

*Міністерство освіти та науки України  
Національний Технічний Університет України  
"Київський Політехнічний Інститут"*

*Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
Кафедра обчислювальної техніки*

## *КУРСОВА РОБОТА*

*з дисципліни "Комп'ютерна логіка"*

*Виконав: Козій Дмитро Максимович  
Група: ІО-12  
Спеціальність: Комп'ютерна інженерія  
Залікова книжка ІО-1212*

\_\_\_\_\_  
*(допущений до захисту)*

\_\_\_\_\_  
*(підпис викладача)*

\_\_\_\_\_  
*(захистив з оцінкою)*

\_\_\_\_\_  
*(підпис викладача)*

*2011 рік*

*Опис альбому*



*Технічне завдання*

## *Зміст*

<i>1. Призначення розроблюваного пристрою.....</i>	<i>2</i>
<i>2. Вхідні дані для розробки.....</i>	<i>2</i>
<i>3. Склад пристроїв.....</i>	<i>3</i>
<i>4. Етапи проектування.....</i>	<i>4</i>
<i>5. Перелік текстової та графічної документації.....</i>	<i>4</i>

					<i>ІА ЛЦ.463626.002 ТЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Козій Д.М</i>			<i>Пристрій управляючий. Технічне завдання</i>		<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Поспішний О.С.</i>					<i>1</i>	<i>4</i>
						<i>НТУУ «КПІ» ФІОТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>						<i>Група ІО-12</i>		
<i>Затверд.</i>								

## 1. Призначення розроблюемого пристрою

Керуючий автомат – це електрична схема для зберігання і перетворення двійкових змінних за заданим алгоритмом.

Комбінаційні схеми здійснюють відображення визначеної множини вхідних логічних змінних у вихідні.

## 2. Вхідні дані

Варіант завдання визначається дев'ятьма молодшими розрядами залікової книжки, представленної у двійковій системі числення.

Запишемо свої дані в таблиці

### Умови для синтезу автомату

Табл. 2.1 Варіант в двійковій системі

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

Табл. 2.2 Порядок з'єднання фрагментів

$h_8$	$h_4$	$h_2$	4, 1, 2
-------	-------	-------	---------

Табл. 2.3 Логічні умови

$h_8$	$h_7$	$h_3$	$\text{not } X_2, \text{not } X_2, X_1$
-------	-------	-------	---

Табл. 2.4 Послідовність сигналів

$h_9$	$h_4$	$h_1$	$(Y_1 Y_2), (Y_4 Y_5), Y_2, Y_3, (Y_1 Y_3), Y_3$
-------	-------	-------	--

Табл. 2.5 Логічні елементи

$h_3$	$h_2$	$h_1$	2АБО-НЕ, 4І
-------	-------	-------	-------------

Табл. 2.6 Сигнал тривалістю  $2t$

$h_6$	$h_2$	$Y_3$
-------	-------	-------

Табл. 2.7 Тип тригера

$h_6$	$h_5$	
-------	-------	--

Табл. 2.8 Тип автомату

$h_4$	Мура
-------	------

Табл. 2.9. Таблиця істинності 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	1
0	1	0	0	–	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	–	–	0
0	1	1	1	–	–	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	–	1	1
1	1	0	1	0	1	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 алгебри Буля, Жегалкіна, Пірса та Шеффера. Визначити належність данної функції до п'яти передповних класів. Виконати мінімізацію функції методами:

- Квайна(або Квайна–Макласкі)
- Невизначених коефіцієнтів
- Діаграм Веїча

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

### 3. Склад пристроїв

#### Керуючий автомат

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

#### Програмувальна логічна матриця

ПЛМ складається з двох кон'юнктивних матриць, де виходи першої приєднуються до входів другої і дозволяють реалізувати комбінаційну схему в базисі  $1/\text{АБО}$ ,  $1/\text{АБО-НЕ}$

#### **4. Етапи проектування**

- *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 заданному базисі

- *Синтез комбінаційних схем*

- 1) Представлення функції  $f_4$  в канонічних формах алгебр Буля, Шеффера, Пірса та Жегалкіна:
- 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

#### **5. Перелік текстової і графічної документації**

- 1) Титульний аркуш
- 2) Опис альбому
- 3) Технічне завдання
- 4) Керуючий автомат – схема електрична функціональна
- 5) Пояснювальна записка

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



*Керуючий автомат.  
Схема електрична  
функціональна*

*Пояснювальна записка*

## Зміст

<b>1. Вступ.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Синтез автомата.....</b>	<b>2</b>
1) Побудова графічної схеми алгоритму.....	2
2) Розмітка станів автомата.....	2
3) Побудова графу автомата.....	3
4) Побудова таблиці переходів.....	3
5) Побудова структурної таблиці автомата.....	4
6) Синтез комбінаційних схем для функцій збудження тригерів та вихідних сигналів.....	4
7) Побудова схеми автомата в заданному базисі.....	7
<b>3. Синтез комбінаційних схем.....</b>	<b>7</b>
1) Представлення функції $f_4$ в канонічних формах алгебр Буля, Шеффера, Пірса та Жегалкіна.....	7
2) Визначення належності функції $f_4$ до п'яти передповних класів.....	9
3) Мінімізація функції $f_4$ .....	10
4) Спільна мінімізація функцій $f_1, f_2, f_3$ .....	12
5) Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ.....	15
<b>4. Висновок.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Список літератури.....</b>	<b>18</b>

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Козій Д.М			Пристрій управляючий.  Пояснювальна записка				Арк.	Аркушів
Перевір.		Поспішний О.С.							1	16
								НТУУ «КПІ» ФІОТ  Група ІО-12		
Н. Контр.										
Затверд.										

## 1. Вступ

Дана курсова робота виконана за номером технічного завдання 1212<sub>(10)</sub>  
(10010111100<sub>(2)</sub>) і складається з двох частин:

1. Синтез автомата

2. Синтез комбінаційних схем

## 2. Синтез автомата

Відповідно до технічного завдання складаємо графічну схему алгоритму з урахуванням тривалості сигналів (рис. 4.1) і виконуємо розмітку станів автомата.

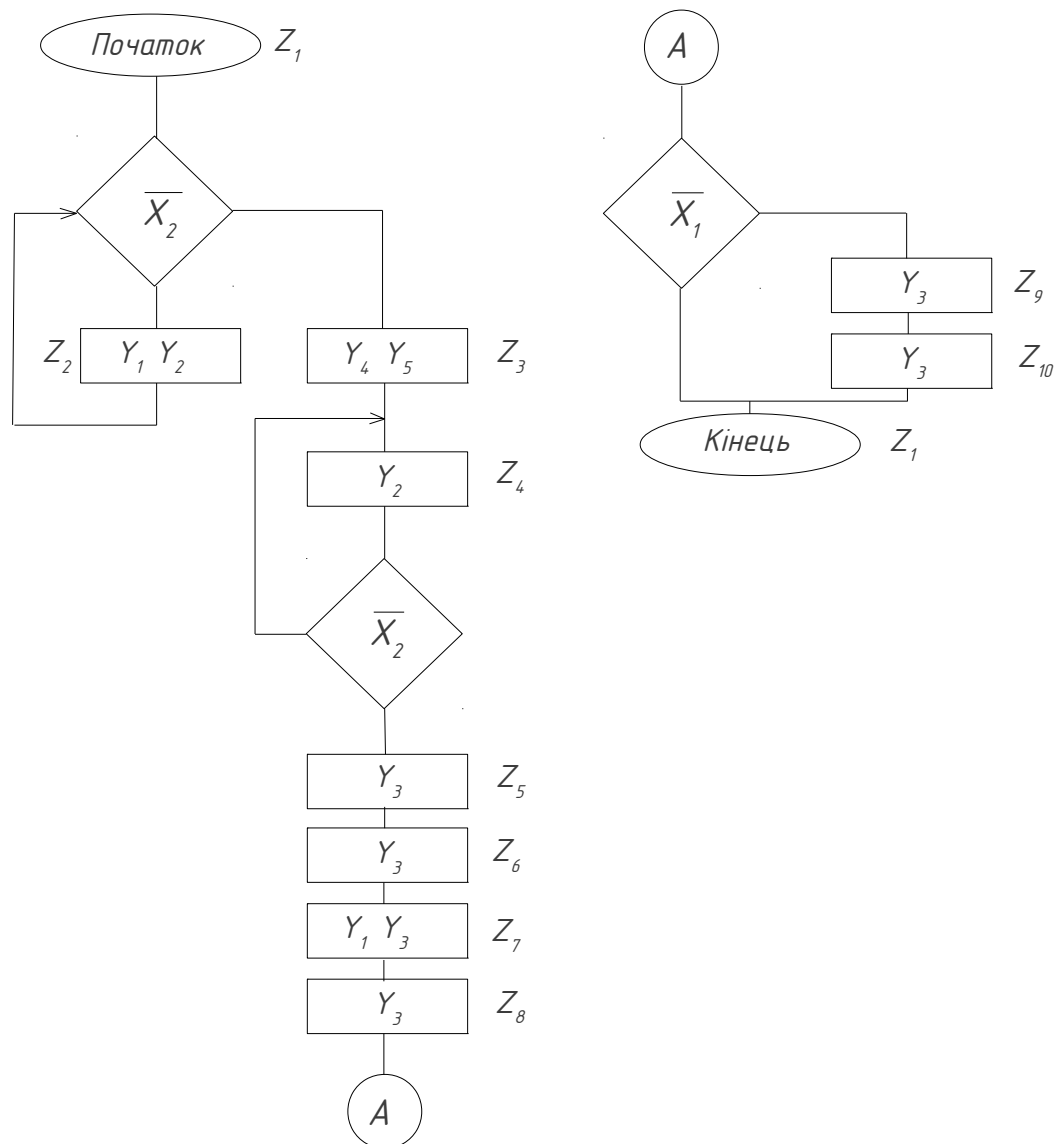


Рисунок 4.1. Графічна схема алгоритму з розміченими станами

Згідно з блок-схемою алгоритму побудуємо граф автомату і виконаємо кодування станів автомату(рис. 4.2)

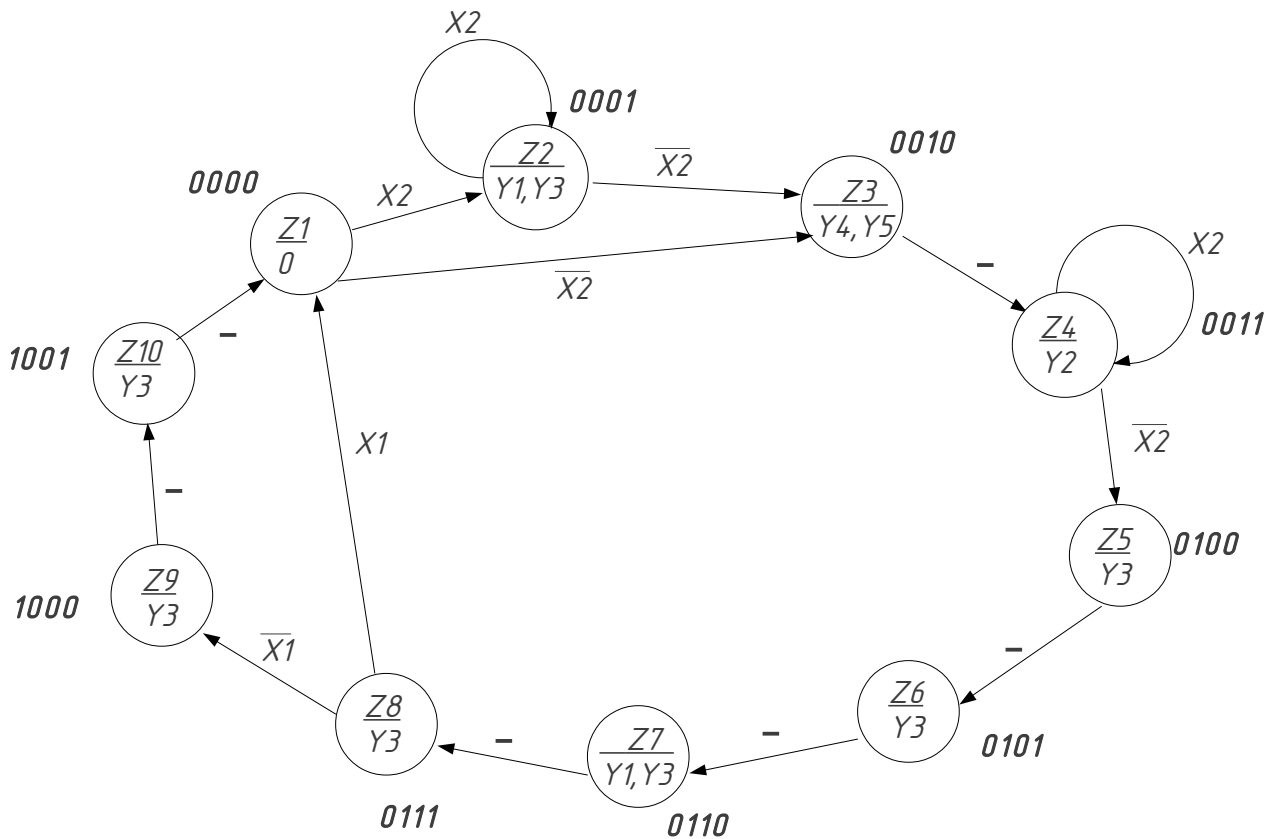


Рисунок 4.2. Граф автомата з закодованими вершинами

Для синтезу логічної схеми тригера необхідно виконати синтез функцій збудження тригерів та вихідних функцій автомата. Кількість станів автомата дорівнює 10, кількість тригерів знаходимо за формулою  $K \geq \lceil \log_2 N \rceil = \lceil \log_2 10 \rceil = 4$ . Для синтезу цього автомату необхідно використовувати Т-тригери. Запишемо таблицю переходів цього типу тригерів(рис. 4.3)

	T	
0	0	0
0	1	1
1	1	0
1	0	1

Рис. 4.3. Таблиця переходів Т-тригера

Використовуючи дані з рисунку 4.2 заповнимо структурну таблицю автомата(табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Структурна таблиця автомата

Переходи	Старий стан				Новий стан				Вхідні сигнали		Вихідні сигнали					Функції збудження тригерів			
	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$X_1$	$X_2$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$
$Z_1 \rightarrow Z_2$	0	0	0	0	0	0	0	1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
$Z_1 \rightarrow Z_3$	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
$Z_2 \rightarrow Z_2$	0	0	0	1	0	0	0	1	-	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
$Z_2 \rightarrow Z_3$	0	0	0	1	0	0	1	0	-	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
$Z_3 \rightarrow Z_4$	0	0	1	0	0	0	1	1	-	-	0	0	0	1	1	0	0	0	1
$Z_4 \rightarrow Z_4$	0	0	1	1	0	0	1	1	-	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
$Z_4 \rightarrow Z_5$	0	0	1	1	0	1	0	0	-	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
$Z_5 \rightarrow Z_6$	0	1	0	0	0	1	0	1	-	-	0	0	1	0	0	0	0	0	1
$Z_6 \rightarrow Z_7$	0	1	0	1	0	1	1	0	-	-	0	0	1	0	0	0	0	1	1
$Z_7 \rightarrow Z_8$	0	1	1	0	0	1	1	1	-	-	1	0	1	0	0	0	0	0	1
$Z_8 \rightarrow Z_1$	0	1	1	1	0	0	0	0	1	-	0	0	1	0	0	0	1	1	1
$Z_8 \rightarrow Z_9$	0	1	1	1	1	0	0	0	0	-	0	0	1	0	0	1	1	1	1
$Z_9 \rightarrow Z_{10}$	1	0	0	0	1	0	0	1	-	-	0	0	1	0	0	0	0	0	1
$Z_{10} \rightarrow Z_1$	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-	0	0	1	0	0	1	0	0	1

На основі структурної таблиці автомата виконаємо синтез комбінаційних схем для вихідних сигналів і функції збудження тригерів. Аргументами функцій тригерів є коди станів та вхідні сигнали, для вихідних сигналів – тільки коди станів. Виконаємо мінімізацію функцій методом діаграм Вейча. Враховуючи заданий елементний базис (2АБО-НЕ, 4І), мінімізувати функції будемо за ДДНФ.

		$Q_3$				$T_1$			
		$Q_1$				$Q_1$			
$Q_4$	$Q_2$	-	-	1	1	-	-	0	0
		-	-	0	0	-	-	0	0
		-	-	0	0	1	1	0	0
		-	-	0	0	1	1	0	0
$Q_2$		-	-	-	-	0	0	0	0
		-	-	-	-	0	0	0	0
		-	-	0	0	0	0	0	0
		-	-	0	0	0	0	0	0
		$X_2$				$X_2$			

$$T_1 = \overline{\overline{Q_4} \vee \overline{Q_3} \overline{Q_1} \vee \overline{Q_2} \overline{Q_1} \vee Q_2 X_1}$$

		$Q_3$				$T_2$			
		$Q_1$				$Q_1$			
$Q_4$	$Q_2$	-	-	1	1	-	-	0	0
		-	-	1	1	-	-	0	0
		-	-	0	1	0	0	0	0
		-	-	0	1	0	0	0	0
$Q_2$		-	-	-	-	0	0	0	0
		-	-	-	-	0	0	0	0
		-	-	0	0	0	0	0	0
		-	-	0	0	0	0	0	0
		$X_2$				$X_2$			

$$T_2 = \overline{\overline{Q_4} \vee \overline{Q_3} \vee \overline{Q_2} \overline{Q_1} X_2}$$

		$Q_3$				$T_3$			
		$Q_1$				$Q_1$			
$Q_4$	$Q_2$	-	-	1	1	-	-	1	1
		-	-	1	1	-	-	1	1
		-	-	0	1	0	0	0	1
		-	-	0	1	0	0	0	1
$Q_2$		-	-	-	-	0	0	0	0
		-	-	-	-	0	0	0	0
		-	-	0	0	0	0	0	1
		-	-	0	0	0	0	0	1
		$X_2$				$X_2$			

$$T_3 = \overline{\overline{Q_4} Q_2 \vee \overline{Q_3} Q_1 \vee \overline{Q_2} X_2 \vee \overline{Q_4} Q_3 \overline{Q_2} \overline{Q_1}}$$

		$Q_3$				$T_4$			
		$Q_1$				$Q_1$			
$Q_4$	$Q_2$	-	-	1	1	-	-	1	1
		-	-	1	1	-	-	1	1
		-	-	0	1	1	1	0	1
		-	-	0	1	1	1	0	1
	$Q_2$	-	-	-	-	1	1	1	1
		-	-	-	-	1	1	1	1
		-	-	1	1	1	1	1	0
		-	-	1	1	1	1	1	0
		$X_2$				$X_2$			

$$T_4 = \overline{Q_4 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 x_2} \vee \overline{\bar{Q}_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 x_2}$$

		$Q_2$				$Y_1$
$Q_1$	-	-	0	0	$Q_3$	
	-	-	-	-		
	1	0	0	0		
	0	0	1	0		
						$Q_4$

$$Y_1 = Q_1 \vee \bar{Q}_1 Q_2 \bar{Q}_3 \vee \bar{Q}_1 Q_3 Q_4 \vee Q_2 Q_4 \vee \bar{Q}_2 \bar{Q}_4$$

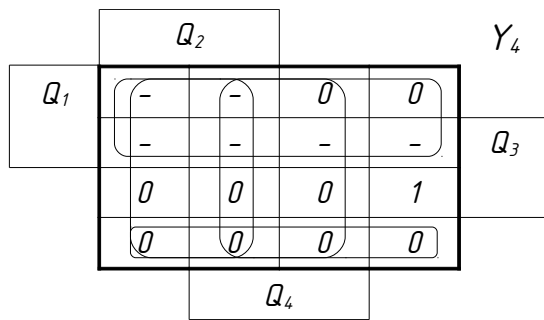
		$Q_2$				$Y_2$			
$Q_1$	-		-		0		0		$Q_3$
	-		-		-		-		
	0		0		1		0		
	0		0		1		0		
		$Q_4$							

$$Y_2 = Q_1 \vee Q_2 \vee \bar{Q}_2 \bar{Q}_4$$

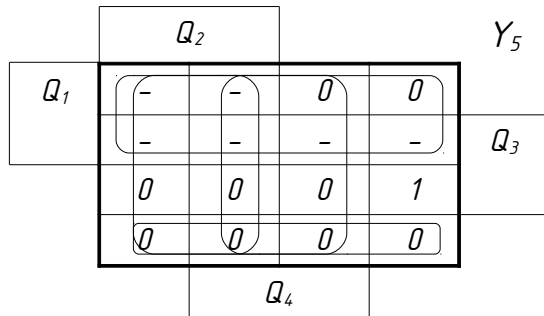
		$Q_2$				$Y_3$
$Q_1$	-	-	1	1		$Q_3$
	-	-	-	-		
	1	1	0	0		
	1	1	0	0		
		$Q_4$				

$$Y_3 = \bar{Q}_1 \bar{Q}_2$$





$$Y_4 = \overline{Q_1 \vee Q_2 \vee Q_4 \vee \overline{Q_1} \overline{Q_3}}$$



$$Y_5 = \overline{Q_1 \vee Q_2 \vee Q_4 \vee \overline{Q_1} \overline{Q_3}}$$

Отриманих після мінімізації даних достатньо для побудови комбінаційних схем функцій збудження тригерів і функцій сигналів виходів, таким чином, і всієї комбінаційної схеми. Автомат будують на Т-тригерах. Автомат є синхронним, так як його роботу синхронізує генератор, а Т-тригер керований перепадом сигналу.

### 3. Синтез комбінаційних схем

Дана система з 4 перемикальних функцій (табл. 4.2):

Таблиця 4.2. 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	1
0	1	0	0	-	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	-	-	0
0	1	1	1	-	-	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	-	1	1
1	1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

Представимо функцію  $f_4$  в канонічних формах алгебр Буля, Шеффера, Пірса та Жегалкіна:

1. Алгебра Буля  $\{I, ABO, HE\}$

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

$$f_{4ДКНФ} = (\overline{x_4} \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) \cdot (\overline{x_4} \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) \cdot (\overline{x_4} \vee x_3 \vee x_2 \vee \overline{x_1}) \cdot (x_4 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) \cdot (x_4 \vee \overline{x_3} \vee x_2 \vee x_1) \cdot (x_4 \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee x_1) \cdot (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \overline{x_1})$$

2. Алгебра Шеффера  $\{I-HE\}$ .

$$f_4 = ((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/x_2/(x_1/x_1))/((x_4/x_4)/(x_3/x_3)/x_2/x_1)/((x_4/x_4)/x_3/(x_2/x_2)/x_1)/((x_4/x_4)/x_3/x_2/x_1)/(x_4/(x_3/x_3)/(x_2/x_2)/x_1)/(x_4/(x_3/x_3)/x_2/(x_1/x_1))/(x_4/x_3/(x_2/x_2)/(x_1/x_1))/(x_4/x_3/x_2/x_1)$$

3. Алгебра Пірса  $\{ABO-HE\}$ . Отримується із ДКНФ із застосуванням правила де Моргана і аксіому  $\overline{0} = x \uparrow x$

$$\begin{aligned} f_4 &= (\overline{x_4} \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) \cdot (\overline{x_4} \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) \cdot (\overline{x_4} \vee x_3 \vee x_2 \vee \overline{x_1}) \cdot (x_4 \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_1}) \cdot (x_4 \vee \overline{x_3} \vee x_2 \vee x_1) \cdot (x_4 \vee x_3 \vee \overline{x_2} \vee x_1) \cdot (x_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \overline{x_1}) = \\ &= (\overline{x_4} \uparrow \overline{x_3} \uparrow \overline{x_2} \uparrow \overline{x_1}) \uparrow (\overline{x_4} \uparrow x_3 \uparrow \overline{x_2} \uparrow \overline{x_1}) \uparrow (\overline{x_4} \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow \overline{x_1}) \uparrow (x_4 \uparrow \overline{x_3} \uparrow \overline{x_2} \uparrow \overline{x_1}) \uparrow (x_4 \uparrow \overline{x_3} \uparrow x_2 \uparrow x_1) \uparrow (x_4 \uparrow x_3 \uparrow \overline{x_2} \uparrow x_1) \uparrow (x_4 \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow \overline{x_1}) = \\ &= ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow x_3 \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow x_2 \uparrow x_1) \uparrow (x_4 \uparrow x_3 \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow x_1) \uparrow (x_4 \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \end{aligned}$$

4. Алгебра Жегалкіна {ВИКЛЮЧНЕ АБО, 1, const 1}. Одержуємо з ДДНФ наступним способом:

- Випишуємо ДДНФ

$$f_{4\text{ДДНФ}} = \overline{x_4}\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee \overline{x_4}\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee \overline{x_4}x_3\overline{x_2}x_1 \vee \overline{x_4}x_3x_2\overline{x_1} \vee \overline{x_4}x_3x_2x_1 \vee x_4\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \vee x_4\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \vee x_4x_3\overline{x_2}x_1$$

- Замінюємо знак операції АБО між термами на ВИКЛЮЧНЕ АБО

$$f_4 = \overline{x_4}\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \oplus \overline{x_4}\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \oplus \overline{x_4}x_3\overline{x_2}x_1 \oplus \overline{x_4}x_3x_2\overline{x_1} \oplus \overline{x_4}x_3x_2x_1 \oplus x_4\overline{x_3}\overline{x_2}x_1 \oplus x_4\overline{x_3}x_2\overline{x_1} \oplus x_4x_3\overline{x_2}x_1$$

- Кожний аргумент з запереченням замінюється на його сумму по модулю 2 з одиницею згідно з аксіомою  $\overline{x} = x \oplus 1$

$$f_4 = (x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)x_1 \oplus (x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)x_2(x_1 \oplus 1) \oplus (x_4 \oplus 1)(x_3 \oplus 1)x_2x_1 \oplus (x_4 \oplus 1)x_3(x_2 \oplus 1)x_1 \oplus (x_4 \oplus 1)x_3x_2(x_1 \oplus 1) \oplus x_4(x_3 \oplus 1)(x_2 \oplus 1)x_1 \oplus x_4(x_3 \oplus 1)x_2(x_1 \oplus 1) \oplus x_4x_3(x_2 \oplus 1)(x_1 \oplus 1) \oplus x_4x_3x_2x_1$$

- Розкриваємо дужки і спрощуємо вираз шляхом видалення парних термів за аксіомами  $x \oplus x = 0$ ,  $x \oplus 0 = x$ .

$$f_4 = x_4x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_1 \oplus x_4x_2x_1 \oplus x_4x_1 \oplus x_3x_2x_1 \oplus x_3x_1 \oplus x_2x_1 \oplus x_1 \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_2 \oplus x_4x_2x_1 \oplus x_4x_2 \oplus x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_2x_1 \oplus x_3x_2 \oplus x_2 \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_4x_2x_1 \oplus x_3x_2x_1 \oplus x_2x_1 \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_1 \oplus x_3x_1 \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_4x_2x_1 \oplus x_4x_3x_1 \oplus x_4x_1 \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_2 \oplus x_4x_2x_1 \oplus x_4x_2 \oplus x_4x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_2 \oplus x_4x_3x_1 \oplus x_4x_3 \oplus x_4x_3x_2x_1 = x_1 \oplus x_2x_1 \oplus x_3x_2 \oplus x_3x_2x_1 \oplus x_4x_3x_2 \oplus x_4x_2x_1 \oplus x_4x_3$$

Визначимо приналежність функції  $f_4$  до передповних класів:

- $f(111) = 1 \Rightarrow$  функція зберігає одиницю
- $f(000) = 0 \Rightarrow$  функція зберігає нуль
- $f(0011) = f(1100) = 1 \Rightarrow$  функція не самодвоїста
- $f(0001) > f(1011) \Rightarrow$  функція не монотонна
- функція нелінійна, оскільки її поліном Жегалкіна нелінійєн

## Мінімізація функції $f_4$ методом Квайна-Макласкі

Виходячи з табл. 4.2, запишемо стовпчик ДДНФ, розподіливши терми за кількістю одиниць. Проведемо попарне склеювання між сусідніми групами та виконаємо поглинання термів(рис.4.4).

$K_0$	$K_1$	$K_2$
0001	00x1	0xx1
0010	0x01	0xx1
0011	x001	
0101	001x	
0111	x010	
1001	0x11	
1010	01x1	
1100	x111	
1111		

Рисунок 4.4. Склеювання і поглинання термів

Одержані прості імпліканти запишемо в таблицю покриття(табл. 4.3).

Таблиця 4.3 Таблиця покриття

	0001	0010	0011	0101	0111	1001	1010	1100	1111
1100								⊕	
x001	+					⊕			
001x		+	+						
x010		+					⊕		
x111					+				⊕
0xx1	+		+	⊕	+				

В ядро функції входять ті терми, без яких неможливо покрити хоча б одну імпліканту.

$$\text{Ядро} = x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_1$$

В МДНФ входять всі терми ядра, а також ті терми, що забезпечують покриття всієї функції з мінімальною ціною

$$f_{4\text{МДНФ}} = x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 \vee \bar{x}_4 \bar{x}_1$$

## Мінімізація функції $f_4$ методом невизначених коефіцієнтів

Ідея цього методу полягає у відшуванні ненульових коефіцієнтів при кожній імпліканті. Метод виконується у декілька етапів:

1. Рівняння для знаходження коефіцієнтів представляється у вигляді таблиці (табл. 2.3).
2. Виконується вікреслення нульових рядків.
3. Викреслюються вже знайдені нульові коефіцієнти на залишившихся рядках.
4. Імпліканти, що залишилися, поглинають імпліканти справа від них.

Таблиця 4.3. Метод 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
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
1	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
1	0	1	1	1	01	01	01	11	11	11	011	011	011	11	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
0	1	0	1	1	10	11	11	01	01	11	101	101	111	011	1011
1	1	1	0	0	11	10	10	10	10	00	110	110	100	100	1100
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

В ядро функції входять ті терми, без яких неможливо покрити хоча б одну імпліканту.

$$\text{Ядро} = x_4x_3x_2x_1 \vee x_3x_2x_1 \vee x_3x_2x_1 \vee x_3x_2x_1 \vee x_4x_1$$

В МДНФ входять всі терми ядра, а також ті терми, що забезпечують покриття всієї функції з мінімальною ціною

$$f_{4\text{МДНФ}} = x_4x_3x_2x_1 \vee x_3x_2x_1 \vee x_3x_2x_1 \vee x_3x_2x_1 \vee x_4x_1$$

## Мінімізація функції $f_4$ методом діаграм Веїча

Метод діаграм Веїча – це графічний метод, призначений для ручної мінімізації. Його наочність зберігається за невеликої кількості аргументів.

Кожна клітинка відповідає конституенті. Кожний прямокутник, що містить  $2^k$  елементів, відповідає імпліканті. Прямокутник максимального розміру відповідає простій імпліканті (рис. 2.1).

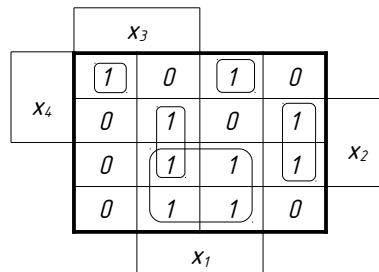


Рисунок 4.5. Метод діаграм Веїча

$$f_{4\text{ДНФ}} = x_4 x_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_3 x_2 x_1 \vee x_3 x_2 x_1 \vee \bar{x}_4 x_1$$

## Спільна мінімізація функцій $f_1, f_2, f_3$

Для отримання схем з мінімальними параметрами треба провести спільну мінімізацію системи функцій та їх заперечень.

Проведемо мінімізацію функцій методом Квайна-Макласкі за ДДНФ. Запишемо ДДНФ функцій у вигляді списку термів, проведемо склеювання і поглинання (рис. 4.5). Побудуємо таблицю покриття (табл. 4.4).

$K_0$	$K_1$	$K_2$
0000{1,2,3}	000x{1,2}	0xx0{1,3}
0001{1,2}	00x0{1,2,3}	0xx0{1,3}
0010{1,2,3}	0x00{1,3}	xx00{1}
0100{1,3}	X000{1,2}	xx00{1}
0110{1,2,3}	0x10{1,2,3}	x1x0{1}
0111{1,2,3}	01x0{1,3}	x1x0{1}
1000{1,2}	X100{1,3}	x11x{1,2}
1001{3}	011x{1,2,3}	x11x{1,2}
1100{1,2,3}	X110{1,2}	11xx{2}
1101{2}	X111{1,2,3}	11xx{2}
1110{1,2}	1x00{1,2}	
1111{1,2,3}	110x{2}	
	11x0{1,2}	
	11x1{2}	
	111x{1,2}	

Рисунок 4.5. Склеювання і поглинання термів системи

Таблиця 2.4. Таблиця покриття системи

	$Y_1$								$Y_2$								$Y_3$							
	0000	0001	0010	0110	1000	1100	1110	1111	0000	0001	0010	1000	1101	1110	1111	0000	0010	0100	0111	1001	1100	1111		
1001{3}																				$\oplus$				
000x{1,2}	+	$\oplus$							+	$\oplus$														
00x0{2}									+		+													
X000{2}									+			+												
0x10{2}											+													
X100{3}																		+			$\oplus$			
011x{3}																			+					
X111{3}																			+			$\oplus$		
1x00{2}												+												
0xx0{1,3}	+		$\oplus$	+												$\oplus$	$\oplus$	+						
xx00{1}	+				$\oplus$	+																		
x1x0{1}				+		+	+																	
x11x{1,2}				+			+	$\oplus$						+	+									
11xx{2}													$\oplus$	+	+									

Після мінімізації визначили кожен з функцій в формі І/АБО

$$Y_1 = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} \vee \overline{x_4} \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \overline{x_1} \vee x_3 x_2$$

$$Y_2 = \overline{x_4} \overline{x_3} \overline{x_2} \vee x_4 x_3 \vee \overline{x_4} x_2 \overline{x_1} \vee x_4 x_2 \overline{x_1}$$

$$Y_3 = x_4 \overline{x_3} \overline{x_2} x_1 \vee \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} \vee x_3 x_2 x_1 \vee \overline{x_4} \overline{x_1}$$

Проведемо мінімізацію функцій методом Квайна-Макласкі за ДДНФ.

Запишемо ДДНФ функцій у вигляді списку термів, проведемо склеювання і поглинання(рис.4.6).

Побудуємо таблицю покриття(табл. 4.5)

$K_0$	$K_1$	$K_2$
<del>0001{3}</del>	00x1{3}	01xx{2}
<del>0011{1,2,3}</del>	0x01{3}	
<del>0100{1,2}</del>	X011{1,2,3}	
<del>0101{1,2,3}</del>	0x11{1,2}	
0110{2,3}	010x{1,2}	
<del>0111{1,2}</del>	x100{2}	
<del>1000{3}</del>	01x0{2}	
<del>1001{1,2}</del>	01x1{1,2}	
<del>1010{1,2,3}</del>	X101{1,3}	
<del>1011{1,2,3}</del>	10x0{3}	
<del>1100{2}</del>	10x1{1,2}	
<del>1101{1,3}</del>	1x01{1}	
<del>1110{3}</del>	101x{1,2,3}	
	1x10{3}	
	011x{2}	

Рисунок 4.6. Склеювання і поглинання термів системи

Таблиця 4.5. Таблиця покриття системи

	$Y_1$								$Y_2$								$Y_3$								
	0011	0100	0101	1001	1010	1011	0111	1101	0011	0100	0101	1001	1010	1011	0110	0111	1100	0001	0011	0101	1000	1010	1011	0110	1101
0110{3}																								$\oplus$	
00x1{3}																		+	+						
0x01{3}																		+		+					
X011{1,2,3}	+					+			+					+					+				+		
0x11{1,2}	+						+		+							+									
010x{1,2}		$\oplus$	+																						
x100{2}										+							$\oplus$								
01x1{1}			+				+																		
X101{1,3}			+					+												+					$\oplus$
10x0{3}																					$\oplus$	+			
10x1{1,2}				+		+						$\oplus$		+											
1x01{1}				+				+																	
101x{1,2,3}					$\oplus$	+							$\oplus$	+								+	+		
1x10{3}																						+			$\oplus$
01xx{2}										+	$\oplus$					$\oplus$	+								



Після мінімізації визначили кожну з функцій в формі І/АБО-НЕ

$$Y_1 = \overline{x_4 x_3 x_2} \vee \overline{x_4 x_3 x_2} \vee \overline{x_4 x_2 x_1} \vee \overline{x_4 x_2 x_1}$$

$$Y_2 = \overline{x_4 x_2 x_1} \vee \overline{x_3 x_2 x_1} \vee \overline{x_4 x_3 x_1} \vee \overline{x_4 x_3 x_2} \vee \overline{x_4 x_3}$$

$$Y_3 = \overline{x_4 x_2 x_1} \vee \overline{x_4 x_3 x_1} \vee \overline{x_3 x_2 x_1} \vee \overline{x_4 x_3 x_2 x_1} \vee \overline{x_4 x_3 x_1} \vee \overline{x_4 x_3 x_2}$$

### Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ

Для програмування ПЛМ використовують нормальні форми І/АБО, І/АБО-НЕ. Розглянемо програмування ПЛМ для системи перемикальних функцій, що подана в формі І/АБО.

$$Y_1 = \overline{x_4 x_3 x_2} \vee \overline{x_4 x_1} \vee \overline{x_2 x_1} \vee x_3 x_2$$

$$Y_2 = \overline{x_4 x_3 x_2} \vee x_4 x_3 \vee \overline{x_4 x_2 x_1} \vee \overline{x_4 x_2 x_1}$$

$$Y_3 = \overline{x_4 x_3 x_2 x_1} \vee \overline{x_3 x_2 x_1} \vee x_3 x_2 x_1 \vee \overline{x_4 x_1}$$

Позначимо терми системи:

$$P_1 = \overline{x_4 x_3 x_2};$$

$$P_2 = \overline{x_4 x_1};$$

$$P_3 = \overline{x_2 x_1};$$

$$P_4 = x_3 x_2;$$

$$P_5 = x_4 x_3;$$

$$P_6 = \overline{x_4 x_2 x_1};$$

$$P_7 = \overline{x_4 x_2 x_1};$$

$$P_8 = \overline{x_4 x_3 x_2 x_1};$$

$$P_9 = \overline{x_3 x_2 x_1};$$

$$P_{10} = x_3 x_2 x_1;$$

Тоді функції виходів описуються системою:

$$Y_1 = \overline{x_4 x_3 x_2} \vee \overline{x_4 x_1} \vee \overline{x_2 x_1} \vee x_3 x_2 = P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4$$

$$Y_2 = \overline{x_4 x_3 x_2} \vee x_4 x_3 \vee \overline{x_4 x_2 x_1} \vee \overline{x_4 x_2 x_1} = P_1 \vee P_5 \vee P_6 \vee P_7$$

$$Y_3 = \overline{x_4 x_3 x_2 x_1} \vee \overline{x_3 x_2 x_1} \vee x_3 x_2 x_1 \vee \overline{x_4 x_1} = P_8 \vee P_9 \vee P_{10} \vee P_2$$

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.

Побудуємо спрощену мнемонічну схему ПЛМ(4,10,3) – рис. 4.7.

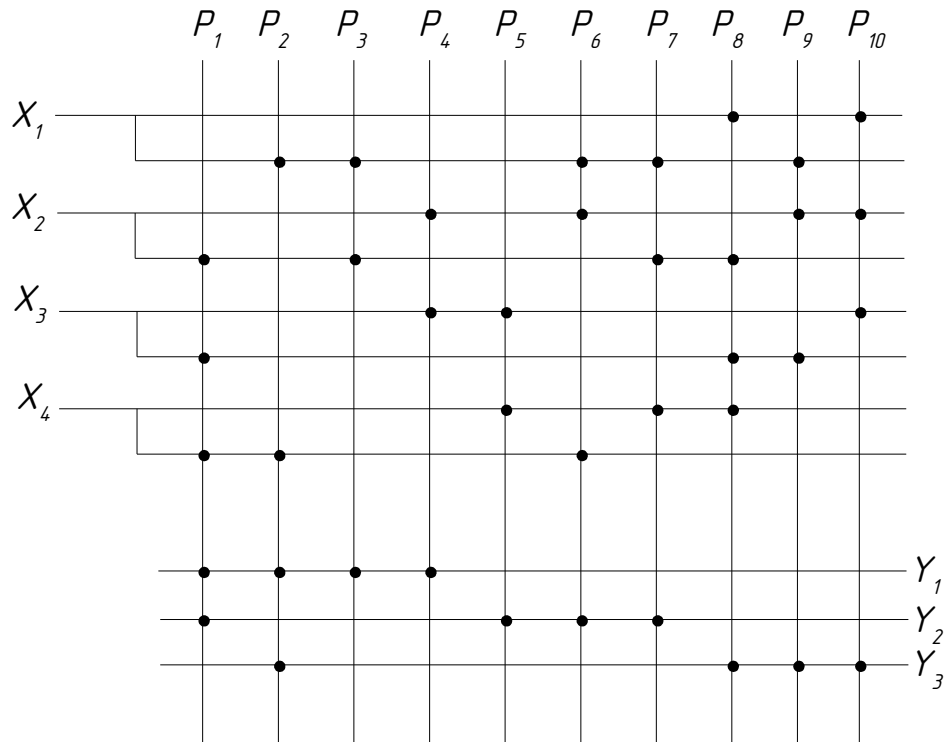


Рисунок 4.7. Мнемонічна схема

Складемо карту програмування ПЛМ(4,10,3) – табл. 2.6.

Таблиця 2.6. Карта програмування ПЛМ

№ шини	Входи				Виходи		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1	–	0	0	0	1	1	0
2	0	–	–	0	1	0	1
3	0	0	–	–	1	0	0
4	–	1	1	–	1	0	0
5	–	–	1	1	0	1	0
6	0	1	–	0	0	1	0
7	0	0	–	1	0	1	0
8	1	0	0	1	0	0	1
9	0	1	0	–	0	0	1
10	1	1	1	–	0	0	1

#### 4.Висновок

*В завданні в даній курсовій роботі необхідно було за номером залікової книжки, переведеним в двійкову систему числення, побудувати блок-схему автомата, визначити тип автомата, типи використовуваних тригерів, набір логічних елементів, сигнал з подвійною тривалістю, визначити систему з чотирьох перемикальних функцій.*

*Використовуючи ці данні, треба було провести абстрактний та структурний синтез автомата і побудувати його. Систему із перших трьох перемикальних функцій із заданої таблиці необхідно було мінімізувати і отримати операторні представлення для реалізації системи на прогнатованих логічних матрицях.*

*Для виконання завдання були розкдодовані вихідні таблиці завдання варіанта. При побудові автомата була проведена побудова графа з урахуванням сигналів подвійної тривалості, зашифровані стани автомата, побудована структурна схема автомата, мінімізована система із функцій виходів і функцій збудження тригерів, був побудований і відлагоджений автомат.*

*При виконанні другої частини роботи: мінімізована функція  $f_4$  різними методами,  $f_4$  представлена в канонічних формах алгебр Буля, Жегалкіна, Пірса і Шеффера, а також проведена сумісна мінімізація системи функцій з наступною реалізацією на прогнатованих логічних матрицях.*

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.Список літератури

1. Жадин В.І., Жуков І.А. Прикладна теорія цифрових автоматів. Навчальний посібник – Київ: книжкове видавництво НАУ, 2007р.
2. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна логіка», 2011р.

					ІАЛЦ.463626.004 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		