

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

КОМП'ЮТЕРНА ЛОГІКА
КУРСОВА РОБОТА

Навчальний посібник

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою «Комп'ютерні системи та мережі»
спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія*

Укладачі: В. І. Жабін, О. А. Верба

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2022

Комп'ютерна логіка. Курсова робота. [Електронний ресурс] : навч. посібн. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерні системи та мережі» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / Укладачі: В. І. Жабін, О. А. Верба; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,67 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 52 с.

Рецензент: Дичка І. А., д.т.н., професор, декан факультету прикладної математики, науковий керівник кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор Кулаков Ю.О., д-р. техн. наук, проф.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 1 від 02.09.2022 р.)
за поданням Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки
(протокол № 11. від 11.07.2022 р.)*

Навчальний посібник призначено для вивчення, закріплення, поглиблення, узагальнення теоретичних знань та практичних навичок, які отримують студенти під час вивчення дисципліни «Комп'ютерна логіка», розуміння принципів побудови комбінаційних схем, теорії перемикальних функцій, прикладних питань теорії цифрових автоматів, а також придбання вмій та навиків у застосуванні логічних методів аналізу і синтезу цифрових схем, навчитись користуватися довідковою літературою і вивчити процес створення проектно-конструкторської документації у відповідності діючим стандартам. Призначено для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерні системи та мережі» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Реєстр. № НП XX/XX-XXX. Обсяг 2,6 авт. арк.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056 <https://kpi.ua>
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022

ЗМІСТ

1. ОПИС КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	3
1.1. Завдання на курсову роботу	3
1.2. Зміст курсової роботи.....	8
1.3. Вимоги до складу курсової роботи.....	9
1.4. Література.....	14
Додаток А. Титульний аркуш.....	16
Додаток В. Вимоги до оформлення креслення та тексту.....	16
Додаток С. Приклад виконання курсової роботи.....	20

1 ОПИС КУРСОВОЇ РОБОТИ

1.1 Завдання на курсову роботу

Завдання на курсову роботу включає наступне.

1. Виконати синтез і побудувати функціональну схему керуючого автомата по заданому алгоритму.

2. Виконати перетворення форм заданих перемикальних функцій і побудувати комбінаційні схеми на логічних елементах та на базі програмовних логічних схем.

Варіант завдання визначається дев'ятьма молодшими розрядами номера залікової книжки студента $h_9, h_8, h_7, \dots, h_1$, представленого в двійковій системі числення (h_1 – молодший розряд).

Для одержання вихідного структурного алгоритму керування необхідно з'єднати послідовно зверху вниз фрагменти графічної схеми алгоритму (рис. 1.1) в порядку, зазначеному в табл. 1.1. У кожену логічну вершину отриманої блок-схеми, починаючи з верхньої, переписати з табл. 1.2 в зазначеному порядку по одній логічній умові. Потім відповідно до табл. 1.3 в порядку зверху вниз і зліва направо записати в операторні вершини керуючі сигнали. Отримана графічна схема алгоритму корегується з урахуванням подвоєної тривалості сигналу, зазначеного в табл. 1.4 (інші сигнали мають тривалість t).

Тип тригерів і набір логічних елементів, які можна використовувати для побудови автомата, зазначені в табл. 1.5, а тип автомата визначений в табл. 1.6.

Система з чотирьох перемикальних функцій задана табл. 1.7.

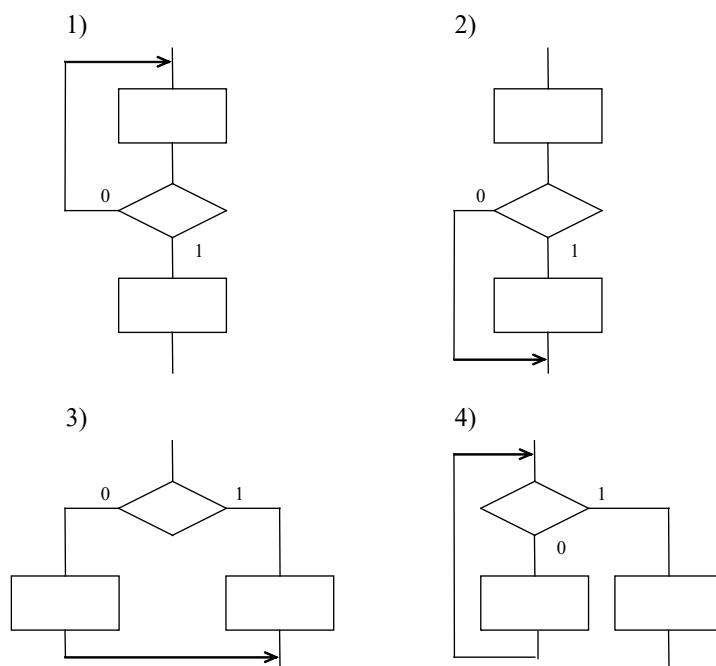


Рисунок 1.1 - Фрагменти графічної схеми алгоритму

Таблиця 1.1 - Варіанти структури алгоритму

h_8	h_4	h_2	Порядок з'єднання фрагментів
0	0	0	1, 2, 3
0	0	1	1, 4, 2
0	1	0	2, 3, 1
0	1	1	2, 1, 3
1	0	0	3, 1, 4
1	0	1	3, 4, 2
1	1	0	4, 2, 1
1	1	1	4, 3, 2

Таблиця 1.2 - Послідовність логічних умов

h_8	h_7	h_3	Логічні умови
0	0	0	x_1, x_2, x_1
0	0	1	$x_1, x_2, \overline{x_1}$
0	1	0	$x_1, \overline{x_2}, x_2$
0	1	1	$x_1, \overline{x_2}, \overline{x_2}$
1	0	0	$\overline{x_1}, x_2, x_2$
1	0	1	$\overline{x_1}, x_2, \overline{x_2}$
1	1	0	$\overline{x_1}, \overline{x_2}, x_1$
1	1	1	$\overline{x_1}, \overline{x_2}, \overline{x_1}$

Таблиця 1.3 - Вихідні сигнали

h_9	h_4	h_1	Послідовність формування сигналів
0	0	0	$y_1, y_2, y_3, y_4, y_1, y_2$
0	0	1	$y_1, y_2, y_3, y_4, y_2, y_1$
0	1	0	$y_1, y_2, y_4, y_3, y_1, y_2$
0	1	1	$y_1, y_2, y_4, y_3, y_2, y_1$
1	0	0	$y_1, y_3, y_2, y_4, y_1, y_2$
1	0	1	$y_1, y_3, y_2, y_4, y_2, y_1$
1	1	0	$y_2, y_2, y_3, y_4, y_1, y_2$
1	1	1	$y_3, y_2, y_3, y_4, y_1, y_2$

Таблиця 1.4 - Тривалість сигналів

h_6	h_2	Сигнал тривалістю $2t$
0	0	y_1
0	1	y_2
1	0	y_3
1	1	y_4

Таблиця 1.5 - Вибір типу автомата

h_1	Тип автомата
0	Мілі
1	Мура

Таблиця 1.6 - Варіанти елементної бази

h_9	h_4	Тригери	
0	0	RS	
0	1	D	
1	0	JK	
1	1	T	
h_3	h_2	h_1	Логічні елементи
0	0	0	3І-НЕ, 2І
0	0	1	3І, 4І-НЕ
0	1	0	3АБО, 4І, НЕ
0	1	1	3І, 2АБО, НЕ
1	0	0	2АБО-НЕ, 4І
1	0	1	2І-НЕ, 4АБО
1	1	0	3АБО-НЕ, 3І
1	1	1	3І-НЕ, 3АБО-НЕ

Таблиця 1.7 - 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	h_3
0	0	1	1	0	0	0	h_4
0	1	0	0	-	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	h_5
0	1	1	0	1	-	-	0
0	1	1	1	-	-	1	h_6
1	0	0	0	1	h_4	h_7	h_7
1	0	0	1	0	0	h_8	1
1	0	1	0	0	0	h_9	h_8
1	0	1	1	h_1	0	0	h_2
1	1	0	0	1	-	1	1
1	1	0	1	h_2	h_5	0	h_9
1	1	1	0	h_3	h_6	0	h_1
1	1	1	1	1	1	1	1

1.2 Зміст курсової роботи

Пояснювальна записка повинна містити наступні розділи.

1. ВСТУП.
2. СИНТЕЗ АВТОМАТА.
3. СИНТЕЗ КОМБІНАЦІЙНИХ СХЕМ.
4. ВИСНОВОК.
5. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

У вступі вказується, на підставі яких документів здійснюється розробка (технічне завдання).

В другому розділі необхідно представити закодовану графічну схему алгоритму (ГСА) в структурних термінах (маленькі x_i, y_i), виконати розмітку станів автомата, зробити структурний синтез автомата.

Виконати спільну мінімізацію функцій збудження тригерів і вихідних сигналів автомата. Одержати операторні представлення функцій у заданому елементному базисі. Функціональна схема автомата представляється на окремому аркуші (формат А1 або А2) за правилами виконання електричних схем Е2.

В третьому розділі здійснюється синтез комбінаційних схем.

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

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

Виконати спільну мінімізацію функцій f_1 , f_2 , і f_3 аналітичним методом Квайна або Квайна-Мак-Класкі. Перевірити результат мінімізації діаграмами Вейча.

Одержати операторні представлення І/АБО та І/АБО-НЕ та побудувати функціональні схеми реалізації системи функцій спочатку на логічних елементах **булевого базису І, АБО, НЕ (кількість входів елементів не обмежується)**, а потім на програмовних логічних матрицях (ПЛМ). Повинні бути отримані мнемонічні схеми, карти програмування та визначені мінімальні параметри ПЛМ.

У висновку узагальнюються результати роботи.

1.3 Вимоги до оформлення курсової роботи

Курсова робота повинна містити наступні документи (в порядку їх комплектування):

- титульний лист (додаток 1);
- опис альбому;
- сторінка з написом у середині аркушу "Технічне завдання".
- технічне завдання;
- сторінка з написом у середині аркушу "Автомат керуючий. Схема електрична функціональна";
- автомат керуючий, схема електрична функціональна;
- сторінка з написом у середині аркушу "Пояснювальна записка";
- пояснювальна записка.

Усі скомплектовані документи приводяться до формату А4 і скріплюються в одну папку або альбом.

Технічне завдання розробляється студентом на підставі вихідних даних відповідно до діючих стандартів. У технічному завданні повинні бути наступні розділи:

- *призначення* розроблювального об'єкта, в якому розкриваються його області застосування;

- *вихідні дані* для розробки;
- *склад* пристроїв, в якому приводиться перелік основних складових частин проєктованого пристрою;

- *етапи* проєктування і терміни їх виконання;
- *перелік* текстової і графічної документації.

Технічне завдання повинне бути підписане виконавцем і керівником проєкту.

Порядок побудови розділів і підрозділів пояснювальної записки, правила подання тексту повинні цілком відповідати вимогам діючих стандартів. Текст роздруковується на принтері.

Перед комплектацією всі документи курсової роботи повинні бути підписані виконавцем і керівником на титульному листі і в основних написах документів і креслень.

Функціональна схема визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язок, роз'ясняє визначені процеси, що протікають в окремих функціональних частинах або у виробі в цілому. Функціональні частини таких схем зображуються, як правило, у виді прямокутників.

У функціональних схемах використовуються умовні графічні позначення (УГП) функціональних частин. УГП елемента має форму прямокутника, до якого підводять лінії виводів. УГП елемента в загальному випадку може містити три поля: основне і два додаткових, котрі розташовують ліворуч і праворуч від основного (рис. 1.2).

В основному полі УГП поміщають позначення функції, яка реалізується елементом (табл. 1.7). В додаткових полях поміщають інформацію про призначення виводів (мітки виводів, вказівники).

Крім виду, зазначеного на рис 1.2, УГП може також складатися:

- тільки з основного поля;
- з основного поля і одного додаткового (праворуч або ліворуч від основного);

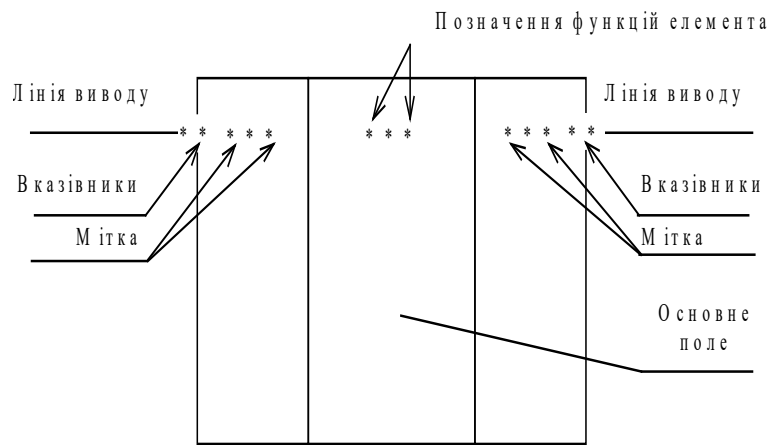


Рисунок 1.2 - Умовне графічне позначення елемента

Допускаються додаткові поля розділяти на зони, відокремлені горизонтальною рисою. Основне і додаткове поля можуть бути не відділені лінією. При цьому відстань між буквенними, цифровими і буквенно-цифровими позначеннями, поміщеними в основне і додаткові поля, визначається однозначністю розуміння кожного позначення.

Входи елемента зображують з лівої сторони УГП, виходи – з правої сторони УГП. Двонаправлені виводи і виводи, що не несуть логічної інформації, зображують з правої або лівої сторони УГП.


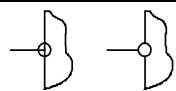
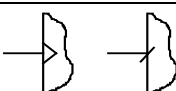
При підведенні ліній виводів до контуру УГП не допускається:

- проводити їх на рівні сторін прямокутника;
- проставляти на них стрілки, що вказують напрямок передачі інформації.

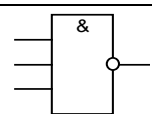
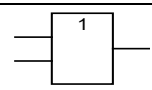
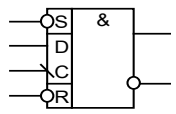
Таблиця 1.8 - Позначення елементів

Найменування	Позначення
Тригер	T
Двоступінчастий тригер	TT
Логічне “І”	&
Логічне “АБО”	1
Виключне “АБО”	=1
Генератор імпульсів	G

Таблиця 1.9 - Позначення входів елементів

Найменування	Позначення
Прямий статичний вхід	
Інверсний статичний вхід	
Прямий динамічний вхід	
Інверсний динамічний вхід	

Таблиця 1.10 - Приклади УГП

Найменування	Позначення
Елемент 3І-НЕ	
Елемент 2АБО	
D-тригер	

Розміри сторін УГП і відстані між виводами повинні бути кратні М. Діаметр вказівника інверсного виводу повинний дорівнювати М. При виконанні курсової роботи прийняти М=2,5 мм.

Позначення функцій, виконуваних елементом, утворюють із прописних букв латинського алфавіту, арабських цифр і спеціальних знаків, записаних без пробілів.

Кількість знаків у позначенні функції не обмежена, однак варто прагнути до їх мінімального числа при збереженні однозначності розуміння кожного позначення.

В таблиці 1.8 приведені деякі стандартні позначення функцій, яких варто дотримуватись при виконанні курсової роботи.

Виводи елементів, які несуть логічну інформацію, підрозділяють на статичні і динамічні, а також на прямі і інверсні. Властивості виводів позначають за допомогою міток відповідно до табл. 1.9.

Приклади деяких УГП приведені в табл. 1.10.

Захист курсових робіт є особливою формою перевірки якості виконання роботи і знань студента в даній області. Захист полягає в короткій доповіді (5-7 хв.) студента по виконаній роботі і відповідях на питання.

Критерії оцінювання курсової роботи (КР):

оформлення документів згідно стандартам: 0 – 20 балів,

розробка комбінаційних схем 0-30 балів;

розробка схем автоматів з пам'яттю 0-30 балів;

якість оформлення пояснювальної записки: 0-10 балів,

відповіді на теоретичні запитання викладача: 0-10 балів.

Якщо в конструкторській документації проекту будуть виявлені грубі порушення стандартів або виявиться, що спроектований пристрій неприцездатний, робота повертається на доробку.

1.4 Література

1.4.1 Базова:

1. Жабін В.І., Верба О.А. Курсова робота з Комп'ютерної логіки. Методичні вказівки до виконання./ <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=219299>

2. Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко В.В. Прикладна теорія цифрових автоматів: Навч. посібник. – К.: Вид-во НАУ, 2009. – 364 с
<https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=200206>

3. Жабін В.І., Ткаченко В.В. Цифрові автомати. Практикум. – К.: ВЕК+, 2004.– 160 с.

1.4.2 Допоміжна:

5. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка. Підручник. Вид. 2-ге перероб. та доп. – Київ: Видавництво Ліра – К, 2017. – 324 с.

6. Лупенко С.А., Пасічник В.В., Тиш Є.В. Комп'ютерна логіка. Навчальний посібник для ВНЗ. Вид. Магнолія, 2017.– 354 с.

7. ДСТУ 3008-2015 «Державний стандарт України. Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення»

8. ДСТУ ISO 5457:2006 (ISO 5457:1999, IDT) Національний стандарт України. Документація технічна на виробі. Кресленики. Розміри та формати

9. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 ЄСКД. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT)

Додаток А. Титульний аркуш

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Кафедра обчислювальної техніки

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни "Комп'ютерна логіка - 1"

Виконав _____

(прізвище, ініціали)

Група _____

Залікова книжка № _____

Допущений до захисту _____

(оцінка, підпис керівника)

Київ – 202_ р.

Додаток В. Вимоги до оформлення креслення та тексту

Креслення «Автомат, схема електрична функціональна Е2» виконується на аркуші формату А2 або А3 у редакторі Visio 2010

Основны вимоги до схеми автомата.

Всі входи схеми на одній лінії ліворуч на листі.

Всі виходи схеми на одній лінії праворуч на листі.

Елементи розміщуються колонками.

На логічних елементах основне поле не менше 10 мм.

Додаткові поля не менше 5 мм.

Всі розміри елементів по висоті кратні 5 мм.

Між лініями входів та виходів елементів не менше 5 мм.

Лінії можна збирати у жгути. Кожна лінія знаходиться по номеру входу в жгут та номеру виходу із жгута. В різних жгутах своя нумерація. Входи в жгут обов'язково в порядку 1, 2, 3 і т.д. Виходи по будь якому порядку.

Елементи схеми не можна розміщувати нижче верхньої границі штампу (це місце для пояснень розробників та служб контролю).

Вимоги до тексту.

Шрифт "Times new roman", 12 (в таблицях можна менше), інтервал 1,5, відступ 1,25 см., рамки, штампи.

Всі розділи, рисунки, таблиці нумеруються. Далі приклади.

Таблиця 2.1 – Структурна таблиця автомата (крапки немає)

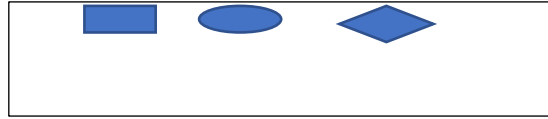


Рисунок В.1 – Схема реалізації функції (**крапки немає**)

Посилання на штампи:

<https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk008oOvh-1Ug0HTTBY4MxtSEc3dQKg:1605694308308&source=univ&tbm=isch&q=штампи+на+кресленні&client=opera&sa=X&ved=2ahUKEwj89vS27YvtAhWWK3cKHUykC0kQJkEegQIBBAB&biw=1680&bih=940>

Додаток С. Приклад виконання курсової роботи

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

Курсова робота з дисципліни «Комп'ютерна логіка»

Виконав:
Петренко П.П.
Факультет ІОТ,
Група ІО-ХХ
Залікова книжка №XXXX

(підпис керівника)

Опис альбому

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			Документація загальна		
2					
3			Наново розроблена		
4					
5	A4	КП.ФІОТ.ІО1429.001 ОА	Курсова робота Опис альбому	1	
6					
7	A4	КП.ФІОТ.ІО1429.002 ТЗ	Курсова робота Технічне завдання	5	
8					
9					
10	A2	КП.ФІОТ.ІО1429.003 Е2	Автомат керуючий	1	
11			схема електрична		
12			функціональна		
13					
14	A4	КП.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Курсова робота Пояснювальна записка	23	
15					
16					
17					
18					
19					
20					

					КП.ФІОТ.ІО1429.001 ОА			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробила		Петренко П.П.			КУРСОВА РОБОТА Опис альбому	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Верба О.А.					1	1
Реценз.						НТУУ «КП» ФІОТ Група ІО-ХХ		
Н. контр.								
Затверд.		Жабін В.І.						

Технічне завдання

Зміст

<u>1.</u>	<i>Призначення розроблювального об'єкту</i>	<i>2</i>
<u>2.</u>	<i>Вихідні дані для розробки</i>	<i>2</i>
<u>3.</u>	<i>Склад пристроїв</i>	<i>4</i>
<u>4.</u>	<i>Етапи і терміни проектування</i>	<i>4</i>
<u>5.</u>	<i>Перелік текстової і графічної документації</i>	<i>5</i>

					КП.ФІОТ.ІО1429.002 ТЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Курсова робота</i> <i>Технічне завдання</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробила</i>	<i>Петренко П.П.</i>						<i>1</i>	<i>5</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Верба О.А.</i>							
<i>Реценз</i>								
<i>Н. контр</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Жабін В.І.</i>					НТУУ «КП» ФІОТ Група ІО-ХХ		

1. Призначення розроблюваного об'єкту

У курсовій роботі необхідно виконати синтез керуючого автомата по заданому алгоритму. У нашому випадку це автомат Мура.

Керуючий цифровий автомат є послідовнісною схемою, що має петлі. Під петлями розуміється шлях з виходу логічного елемента на його вхід безпосередньо або через інші елементи.

Автомат може виконувати функцію управління для пристроїв обробки інформації (наприклад світлофор, ліфт).

2. Вихідні дані для розробки

Синтез автомата виконується відповідно до варіанту завдання, що визначається дев'ятьма молодшими розрядами номера залікової книжки, представленого в двійковій системі числення ($h_9, h_8, h_7, \dots, h_1$).

Номер залікової книжки – 1429_{10} , отже $10110010101_2 \Rightarrow$

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

Таблиця 1 - Варіант

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	0	1	$\overline{x_1}; x_2; \overline{x_2}$
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_9	h_4		Тип тригерів
1	0		JK
	h_1		Тип автомата
	1		Мура
h_6	h_2		Сигнал, тривалістю $2t$
0	0		y_1
h_3	h_2	h_1	Логічні елементи
1	0	1	2І-НЕ, 4АБО

					КП.ФІОТ.ІО1429.002 ТЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		2

Система з чотирьох перемикальних функцій задана таблицею 2:

Таблиця 2 - 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	1
0	1	1	0	1	-	-	0
0	1	1	1	-	-	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0	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	1	0	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

1. Виконати спільну мінімізацію функції f_1, f_2, f_3 аналітичним методом Квайна чи Квайна – Мак-Класкі.

1.1. Перевірити результат мінімізації діаграмами Вейча.

1.2. Одержати операторні представлення та побудувати функціональні схеми реалізації системи у формах, згідно варіанту у табл. 1

- На логічних елементах;
- На програмувальних логічних матрицях (ПЛМ).

Необхідно отримати мнемонічні схеми, карти програмування та визначені мінімальні параметри ПЛМ.

2. Функцію f_4 :

- 1) представити в канонічних формах алгебри Буля, Жегалкіна, Пірса і Шефера.
- 2) Визначити приналежність даної функції до п'яти передповних класів.
- 3) Виконати мінімізацію функції f_4 методами:
 - Квайна (чи Квайна – Мак-Класкі);
 - Невизначених коефіцієнтів;
 - Діаграм Вейча.

У висновку узагальнити результати роботи.

3. *Склад пристроїв*

Керуючий цифровий автомат:

Керуючий автомат містить у собі комбінаційну схему (КС) і пам'ять, що складається з тригерів.

Входами КС є виходи тригерів і логічні умови, виходами тригерів є логічні умови.

4. *Етапи і терміни проектування*

1. Синтез автомата

- 1) складання списку керуючих сигналів;
- 2) визначення тривалості кожного керуючого сигналу (в числі тактів) і періоду тактуючих сигналів автомата;
- 3) одержання закодованого мікроалгоритму, відмітка станів автомата;
- 4) складання графа автомата, кодування станів;
- 5) складання структурної таблиці автомата;
- 6) одержання МДНФ функцій збудження тригерів і керуючих сигналів;
- 7) представлення функцій збудження тригерів і керуючих сигналів в операторній формі;
- 8) побудова схеми керуючого автомата.

					КП.ФІОТ.101429.002 ТЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

2. Синтез комбінаційних схем:

- 1) спільна мінімізація функцій f_1, f_2, f_3 ;
- 2) одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ;
- 3) представлення функції f_4 у канонічних формах алгебр Буля, Пірса, Шефера та Жегалкіна;
- 4) визначення належності функції f_4 до п'яти чудових класів; 5) мінімізація функції f_4 .

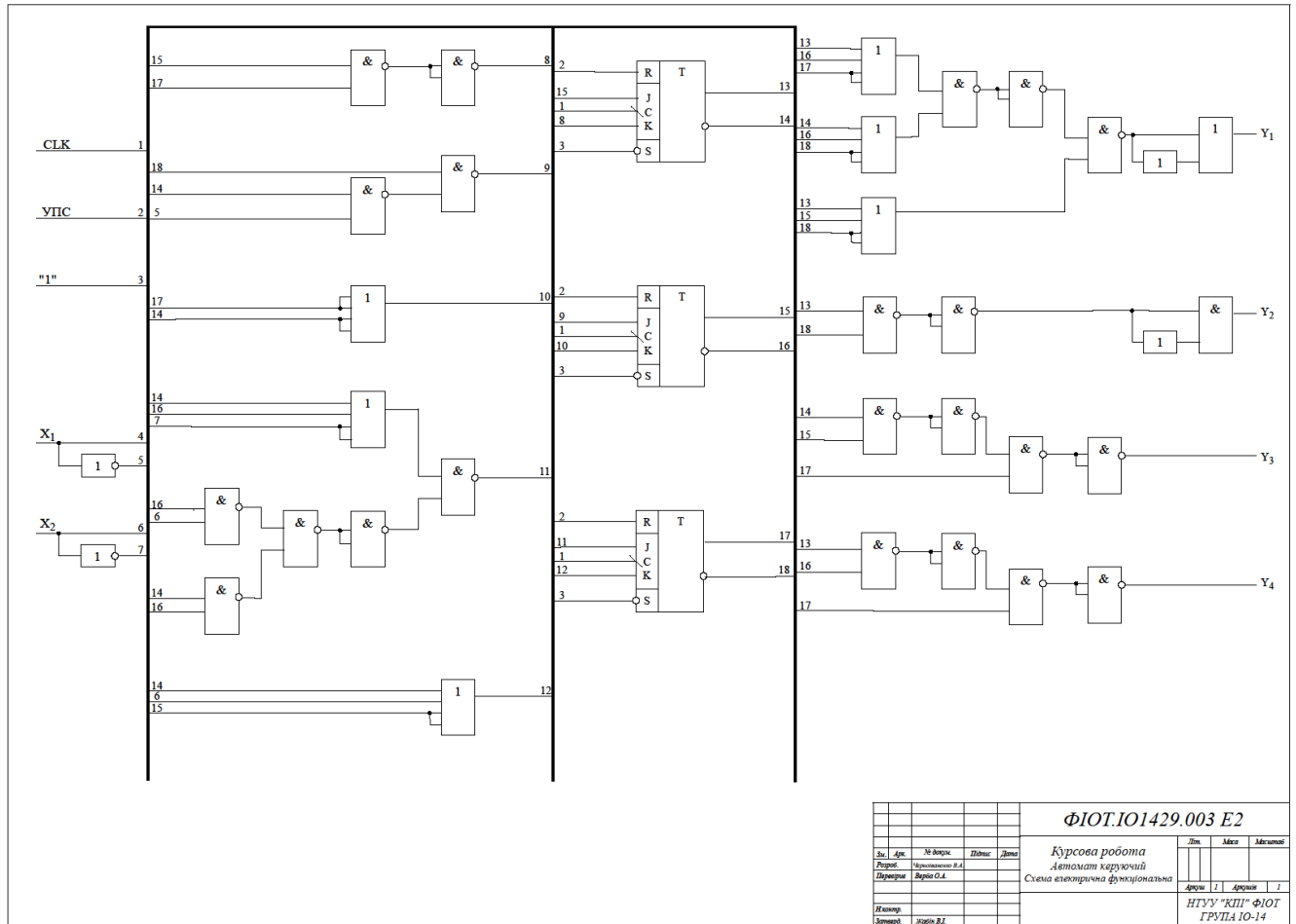
5. Перелік текстової і графічної документації

- Титульний лист
- Сторінка з написом «Опис альбому»
- Опис альбому
- Сторінка з написом «Технічне завдання»
- Технічне завдання
- Сторінка з написом «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна»
- Керуючий автомат, схема електрична функціональна
- Сторінка з написом «Пояснювальна записка»
- Пояснювальна записка

					КПІ.ФІОТ.ІО1429.002 ТЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Автомат керуючий

Схема електрична функціональна



					ФІОТ.ІО1429.003 Е2				
Зав. Акад.	М. Ворон	Підпис	Дата	Курсова робота Автомат керуючий Схема електрична функціональна			Днів	Місяць	Літо
Робота	Мельниченко В.А.						Архів	1	Архів
Програма	Варла О.А.			НТУУ "КПІ" ФІОТ ГРУПА ІО-14					
Наказ									
Виконав	Уласів В.І.								

Пояснювальна записка

Зміст

<u>1.</u>	Вступ	2
<u>2.</u>	Синтез автомата	2
<u>2.1</u>	Розмітка станів.....	2
<u>2.2</u>	Граф	3
<u>2.3</u>	Структурна таблиця	4
<u>2.4</u>	Одержання МДНФ	6
<u>2.5</u>	Операторні форми	6
<u>3.</u>	Синтез комбінаційних схем	7
<u>3.1</u>	Вступ	7
<u>3.2</u>	Представлення функції f_4 у канонічних формах алгебр	7
<u>3.2.1</u>	Буля	7
<u>3.2.2</u>	Жегалкіна	8
<u>3.2.3</u>	Пірса	8
<u>3.2.4</u>	Шефера	8
<u>3.3</u>	Визначення належності функції f_4 до n 'яти чудових класів	9
<u>3.4</u>	Мінімізація функції f_4	9
<u>3.4.1</u>	Метод невизначених коефіцієнтів	9
<u>3.4.2</u>	Метод Квайна – Мак-Класкі	10
<u>3.4.3</u>	Метод діаграм Вейча	11
<u>3.5</u>	Спільна мінімізація системи функцій f_1, f_2, f_3 по одиницям	12
<u>3.6</u>	Реалізація системи функцій f_1, f_2, f_3 на ПЛМ №1	15
<u>3.7</u>	Спільна мінімізація системи функцій f_1, f_2, f_3 по нулям	17
<u>3.8</u>	Реалізація системи функцій f_1, f_2, f_3 на ПЛМ №2	20
<u>4.</u>	Висновок	22
<u>5.</u>	Список літератури	23

					КПІ.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ		
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розробила		Петренко .П..			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Верба О.А.			1	23	
Реценз					НТУУ «КПІ» ФІОТ Група ІО-ХХ		
Н. контр							
Затверд.		Жабін В.І.					
Курсова робота Пояснювальна записка							

1. Вступ

Курсова робота виконана за номером технічного завдання 1429_{10} (10110010101_2). І складається з двох частин: синтез автомата та синтез комбінаційних схем.

Вхідними 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

1) На підставі «Технічного завдання ФІОТ.ІО1429.002 ТЗ» побудуємо графічну схему закодованого мікроалгоритму автомату Мура (рис. 1)

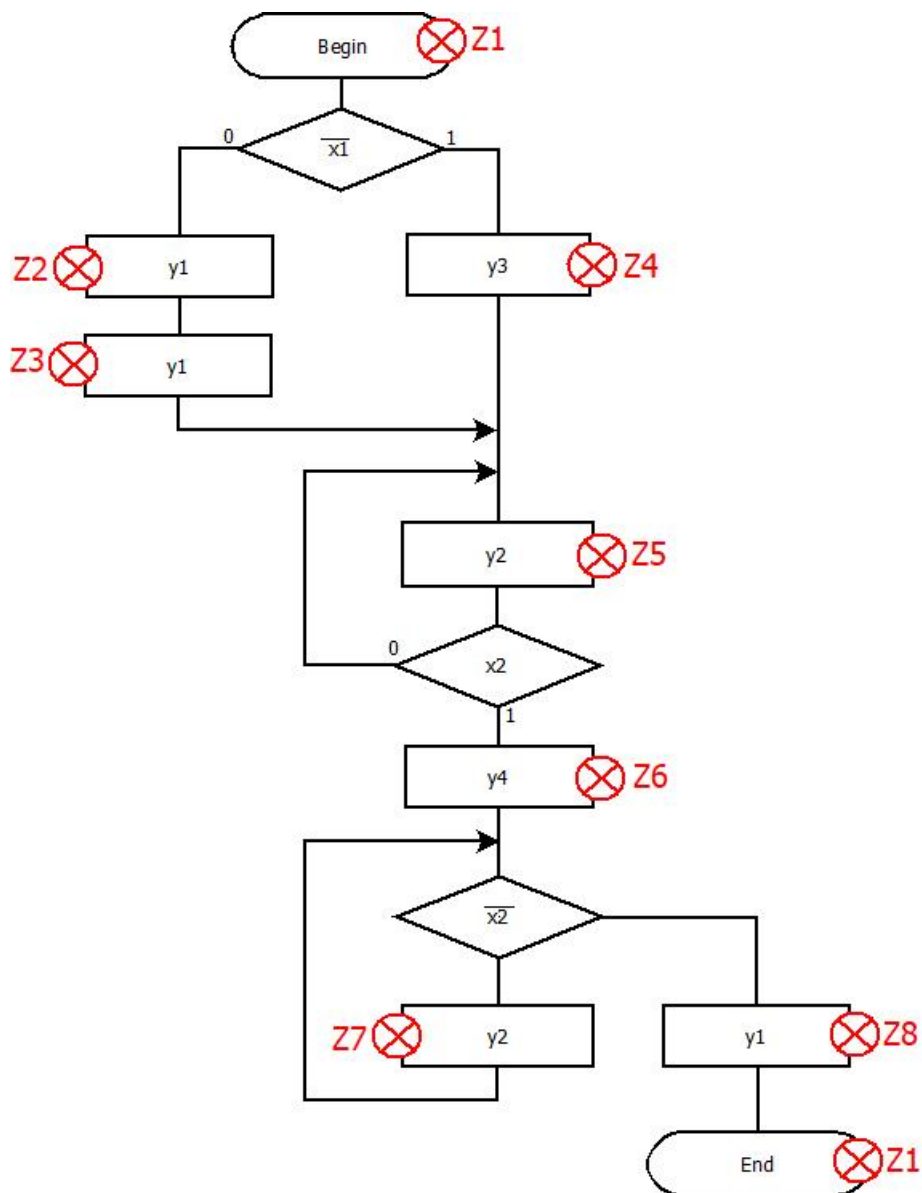


Рисунок 1 – Розмітка станів автомата

					КПІ.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

2) Згідно з блок-схемою алгоритму (рис. 1), побудуємо граф автомата Мура (рис. 2) та виконаємо кодування станів автомата (табл. 3).

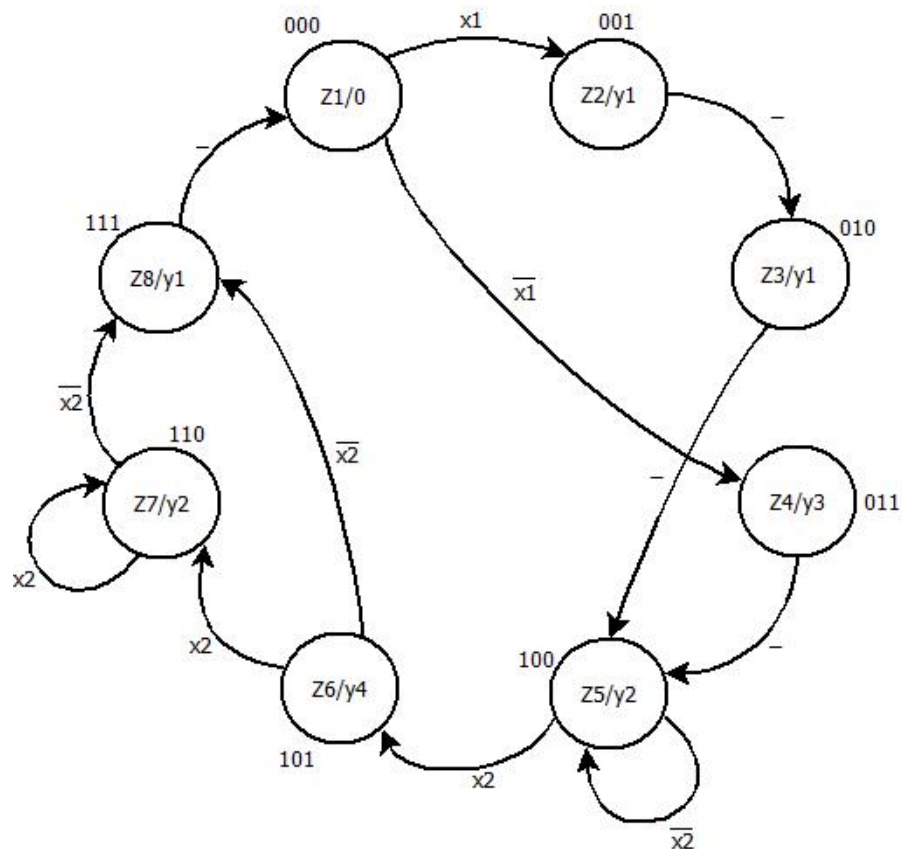


Рисунок 2 – Граф автомата

Таблиця 3 – Кодування станів автомата

	Q_1	Q_2	Q_3
Z_1	0	0	0
Z_2	0	0	1
Z_3	0	1	0
Z_4	0	1	1
Z_5	1	0	0
Z_6	1	0	1
Z_7	1	1	0
Z_8	1	1	1

Для синтезу логічної схеми автомата необхідно виконати синтез функцій збудження тригерів та вихідних функцій автомата. Кількість станів дорівнює $Z_i = 8$, кількість тригерів знайдемо за формулою:

$$N = \lceil \log_2 Z_i \rceil = 3$$

Згідно варіанту ТЗ, необхідно використовувати JK-тригери. Запишемо таблицю переходів для цього типу тригерів на рис. 3.

$J = 0; K = *$	0	→	0
$J = 1; K = *$	0	→	1
$J = *; K = 1$	1	→	0
$J = *; K = 0$	1	→	1

Рисунок 3 – Таблиця переходів JK-тригера

3) На основі графа автомата (рис. 2) складемо структурну таблицю автомата (табл. 4).

Таблиця 4 – Структурна таблиця

Перехід	Q_1^t	Q_2^t	Q_3^t	Q_1^{t+1}	Q_2^{t+1}	Q_3^{t+1}	\bar{x}_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	J_3	K_3	J_2	K_2	J_1	K_1
$Z_1 \rightarrow Z_2$	0	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	0	0	-	0	-	1	-
$Z_1 \rightarrow Z_4$	0	0	0	0	1	1	1	-	0	0	0	0	0	-	1	-	1	-
$Z_2 \rightarrow Z_3$	0	0	1	0	1	0	-	-	1	0	0	0	0	-	1	-	-	1
$Z_3 \rightarrow Z_5$	0	1	0	1	0	0	-	-	1	0	0	0	1	-	-	1	0	-
$Z_4 \rightarrow Z_5$	0	1	1	1	0	0	-	-	0	0	1	0	1	-	-	1	-	1
$Z_5 \rightarrow Z_5$	1	0	0	1	0	0	-	0	0	1	0	0	-	0	0	-	0	-
$Z_5 \rightarrow Z_6$	1	0	0	1	0	1	-	1	0	1	0	0	-	0	0	-	1	-
$Z_6 \rightarrow Z_7$	1	0	1	1	1	0	-	1	0	0	0	1	-	0	1	-	-	1
$Z_6 \rightarrow Z_8$	1	0	1	1	1	1	-	0	0	0	0	1	-	0	1	-	-	0
$Z_7 \rightarrow Z_7$	1	1	0	1	1	0	-	1	0	1	0	0	-	0	-	0	0	-
$Z_7 \rightarrow Z_8$	1	1	0	1	1	1	-	0	0	1	0	0	-	0	-	0	1	-
$Z_8 \rightarrow Z_1$	1	1	1	0	0	0	-	-	1	0	0	0	-	1	-	1	-	1

За варіантом технічного завдання, доступні логічні елементи 2І-НЕ, 4АБО

=> можливі нормальні форми І- НЕ/І-НЕ та АБО/І-НЕ, виключно з **ДНФ**. Тому

мінімізація функцій має бути по одиницях. Скористаймося діаграмами Вейча на 2 та 5 аргументів.

Мінімізацію проведено на рис. 4-5.

					КП.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		4

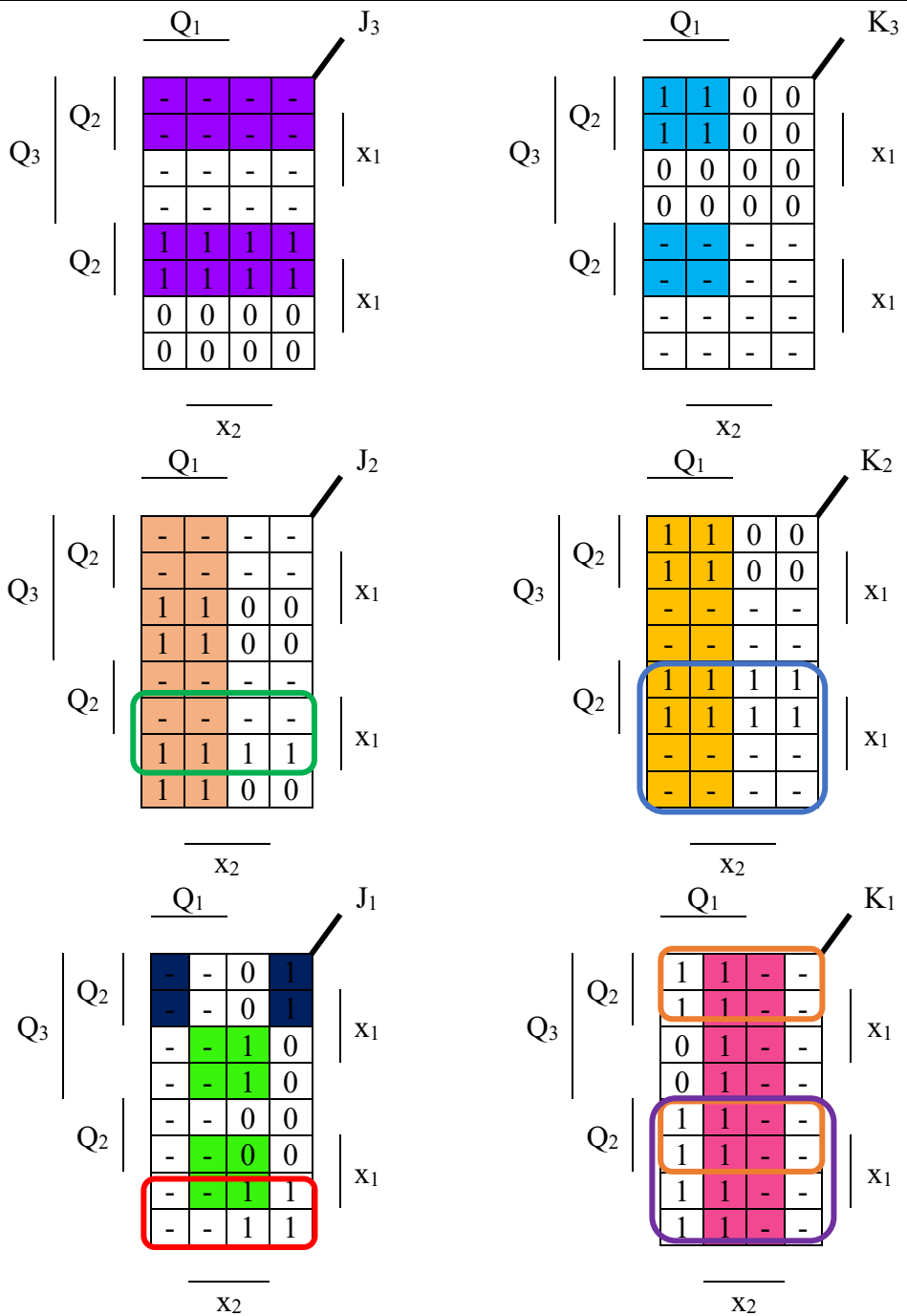


Рисунок 4 – Мінімізація функцій збудження тригерів

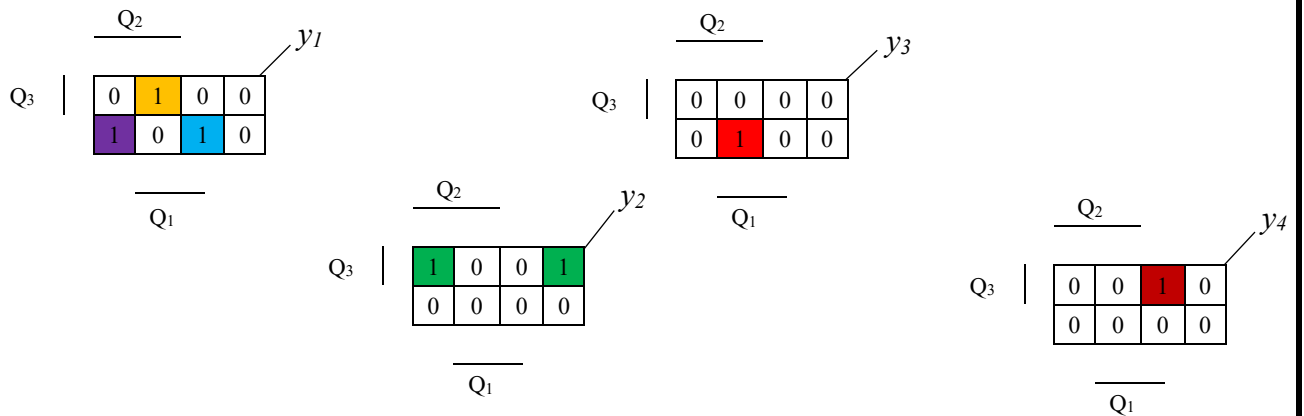


Рисунок 5 – Мінімізація вихідних сигналів

4) Одержуємо МДНФ представлення функцій збудження тригерів J_i , K_i та вихідних сигналів y_i :

$$J_3 = Q_2$$

$$J_2 = Q_1 \vee (\overline{Q_3} \cdot \overline{x_1})$$

$$J_1 = (Q_3 \cdot Q_2 \cdot \overline{x_2}) \vee (\overline{Q_2} \cdot x_2) \vee (\overline{Q_3} \cdot \overline{Q_2})$$

$$K_3 = Q_2 \cdot Q_1$$

$$K_2 = Q_1 \vee \overline{Q_3}$$

$$K_1 = \overline{Q_3} \vee x_2 \vee Q_2$$

$$y_1 = (\overline{Q_3} \cdot Q_2 \cdot \overline{Q_1}) \vee (Q_3 \cdot Q_2 \cdot Q_1) \vee (\overline{Q_3} \cdot \overline{Q_2} \cdot Q_1)$$

$$y_2 = Q_3 \cdot \overline{Q_1}$$

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

$$y_4 = Q_3 \cdot \overline{Q_2} \cdot Q_1$$

5) Операторні форми на базі *Або/І-Не* та *І-Не/І-Не*:

$$J_3 = Q_2$$

$$J_2 = \overline{\overline{Q_1} \cdot (\overline{Q_3} \cdot \overline{x_1})}$$

$$J_1 = \overline{(\overline{Q_3} \vee \overline{Q_2} \vee \overline{x_2}) \cdot (\overline{Q_2} \cdot x_2) \cdot (\overline{Q_3} \cdot \overline{Q_2})}$$

$$K_3 = \overline{Q_2 \cdot Q_1}$$

$$K_2 = Q_1 \vee \overline{Q_3}$$

$$K_1 = \overline{Q_3 \vee x_2 \vee Q_2}$$

$$y_1 = \overline{(Q_3 \vee \overline{Q_2} \vee Q_1) \cdot (\overline{Q_3} \vee \overline{Q_2} \vee \overline{Q_1}) \cdot (Q_3 \vee Q_2 \vee \overline{Q_1})}$$

$$y_2 = \overline{Q_3 \cdot \overline{Q_1}}$$

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

$$y_4 = \overline{Q_3 \cdot \overline{Q_2} \cdot Q_1}$$

Даних достатньо для побудови комбінаційних схем функцій збудження тригерів та функцій сигналу виходу, таким чином, і всієї комбінаційної схеми. Автомат будуємо на трьох JK-тригерах.

Схема автомату виконана згідно з єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД) і наведена у документі «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна КПІ.ФІОТ.ІО1429.003 Е2» .

					КПІ.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		6

3. Синтез комбінаційних схем

3.1 Вступ

На підставі «Технічного завдання КП.ФІОТ.ІО1429. 002 ТЗ» (табл. 2) виконуємо синтез комбінаційних схем.

1. За умовою завдання необхідно функцію f_4 представити в канонічних формах алгебр:

- Буля;
- Жегалкіна;
- Пірса;
- Шефера.

2. Визначити належність даної функції до п'яти чудових класів.

3. Виконати мінімізацію функції f_4 методами:

- невизначених коефіцієнтів;
- Квайна;
- Квайна – Мак-Класкі;
- діаграм Вейча.

4. Виконати спільну мінімізацію функцій f_1, f_2, f_3

5. Одержати операторні форми для реалізації на ПЛІМ

3.2 Представлення функції f_4 у канонічних формах алгебр

1) Буля

Алгебра визначена на $n \geq 2$ змінних. Для перетворення аргументів в алгебрі Буля використовуються функції І, АБО та НЕ.

Система перемикальних функцій відповідно має вигляд:

$$\begin{cases} f_1 = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n; \\ f_2 = x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_n; \\ f_3 = x_i, (i = 1, n). \end{cases}$$

Визначимо канонічні нормальні форми алгебри Буля для функції f_4 :

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

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

$$f_4 \text{ дкнф} = (\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \cdot (\bar{x}_4 \vee \bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1) \cdot (\bar{x}_4 \vee x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \cdot (\bar{x}_4 \vee x_3 \vee x_2 \vee \bar{x}_1) \cdot$$

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

					КП.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		7

2) Жегалкіна

Система функцій алгебри Жегалкіна має вигляд суми кон'юнкцій булевих змінних, тобто містить двомісні функції І та ВИКЛЮЧНЕ АБО, а також константу 1:

$$\begin{cases} f_1 = x_1 \cdot x_2 \dots \cdot x_n; \\ f_2 = x_1 \oplus x_2 \oplus \dots \oplus x_n; \\ f_3 = 1. \end{cases}$$

Виходячи з ДДНФ згідно з аксіомами $\bar{x} = x \oplus 1$, $x \oplus x = 0$, $x \oplus 0 = x$ визначимо канонічну нормальну форму алгебри Жегалкіна для функції f_4 :

$$F_{4\text{Жегалкіна}} = x_1 \oplus x_2 \oplus (x_2 \cdot x_3) \oplus (x_3 \cdot x_4) \oplus (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3) \oplus (x_1 \cdot x_3 \cdot x_4) \oplus (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4)$$

3) Пірса

Алгебра Пірса-Вебба визначена на $n \geq 2$ елементах і містить одну функцію АБО-НЕ. Для позначення використовують символ \uparrow . Це двомісна логічна операція, яка є запереченням диз'юнкції, називається стрілкою Пірса.

Записати алгебру Пірса-Вебба можна так:

$$Y = x_1 \uparrow x_2 \uparrow \dots \uparrow x_n = \overline{x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_n}$$

Для переходу до алгебри Пірса, необхідно з ДКНФ перейти у форму АБО-НЕ/АБО-НЕ та замінити усі знаки диз'юнкції на стрілки Пірса. Звідки маємо:

$$F_{4\text{Пірса}} = (\bar{x}_4 \uparrow \bar{x}_3 \uparrow \bar{x}_2 \uparrow \bar{x}_1) \uparrow (\bar{x}_4 \uparrow \bar{x}_3 \uparrow x_2 \uparrow x_1) \uparrow (\bar{x}_4 \uparrow x_3 \uparrow \bar{x}_2 \uparrow \bar{x}_1) \uparrow (\bar{x}_4 \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow \bar{x}_1) \uparrow$$

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

Далі використовуємо аксіому $\bar{x}_i = \overline{x_i \vee x_i} = (x_i \uparrow x_i)$:

$$F_{4\text{Пірса}} = ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow x_2 \uparrow x_1) \uparrow$$

$$\uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow x_3 \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \uparrow ((x_4 \uparrow x_4) \uparrow x_3 \uparrow x_2 \uparrow x_1) \uparrow$$

$$\uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow (x_2 \uparrow x_2) \uparrow (x_1 \uparrow x_1)) \uparrow (x_4 \uparrow (x_3 \uparrow x_3) \uparrow x_2 \uparrow x_1)$$

4) Шефера

Алгебра Шефера визначена на $n \geq 2$ елементах і містить одну функцію І-НЕ, яку можна записати у вигляді:

$$Y = x_1 / x_2 / \dots / x_n = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n}$$

Для переходу до алгебри Шефера, необхідно з ДДНФ перейти до І-НЕ/ІНЕ, та замінити усі знаки кон'юнкції на штрих Шефера (для зручності використаємо позначення $|$ замість \wedge)

Звідки маємо:

$$F_{4\text{Шефера}} = (\bar{x}_4 | \bar{x}_3 | \bar{x}_2 | x_1) | (\bar{x}_4 | \bar{x}_3 | x_2 | \bar{x}_1) | (\bar{x}_4 | x_3 | \bar{x}_2 | x_1) | (x_4 | \bar{x}_3 | \bar{x}_2 | x_1) |$$

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

$$F_{4\text{Шефера}} = ((x_4 | x_4) | (x_3 | x_3) | (x_2 | x_2) | x_1) | ((x_4 | x_4) | (x_3 | x_3) | x_2 | (x_1 | x_1)) |$$

$$| ((x_4 | x_4) | x_3 | (x_2 | x_2) | x_1) | (x_4 | (x_3 | x_3) | (x_2 | x_2) | x_1) | (x_4 | (x_3 | x_3) | x_2 | (x_1 | x_1)) |$$

$$| (x_4 | x_3 | (x_2 | x_2) | (x_1 | x_1)) | (x_4 | x_3 | (x_2 | x_2) | x_1) | (x_4 | x_3 | x_2 | (x_1 | x_1)) \vee (x_4 | x_3 | x_2 | x_1)$$

					КП.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		8

3.3 Визначення належності функції f_4 до п'яти чудових класів

Будь-яку сукупність функцій можна вважати класом. Існує п'ять передповних класів:

- Функцій, що зберігають константу 0 на першому наборі (K_0);
- Функцій, що зберігають константу 1 на останньому наборі (K_1);
- Функцій, які мають протилежні значення на протилежних наборах – самодвоїстих функцій (K_C);
- Неспадних функцій на зростаючих наборах, які можна порівнювати порозрядно – монотонних функцій (K_M);
- Функцій, які можна представити поліномом Жегалкіна першої степені – лінійних функцій (K_L).

Визначимо належність функції f_4 до передповних класів:

- Функція зберігає константу нуля: $f_4(0000) = 0$;
- Функція зберігає константу одиниці: $f_4(1111) = 1$;
- Функція має ідентичні значення на протилежних наборах: $f_4(0001) = f_4(1110) = 1$.
- Функція не є монотонною, так як може приймати як більше так і менше значення на більшому наборі: $f_4(0000) = 0 < 1 = f_4(0001)$, $f_4(0010) = 1 > 0 = f_4(0011)$.
- Функцію неможливо представити поліномом Жегалкіна першої степені, згідно результатів 2-го пункту 3.2 підрозділу.

Отже, функція не є функціонально повною (табл. 6).

Таблиця 5 – Належність функції f_4 до передповних класів

	K_0	K_1	K_C	K_M	K_L
f_4	+	+	-	-	-

3.4 Мінімізація функції f_4

1) Методом невизначених коефіцієнтів:

Ідея цього методу полягає у скороченні усіх непотрібних імплікант у складеній таблиці з усіма їх комбінаціями та конституентами. Робочу таблицю для знаходження МДНФ представлено таблицею 6. Далі виконується викреслювання тих рядків, на яких функція приймає нульові значення. Потім викреслюються вже знайдені нульові коефіцієнти в стовпцях таблиці. У тих рядках таблиці, де залишилися не закреслені імпліканти, виконується поглинання імплікант з однаковими коефіцієнтами з правої сторони. Після поглинання знаходимо найвигіднішу комбінацію імплікант.

					КПІ.ФІОТ.101429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		9

Таблиця 6 – Метод невизначених коефіцієнтів

a	b	c	d	ab	ac	ad	bc	bd	cd	abc	abd	acd	bcd	abcd	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	1
0	1	1	0	01	01	00	11	10	10	011	010	010	110	0110	0
0	1	1	1	01	01	01	11	11	11	011	011	011	111	0111	0
1	0	0	0	10	10	10	00	00	00	100	100	100	000	1000	0
1	0	0	1	10	10	11	00	01	01	100	101	101	001	1001	1
1	0	1	0	10	11	10	01	00	10	101	100	110	010	1010	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

Сірим кольором позначені викреслені рядки, червоним – відповідні коефіцієнти у рядках імплікант одиниці, синім – поглинання. Усі коефіцієнти цих категорій викреслені. Не викресленими залишились імпліканти для ТДНФ та МДНФ. Для виділення МДНФ було обрано жовтий колір. Запишемо нижче

$$(x_4x_3x_2x_1 \equiv abcd)$$

$$F_{4\text{МДНФ}} = ab \vee \bar{c}d \vee b\bar{c}\bar{d}$$

2) Метод Квайна – Мак-Класкі

Виходячи з таблиці істинності функції, запишемо стовпчик конституент одиниці, розподіливши терми за кількістю одиниць. Проводимо попарне склеювання між сусідніми групами і групуємо терми за позицією X.

$$K^0 = \begin{cases} 0001 \\ 0010 \\ 0101 \\ 1001 \\ 1010 \\ 1100 \\ 1101 \\ 1110 \\ 1111 \end{cases} \quad K^1 = \begin{cases} X001 \\ X010 \\ X101 \\ 0X01 \\ 1X01 \\ 1X10 \\ 11X0 \\ 11X1 \\ 110X \\ 111X \end{cases} \quad K^2 = \begin{cases} XX01 \\ 11XX \end{cases} \quad Z = \begin{cases} XX01 \\ 11XX \\ X010 \\ 1X10 \end{cases}$$

Після отримання кубу K^2 подальше склеювання неможливе. Виконуємо поглинання і одержимо Z-покриття, що відповідає СДНФ. Побудуємо таблицю покриття (табл. 7) та запишемо МДНФ:

Таблиця 7 – Таблиця покриття

	0001	0010	0101	1001	1010	1100	1101	1110	1111
XX01	V		V	V			V		
11XX						V	V	V	V
X010		V			V				
1X10					V			V	

В даному випадку три імпліканти, що входять в ядро функції утворюють МДНФ:

$$F_{4\text{МДНФ}} = \mathbf{XX01} \vee \mathbf{11XX} \vee \mathbf{X010}$$

$$F_{4\text{МДНФ}} = \mathbf{ab} \vee \bar{\mathbf{c}}\bar{\mathbf{d}} \vee \bar{\mathbf{b}}\bar{\mathbf{c}}\bar{\mathbf{d}}$$

3) Метод діаграм Вейча

Виконаємо мінімізацію функції методом діаграм Вейча таблицею на 4 аргументи (рис. 7). Цей метод дуже зручний при мінімізації функції: кожна клітинка відповідає конституенті, а прямокутник з кількох клітинок – імпліканти.

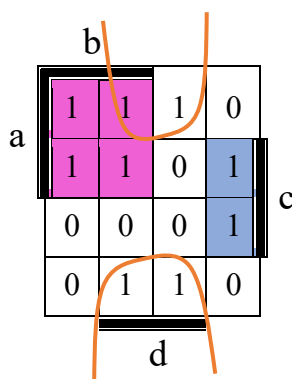


Рисунок 6 – Діаграма Вейча

$$F_{4\text{МДНФ}} = \mathbf{ab} \vee \bar{\mathbf{c}}\bar{\mathbf{d}} \vee \bar{\mathbf{b}}\bar{\mathbf{c}}\bar{\mathbf{d}}$$

3.5 Спільна мінімізація системи функцій f_1, f_2, f_3 по одиницям

Для реалізації першої ПЛМ виконаємо спільну мінімізацію системи функцій f_1, f_2, f_3 по одиницям. Для цього скористаємось методом Квайна, таблиця 8 ($x_4x_3x_2x_1 \equiv abcd$)

Таблиця 8 – Мінімізація системи функцій f_1, f_2, f_3 методом Квайна

$abcd$	f_1	f_2	f_3			
0000	1	1	1	$\bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d}\{1, 2, 3\}$	$\bar{a}\bar{b}\bar{c}\{1, 2\}$	$\bar{a}\bar{d}\{1, 3\}$
0001	1	1	0	$\bar{a}\bar{b}\bar{c}d\{1, 2\}$	$\bar{a}\bar{b}\bar{d}\{1, 2, 3\}$	$\bar{c}\bar{d}\{1\}$
0010	1	1	1	$\bar{a}\bar{b}c\bar{d}\{1, 2, 3\}$	$\bar{a}\bar{c}\bar{d}\{1, 3\}$	$b\bar{d}\{1\}$
0011	0	0	0		$\bar{b}\bar{c}\bar{d}\{1\}$	$bc\{1\}$
0100	-	0	1	$\bar{a}\bar{b}c\bar{d}\{1, 3\}$	$\bar{a}\bar{c}\bar{d}\{1, 2, 3\}$	
0101	0	0	0		$\bar{b}c\bar{d}\{3\}$	
0110	1	-	-	$\bar{a}b\bar{c}\bar{d}\{1, 2, 3\}$	$\bar{a}b\bar{d}\{1, 3\}$	
0111	-	-	1	$\bar{a}bcd\{1, 2, 3\}$	$b\bar{c}\bar{d}\{1, 3\}$	
1000	1	0	0	$a\bar{b}\bar{c}\bar{d}\{1\}$	$\bar{a}bc\{1, 2, 3\}$	
1001	0	0	1	$a\bar{b}\bar{c}d\{3\}$	$\bar{b}c\bar{d}\{1\}$	
1010	0	0	1	$a\bar{b}c\bar{d}\{3\}$	$bcd\{1, 2, 3\}$	
1011	1	0	0	$a\bar{b}cd\{1\}$	$a\bar{c}\bar{d}\{1\}$	
1100	1	-	1	$ab\bar{c}\bar{d}\{1, 2, 3\}$	$acd\{1\}$	
1101	0	1	0	$ab\bar{c}d\{2\}$	$ab\bar{c}\{2\}$	
1110	1	0	0	$abc\bar{d}\{1\}$	$ab\bar{d}\{1\}$	
1111	1	1	1	$abcd\{1, 2, 3\}$	$abd\{2\}$	
					$abc\{1\}$	

Подальше склеювання неможливе. Виконуємо поглинання і складаємо таблицю покриття (табл. 9).

Таблиця 9 – Таблиця покриття (по Квайну)

Імплі/Конст	F_1										F_2					F_3							
	0000	0001	0010	0011	1000	1011	1100	1110	1111		0000	0001	0010	1101	1111	0000	0010	0100	0111	1001	1010	1100	1111
$\bar{a}\bar{d}\{1,3\}$	v		v	v											v	v	v						
$\bar{c}\bar{d}\{1\}$	v				v																		
$b\bar{d}\{1\}$				v			v	v															
$bc\{1\}$				v				v	v														
$\bar{a}\bar{b}\bar{c}\{1,2\}$	v	v								v	v												
$\bar{a}\bar{b}\bar{d}\{1,2,3\}$	v		v							v		v			v	v							
$\bar{a}c\bar{d}\{1,2,3\}$			v	v								v				v							
$\bar{b}c\bar{d}\{3\}$																v					v		
$b\bar{c}\bar{d}\{1,3\}$							v										v					v	
$\bar{a}bc\{1,3\}$				v														v					
$bcd\{1,2,3\}$									v				v					v					v
$acd\{1\}$						v			v														
$ab\bar{c}\{2\}$													v										
$abd\{2\}$													v	v									
$\bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d}\{3\}$																			v				
$ab\bar{c}\bar{d}\{1,3\}$							v																v

МДНФ:

$$F_1 = (\bar{a} \cdot \bar{d}) \vee (\bar{c} \cdot \bar{d}) \vee (b \cdot \bar{d}) \vee (\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}) \vee (a \cdot c \cdot d)$$

$$F_2 = (\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}) \vee (\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{d}) \vee (a \cdot b \cdot d)$$

$$F_3 = (\bar{a} \cdot \bar{d}) \vee (\bar{b} \cdot c \cdot \bar{d}) \vee (b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d}) \vee (b \cdot c \cdot d) \vee (a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d)$$

Спільними є терми:

$(\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c})$ – для f_1 і f_2 ;

$(\bar{a} \cdot \bar{d})$ – для f_1 і f_3 .

Реалізовано на рис. 8.

Перевірка мінімізації методом Вейча:

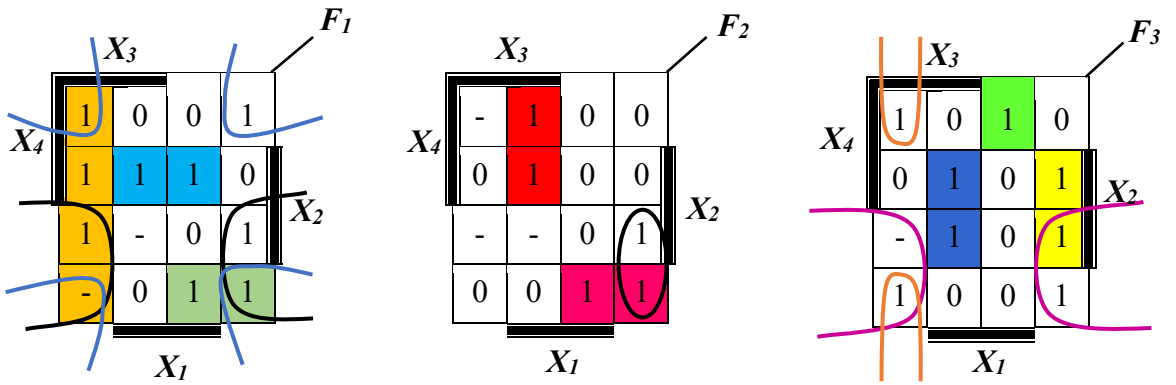


Рисунок 7 – Перевірка мінімізації

Формули з таблиць Вейча зійшлись, отже спільна мінімізація виконана правильно.

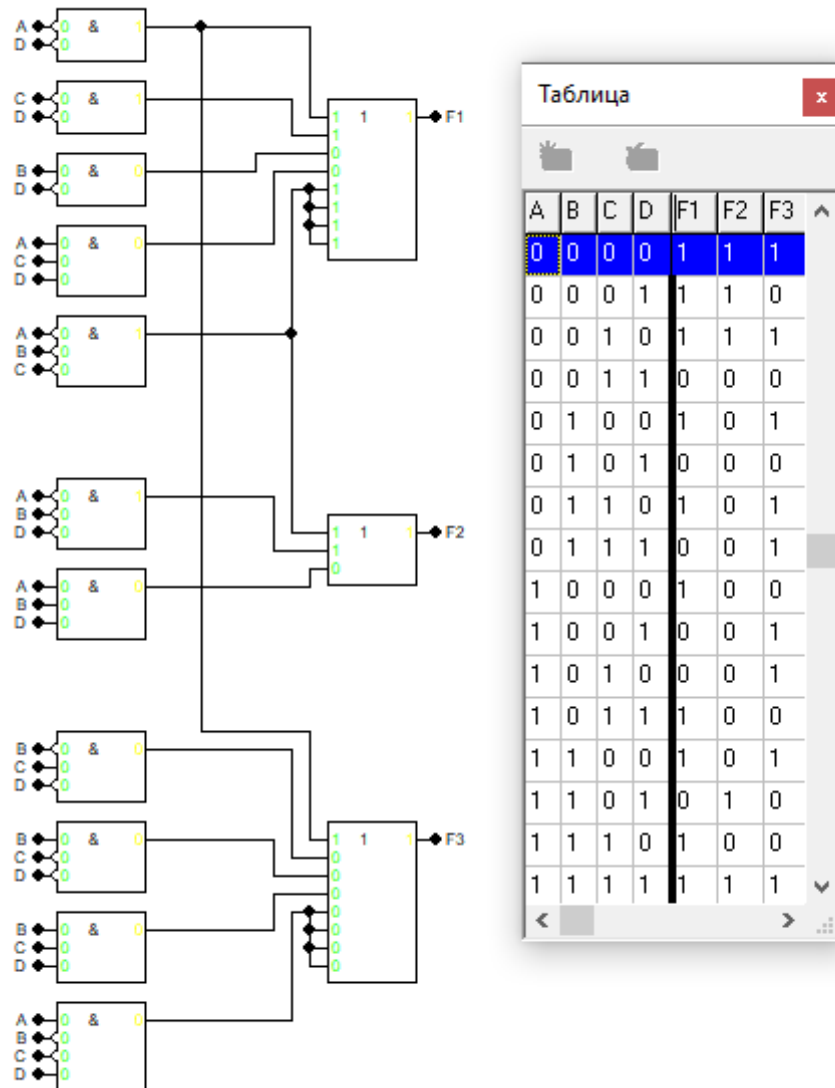


Рисунок 8 – Комбінаційна схема системи функцій f_1, f_2, f_3

Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
----	------	---------	--------	------

3.6 Реалізація системи функцій f_1, f_2, f_3 на першій ПЛМ

Позначимо терми системи перемикальних функцій:

$$P_1 = \bar{a}\bar{d}; P_2 = \bar{c}\bar{d}; P_3 = b\bar{d}; P_4 = acd; P_5 = \bar{a}\bar{b}\bar{c}; P_6 = \bar{a}\bar{b}\bar{d}; P_7 = abd; P_8 = \bar{b}\bar{c}\bar{d}; P_9 = b\bar{c}\bar{d}; P_{10} = bcd; P_{11} = \bar{a}\bar{b}\bar{c}d.$$

Тоді функції виходів описуються системою:

$$\begin{cases} F_1 = P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4 \vee P_5 \\ F_2 = P_5 \vee P_6 \vee P_7 \\ F_3 = P_1 \vee P_8 \vee P_9 \vee P_{10} \vee P_{11} \end{cases}$$

Визначимо мінімальні параметри ПЛМ:

- $n = 4$ – число інформаційних входів;
- $p = 11$ – число проміжних внутрішніх шин;
- $m = 3$ – число інформаційних виходів.

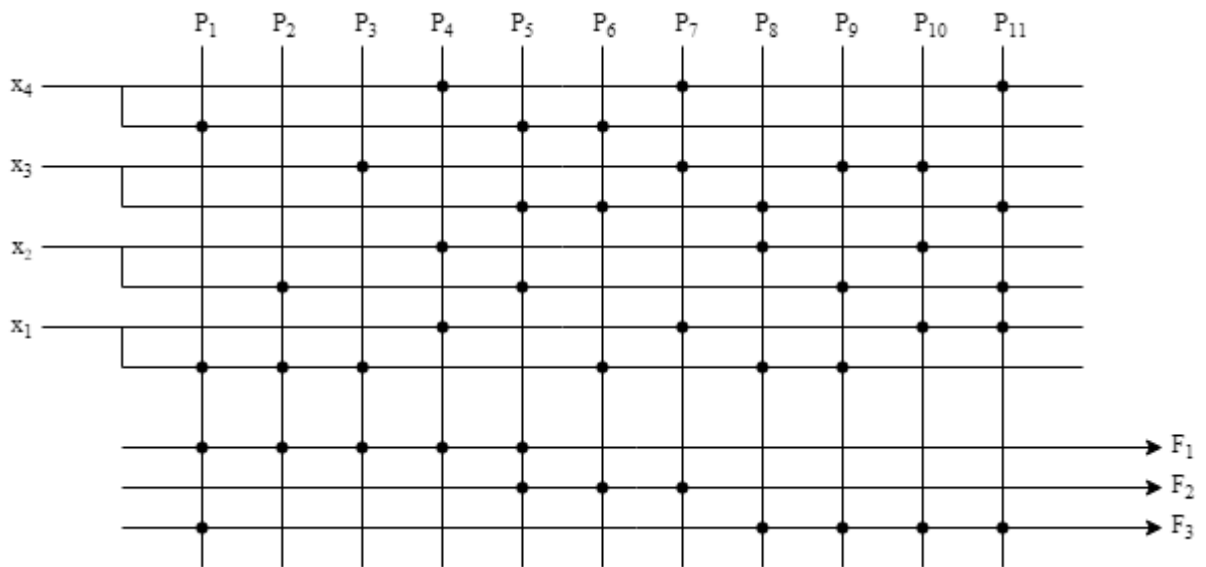


Рисунок 9 – Програмовна логічна матриця для системи функцій f_1, f_2, f_3

Складемо карту програмування ПЛМ (4, 11, 3):

					КП.ФІОТ.Ю1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		15

Таблиця 10 – Карта програмування ПЛМ №1

№ шини	Входи				Виходи		
	x_4	x_3	x_2	x_1	f_1	f_2	f_3
1	0	-	-	0	1	0	1
2	-	-	0	0	1	0	0
3	-	1	-	0	1	0	0
4	1	-	1	1	1	0	0
5	0	0	0	-	1	1	0
6	0	0	-	0	0	1	0
7	1	1	-	1	0	1	0
8	-	0	1	0	0	0	1
9	-	1	0	0	0	0	1
10	-	1	1	1	0	0	1
11	1	0	0	1	0	0	1

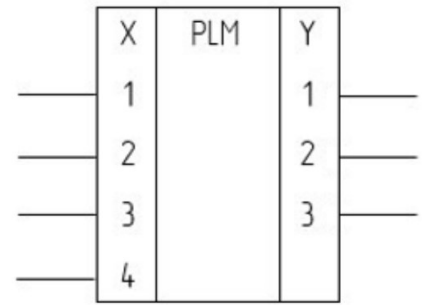
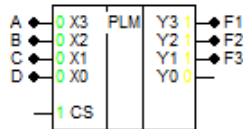


Рисунок 10 – УГП ПЛМ №1



Таблиця

A	B	C	D	F1	F2	F3
0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	1	1	1
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	0	1	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1

Рисунок 11 – Запрограмована в AFDK ПЛМ №1

3.7 Спільна мінімізація системи функцій f_1, f_2, f_3 по нулям

Щоб одержати схеми з мінімальними параметрами, а також для реалізації комбінаційної схеми у базисі І/АБО-НЕ необхідно виконати спільну мінімізацію системи функцій. Мінімізацію проведемо методом Квайна - Мак-Класкі. Виходячи з таблиці істинності функції, запишемо стовпчик конституент нуля. Проводимо попарне склеювання між сусідніми групами і групуємо терми за позицією X.

$$\begin{array}{l}
 K^0 = \left\{ \begin{array}{l}
 0001\{3\} \\
 0100\{1, 2\} \\
 1000\{2, 3\} \\
 0011\{1, 2, 3\} \\
 0101\{1, 2, 3\} \\
 0110\{2, 3\} \\
 1001\{1, 2\} \\
 1010\{1, 2\} \\
 \underline{1100}\{2\} \\
 0111\{1, 2\} \\
 1011\{2, 3\} \\
 1101\{1, 3\} \\
 1110\{2, 3\}
 \end{array} \right.
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 K^1 = \left\{ \begin{array}{l}
 X100\{2\} \\
 X011\{2, 3\} \\
 X101\{1, 3\} \\
 \underline{X110}\{2, 3\} \\
 0X01\{3\} \\
 \underline{1X00}\{2\} \\
 0X11\{1, 2\} \\
 1X01\{1\} \\
 \underline{1X10}\{2\} \\
 00X1\{3\} \\
 01X0\{2\} \\
 10X0\{2\} \\
 01X1\{1, 2\} \\
 10X1\{2\} \\
 \underline{11X0}\{2\} \\
 010X\{1, 2\} \\
 100X\{2\} \\
 011X\{2\} \\
 101X\{2\}
 \end{array} \right.
 \end{array}
 \quad
 K^2 = \left\{ \begin{array}{l}
 1XX0\{2\} \\
 01XX\{2\} \\
 X1X0\{2\} \\
 10XX\{2\}
 \end{array} \right.$$

Після отримання кубу K^2 подальше склеювання неможливе. Виконуємо поглинання і одержимо Z-покриття (СКНФ). Побудуємо таблицю покриття (табл. 11) та запишемо МДНФ:

					КПІ.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		17

Таблиця 11 – Таблиця покриття

Імпл./Конст	F_1					F_2						F_3								
	0011	0101	1001	1010	1101	1100	0100	0101	1000	1001	1010	1011	1110	0001	0011	0101	1000	1011	1101	1110
0X01{3}														V		V				V
1XX0{2}								V		V		V								
01XX{2}							V	V												
X1X0{2}							V					V								
10XX{2}								V	V	V	V									
X011{2,3}						V						V		V			V			
X101{1,3}		V			V										V				V	
X110{2,3}												V								V
0X11{1,2}	V					V														
1X01{1}			V		V															
01X1{1,2}		V						V												
010X{1,2}		V					V	V												
0100{2}							V													
1000{2,3}									V							V				
0011{1,2,3}	V					V								V						
0101{1,2,3}		V						V							V					
1001{1,2}			V						V											
1010{1,2}				V						V										

Запишемо МКНФ функцій:

$$F_1 = \overline{(X101 \vee 0X11 \vee 1X01 \vee 1010)};$$

$$F_2 = \overline{(01XX \vee X110 \vee 10XX \vee X011)};$$

$$F_3 = \overline{(X011 \vee X101 \vee X110 \vee 1000 \vee 0X01)}.$$

					КПІ.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		
						18

Спільними термами є:

X101 – для f_1 та f_3 ;

X110, X011 – для f_2 та f_3 ;

Реалізовано на рис. 12.

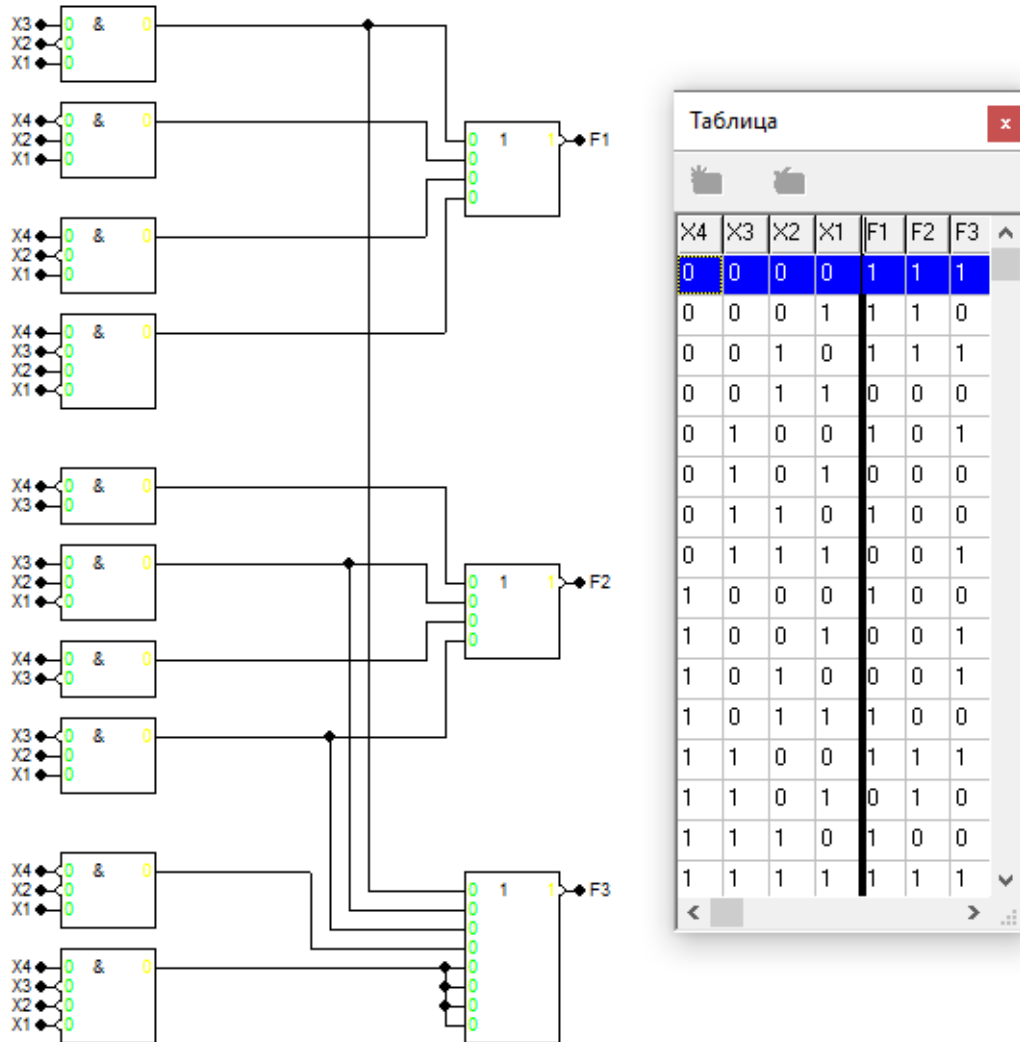


Рисунок 12 – Комбінаційна схема функцій f_1 , f_2 , f_3 у I/АБО-НЕ

3.8 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ №2

Позначимо терми перемикальних функцій:

$$P_1 = x_3 \bar{x}_2 x_1; P_2 = \bar{x}_4 x_2 x_1; P_3 = x_4 \bar{x}_2 x_1; P_4 = x_4 \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1; P_5 = \bar{x}_4 x_3; P_6 = x_3 x_2 \bar{x}_1; P_7 = x_4 \bar{x}_3;$$

$$P_8 = \bar{x}_3 x_2 x_1; P_9 = \bar{x}_4 \bar{x}_2 x_1; P_{10} = x_4 \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1.$$

Тоді функції виходів описуються системою:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1 = \overline{P_1 \vee P_2 \vee P_3 \vee P_4} \\ F_2 = \overline{P_5 \vee P_6 \vee P_7 \vee P_8} \\ F_3 = \overline{P_1 \vee P_6 \vee P_8 \vee P_9 \vee P_{10}} \end{array} \right.$$

Визначимо мінімальні параметри ПЛМ:

- $n = 4$ – число інформаційних входів;
- $p = 10$ – число проміжних внутрішніх шин;
- $m = 3$ – число інформаційних виходів.

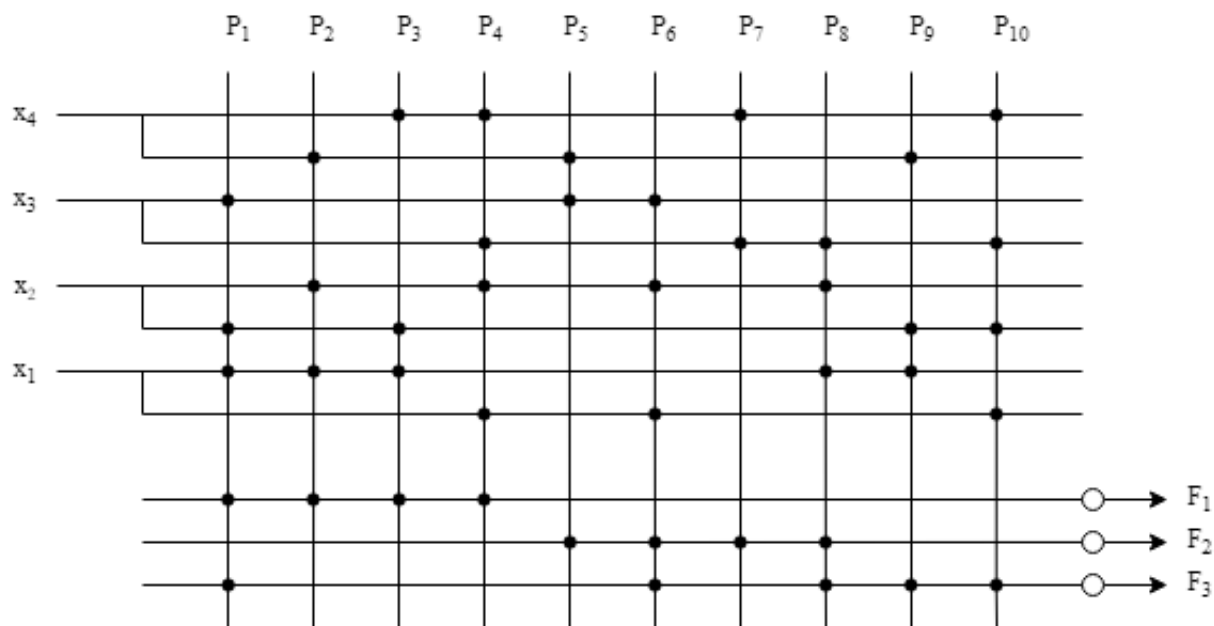


Рисунок 13 – ПЛМ для заперечень систем функцій f_1, f_2, f_3

Складемо карту програмування ПЛМ (4, 10, 3)

					КП.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		20

Таблиця 12 – Карта програмування ПЛМ №2

№ шини	Входи				Виходи		
	x_4	x_3	x_2	x_1	$\overline{f_1}$	$\overline{f_2}$	$\overline{f_3}$
1	-	1	0	1	1	0	1
2	0	-	1	1	1	0	0
3	1	-	0	1	1	0	0
4	1	0	1	0	1	0	0
5	0	1	-	-	0	1	0
6	-	1	1	0	0	1	1
7	1	0	-	-	0	1	0
8	-	0	1	1	0	1	1
9	0	-	0	1	0	0	1
10	1	0	0	0	0	0	1

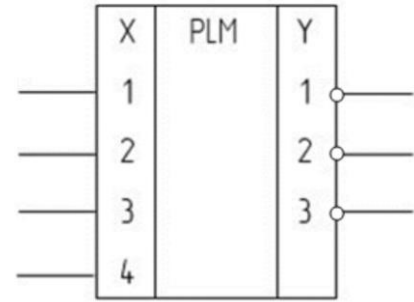
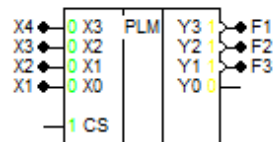


Рисунок 14 – УГП ПЛМ №2



Таблиця

X4	X3	X2	X1	F1	F2	F3
0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	1	1	1
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	1	0	1	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1

Рисунок 15 – Запрограмована в AFDK ПЛМ №2

4. Висновок

Завдання курсової роботи полягало у виконанні абстрактного і структурного синтезу автомата. Функціональна схема автомата приведена у документі «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна» і виконана згідно з вимогами єдиної системи конструкторської документації. Автомат працює по заданому алгоритму і може бути використаний у сфері обчислювальної техніки.

Під час виконання роботи були закріплені знання теоретичного курсу, отримані навички їх практичного застосування. Також були покращені навички роботи з конструкторською документацією та інструментарієм.

					<i>КПІ.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ</i>	Арк
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

5. Список літератури

1. Жабін В.І., Верба О.А. «Комп'ютерна логіка. Практикум» – Київ: КПІ, 2020. – 98 с.
2. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна логіка», 2020р.
3. Прикладна теорія цифрових автоматів: Навчальний посібник. / Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А. [та ін.] – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2007. —364с. – ISBN 966-598-357-1.
4. ДСТУ 3008-2015 «Державний стандарт України. Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення»
5. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 ЄСКД. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, ІДТ)

					КПІ.ФІОТ.ІО1429.004 ПЗ	Арк
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		23