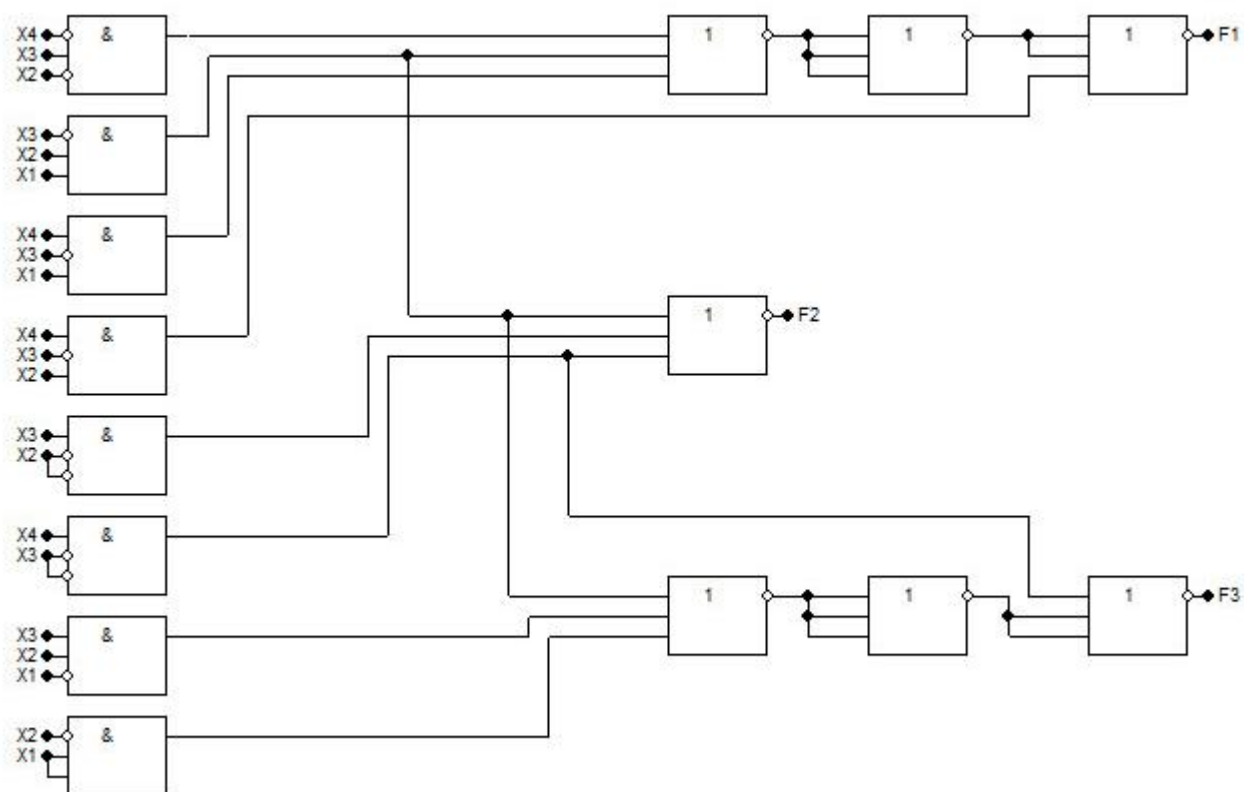


Рисунок 4.5. Схема 1 системи функцій  $f_1, f_2, f_3$

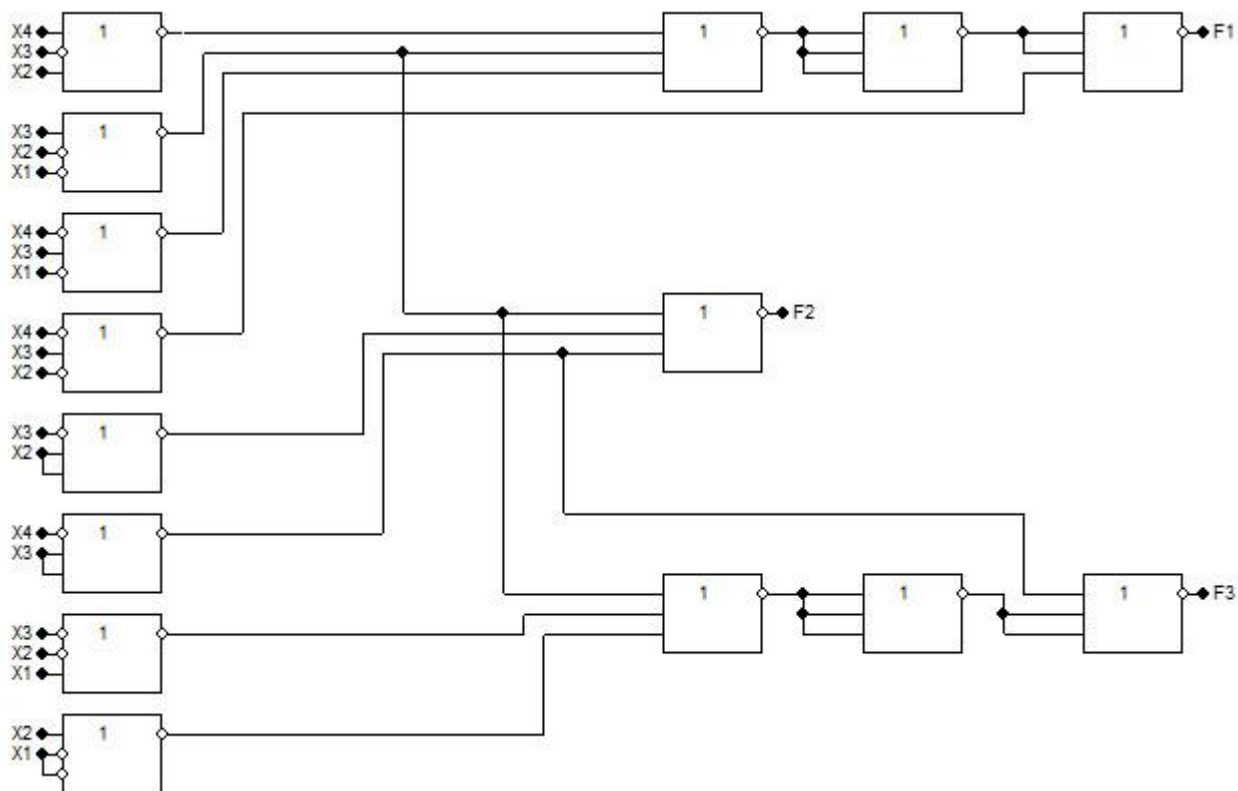


Рисунок 4.6. Схема 2 системи функцій  $f_1, f_2, f_3$

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 4.7) та таблицю програмування ПЛМ (таблиця 4.5).

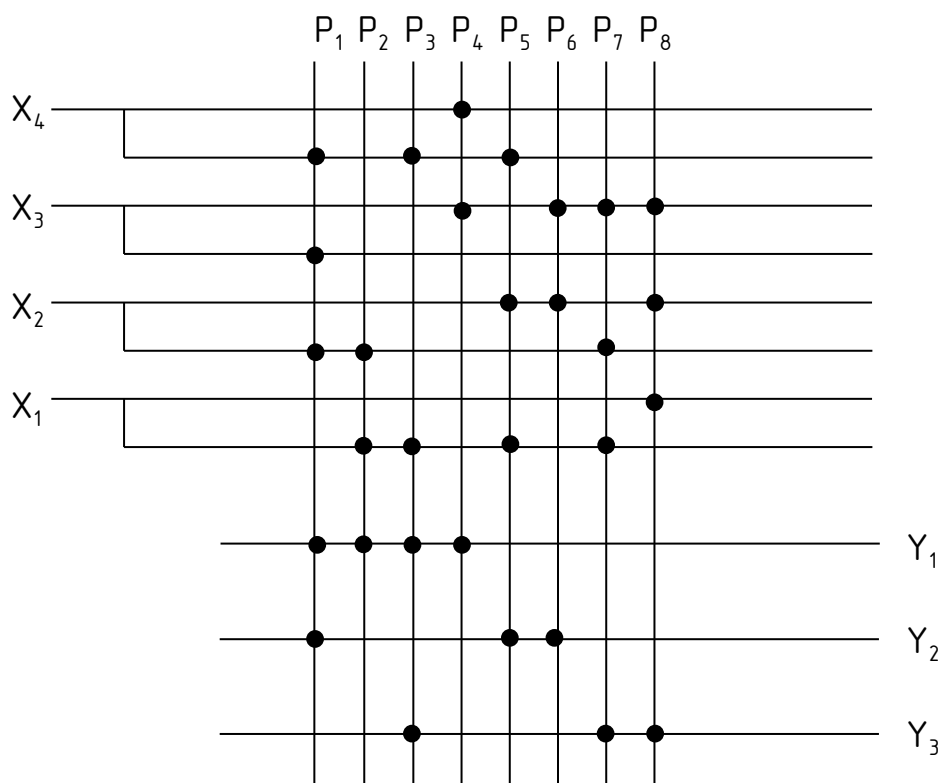


Рисунок 4.7. Мнемонічна схема ПЛМ

Таблиця 4.5. Карта програмування

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

#### 4 Висновок

Метою даної курсової роботи було закріпити навички абстрактного та структурного синтезу автомата по заданому алгоритму роботи.

При синтезі автомата було використане сусіднє кодування, яке бажано робити для більш правильної та стабільної праці пристрою. Також постало питання мінімізації систем функцій для зменшення кількості логічних елементів та збільшення швидкодії схеми. Схема автомата представлена в документі «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна». Автомат побудований на JK-тригерах і логічних елементах ЗАБО-НЕ, ЗІ. Практичне застосування даного автомату можливо у галузі обчислювальної техніки.

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

Усі схеми та керуючий автомат були перевірені в програмі AFDK 3.0. Перевірка дала позитивні результати.

Також я покращив навички оформлення текстової конструкторської документації відповідно до діючих стандартів.



### *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.