# *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 №*** *І0-3110*

***Допущений до захисту \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Номер технічного завдання*** *– 110000100110*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*(підпис керівника)*

***Київ - 2013 р.***

*Опис альбому*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***№ рядка***  *Зм.ю.*  *Арк*.  *№ докум*.  *Пiдпис*  *Дата*  *Розроб.*  *Перевiр.*  *Н. контр.*  *Затв.*  *Долинний О.В.*  *Лiт.*  *Аркуш*  *Аркушiв*  *ІАЛЦ.463626.001 ОА*  *Опис альбому*  *1***2**  *1*  *Поспішний О.С.*  *Жабін В.І.*  *1*  *НТУУ “КПІ” ФІОТ*  *Група ІО-31* | ***Формат*** | ***Позначення*** | ***Найменування*** | ***Кількість*** | ***Примітка*** |
| *1* |  |  |  |  |  |
| *2* |  |  | *Документація загальна* |  |  |
| *3* |  |  |  |  |  |
| *4* |  |  | *розроблена заново* |  |  |
| *5* |  |  |  |  |  |
| *6* | *А4* | *ІАЛЦ.463626.001 ОА* | *Опис альбому* | *1* |  |
| *7* |  |  |  |  |  |
| *8* | *А4* | *ІАЛЦ.463626.002 Т3* | *Технічне завдання* | *4* |  |
| *9* |  |  |  |  |  |
| *10* | *А2* | *ІАЛЦ.463626.003 Э2* | *Керуючий автомат.* |  |  |
| *11* |  |  | *Схема електрична* | *1* |  |
| *12* |  |  | *функціональна* |  |  |
| *13* |  |  |  |  |  |
| *14* | *А4* | *ІАЛЦ.463626.004 ПЗ* | *Пояснювальна записка* | *20* |  |
| *15* |  |  |  |  |  |
| *16* |  |  |  |  |  |
| *17* |  |  |  |  |  |
| *18* |  |  |  |  |  |
| *19* |  |  |  |  |  |
| *20* |  |  |  |  |  |
| *21* |  |  |  |  |  |
| *22* |  |  |  |  |  |
| *23* |  |  |  |  |  |
| *24* |  |  |  |  |  |
| *25* |  |  |  |  |  |

##### 

##### *Технічне завдання*

*Зм.ю.*

*Арк*.

*№ докум*.

*Пiдпис*

*Дата*

*Розроб.*

*Перевiр.*

*Н. контр.*

*Затв.*

*Долинний О.В.*

*Лiт.*

*Аркуш*

*Аркушiв*

*ІАЛЦ.463626.002 ТЗ*

*Технічне завдання*

*НТУУ “КПІ” ФІОТ*

*Група ІО-31*

*1***2**

*1*

*Поспішний О.С*

*Жабін В.І.*

*4*

***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*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*2*

*ІАЛЦ.463626.002 ТЗ*

***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(311010=1100001001102):*

*h9=0, h8=0, h7=0, h6=1, h5=0, h4=0, h3=1, h2=1, h1=0*

*Порядок з’єднання фрагментів (h8h4h2 = 001):*

*1, 2, 4*

*Логічні умови(h8h7h3 = 001):*

*X2, X2, X1*

*Послідовність керуючих сигналів(h9h4h1 = 000):*

*(Y1 Y2), Y3, (Y4 Y5), Y2, Y3, (Y1 Y3)*

*Сигнал тривалістю 2t(h6h2 = 11):*

*Y4*

*Тригер(h6h5 = 10):*

*JK – тригер*

*Логічні елементи(h3h2h1 = 110):*

*3АБО-НЕ, 3І*

*Тип автомату(h4 = 0):*

*Мілі*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*3*

*ІАЛЦ.463626.002 ТЗ*

*Система з чотирьох перемикальних функцій задана таблицею 2.1:*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x4* | *x3* | *x2* | *x1* | *f1* | *f2* | *f3* | *f4* |
| *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 f1, f2, f3. Отримати операторні представлення для реалізації системи функцій на програмувальних логічних матрицях.*

*Функцію f4 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.*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*4*

*ІАЛЦ.463626.002 ТЗ*

***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’юктивної і диз’юнктивної ) матриць, де виходи першої приєднуються на входи другої і дозволяють реалізувати комбінаційні схеми в базисі {І/АБО, І/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 функцій збудження тригерів і вихідних сигналів*

*7) Побудова схеми автомата в заданому базисі.*

***5 Перелік текстової і графічної документації***

1. *Титульний лист*
2. *Аркуш з написом «Опис альбому»*
3. *Опис альбому*
4. *Аркуш з написом «Технічне завдання»*
5. *Аркуш з написом «Керуючий автомат. Схема електрична функціональна»*
6. *Керуючий автомат. Схема електрична функціональна*
7. *Аркуш з написом «Пояснювальна записка»*
8. *Пояснювальна записка*

*Автомат керуючий*

*Схема електрична функціональна*

*Пояснювальна записка*

*Зм.ю.*

*Арк*.

*№ докум*.

*Пiдпис*

*Дата*

*Розроб.*

*Перевiр.*

*Н. контр.*

*Затв.*

*Долинний О.В.*

*Лiт.*

*Аркуш*

*Аркушiв*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*Пояснювальна*

*записка*

*НТУУ “КПІ” ФІОТ*

*Група ІО-31*

*1***2**

*1*

*Поспішний О.С*

*Жабін В.І.*

*18*

*Зміст*

*1 Вступ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2*

*2 Синтез автомата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2*

*2.1 Структурний синтез автомата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2*

*3 Синтез комбінаційних схем\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_7*

*3.1 Вступ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_7*

*3.2 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Буля\_\_\_\_\_\_\_7*

*3.3 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна\_\_7*

*3.4 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Пірса\_\_\_\_\_\_\_8*

*3.5 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Шеффера\_\_\_8*

*3.6 Визначення належності функції f4 до п’яти чудових класів\_\_\_\_\_\_\_\_9*

*3.7 Мінімізація функції f4 методом невизначених коефіцієнтів\_\_\_\_\_\_\_\_\_9*

*3.8 Мінімізація функції f4 методом Квайна-Мак-Класкі\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_10*

*3.9 Мінімізація функції f4 методом діаграм Вейча\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_11*

*3.10 Спільна мінімізація функцій f1, f2, f3\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_11*

*3.11 Спільна мінімізація заперечень функцій f1,f2,f3\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_13*

*3.12 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16*

*4 Висновок\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_17*

*5 Список літератури\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_18*

*записка*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*7*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

***3. Синтез комбінаційних схем***

***3.1 Вступ***

*На основі «Технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ» виконуємо синтез комбінаційних схем.*

*Умова курсової роботи вимагає представлення функції f4 в канонічних формах алгебр Буля, Жегалкіна, Пірса і Шефера.*

***3.2 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Буля.***

*В даній алгебрі визначені функції {І, АБО, НЕ}.*

*FДДНФ=Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1*

*FДКНФ=(Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1)*

***3.3 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна.***

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

*f4=((X4⊕1)(X3⊕1)(X2⊕1)X1) ⊕((X4⊕1)(X3⊕1)X2(X1⊕1)) ⊕((X4⊕1)X3X2X1) ⊕*

*⊕(X4(X3⊕1)(X2⊕1)X1) ⊕(X4(X3⊕1)X2X1)⊕(X4X3(X2⊕1)(X1⊕1)) ⊕X4X3X2X1=*

*=((X4X3⊕X4⊕X3⊕1)(X2⊕X1)) ⊕((X4X3⊕X4⊕X3⊕1)(X2X1⊕X2)) ⊕X4X3X2X1 ⊕X3X2X1 ⊕((X4X3⊕X4)(X2X1⊕X1)) ⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~2~~X~~1⊕X4X2X1⊕(X4X3(X2X1⊕X2⊕X1⊕1)) ⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~2~~X~~1=*

*=X4X3X2⊕X4X3X1⊕X4X2⊕X4X1⊕X3X2⊕X3X1⊕X2⊕X1⊕X4X3X2X1⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~2⊕X4X2X1⊕*

*⊕~~X~~4~~X~~2⊕X3X2X1⊕~~X~~3~~X~~2⊕X2X1⊕~~X~~2⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~2~~X~~1⊕~~X~~3~~X~~2~~X~~1⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~2~~X~~1⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~1⊕~~X~~4~~X~~2~~X~~1⊕*

*⊕~~X~~4~~X~~1⊕~~X~~4~~X~~2~~X~~1⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~2~~X~~1⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~2⊕~~X~~4~~X~~3~~X~~1⊕X4X3=*

*=X4X3X2⊕X4X3X1⊕X4X2⊕X4X1⊕X3X2⊕X3X1⊕X2⊕X1⊕X4X3X2X1⊕X4X2X1⊕X3X2X1⊕*

*⊕X2X1⊕X4X3=*

*= X4X3X2X1⊕X4X3X2⊕X4X3X1⊕ X4X2X1⊕ X3X2X1⊕X4X3⊕X4X2⊕X4X1⊕X3X2⊕X3X1⊕ ⊕X2X1⊕X2⊕X1*

***3.4 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри******Пірса.***

*В даній алгебрі визначені функції {АБО-НЕ}.*

*f4 = (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1)=*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*8*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*= (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1) (Х4∨Х3∨Х2∨Х1)=*

*= (Х4∨Х3∨Х2∨Х1)∨(Х4∨Х3∨Х2∨Х1)∨(Х4∨Х3∨Х2∨Х1)∨(Х4∨Х3∨Х2∨Х1)∨(Х4∨Х3∨Х2∨Х1) ∨(Х4∨Х3∨Х2∨Х1)∨(Х4∨Х3∨Х2∨Х1)∨(Х4∨Х3∨Х2∨Х1)∨(Х4∨Х3∨Х2∨Х1)=*

*=(Х4↓Х3↓Х2↓Х1)↓(Х4↓Х3↓(Х2↓Х2)↓(Х1↓Х1))↓(Х4↓(Х3↓Х3)↓Х2↓Х1)↓*

*↓ (Х4↓(Х3↓Х3)↓Х2↓(Х1↓↓Х1))↓(Х4↓(Х3↓Х3)↓(Х2↓Х2)↓Х1)↓((Х4↓Х4)↓Х3↓Х2↓Х1)↓*

*↓ ((Х4↓Х4)↓Х3↓(Х2↓Х2)↓Х1)↓((Х4↓Х4)↓(Х3↓Х3)↓Х2↓(Х1↓Х1))↓*

*↓ ((Х4↓Х4)↓(Х3↓Х3)(Х2↓Х2)↓Х1)*

***3.5 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Шефера***

*В даній алгебрі визначені функції {І-НЕ}.*

*f4 = Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1=*

*= Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1=*

*= Х4Х3Х2Х1  Х4Х3Х2Х1  Х4Х3Х2Х1  Х4Х3Х2Х1  Х4Х3Х2Х1  Х4Х3Х2Х1  Х4Х3Х2Х1=*

*=((X4/X4)/(X3/X3)/(X2/X2)/X1)/((X4/X4)/(X3/X3)/X2/(X1/X1))/*

*/((X4/X4)/X3/X2/X1)/(X4/(X3/X3)/(X2/X2)/X1)/(X4/(X3/X3)/X2/X1)/*

*/(X4/X3/(X2/X2)/(X1/X1))/(X4/X3/X2/X1)*

***3.6 Визначення належності функції f4 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.

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 f4 належить першим двом і не належить останнім трьом передповним класам.

***3.7 Мінімізація функції f4 методом невизначених коефіцієнтів***

Ідея цього методу полягає у відшуканні 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

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*9*

*ІАЛЦ. 109118.004 ПЗ*

імпліканти, що розташовані з права від них.

Далі таблицю коефіцієнтів використовуємо як таблицю покриття функції.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F** | **X4** | **X3** | **X2** | **X1** | **X4X3** | **X4X2** | **X4X1** | **X3X2** | **X3X1** | **X2X1** | **X4X3X2** | **X4X3X1** | **X4X2X1** | **X3X2X1** | **X4X3X2X1** |
| 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 |

*Таблиця 4.1- таблиця невизначених коефіцієнтів*

*fМДНФ=Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х3Х2Х1 ∨ Х4Х2Х1 ∨ Х3Х2Х1*

***3.8 Мінімізація функції f4 методом Квайна-Мак-Класкі***

Виходячи з таблиці істинності функції, запишемо стовпчик ДДНФ (К0).

1) Розіб’ємо Кі 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.

*Ядро = {0010;1100;X001;X111}*

*fТДНФ1 = 0010∨1100∨Х001∨Х111∨1Х11*

*fТДНФ2 = 0010∨1100∨Х001∨Х111∨10Х1*

*fМДНФ = fТДНФ1*

*fМДНФ=Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х3Х2Х1 ∨ Х4Х2Х1 ∨ Х3Х2Х1*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*10*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*К 0 К 1*

*~~0001 (1)~~ Х001 (1,3)*

*0010 (2) 10Х1 (3,6)*

*~~1001 (3)~~ Х111 (5,7)*

*1110 (4) 1Х11 (6,7)*

*~~0111 (5)~~*

*~~1011 (6)~~*

*~~1111 (7)~~*

*Рисунок 4.1 - поглинання термів*

*Таблиця 4.2 – таблиця покриття*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *0001* | *0010* | *0111* | *1001* | *1011* | *1100* | *1111* |
| *0010* |  | *V* |  |  |  |  |  |
| *1100* | *V* |  |  |  |  | *V* |  |
| *Х001* |  |  |  | *V* |  |  |  |
| *Х111* |  |  | *V* |  |  |  | *V* |
| *10Х1* |  |  |  | *V* | *V* |  |  |
| *1Х11* |  |  |  |  | *V* |  | *V* |

***3.9 Мінімізація функції f4 методом діаграм Вейча***

*Виконаємо мінімізацію функції методом Вейча (рисунок 4.2). Цей метод дуже зручний при мінімізації функції з кількістю аргументів до чотирьох включно. Кожна клітинка відповідає конституенті, а прямокутник з 2 n клітинок ⎯ імпліканті.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *X3* | |  |  |  |  |  |  |  | *X3* | |  |  |  |
| *X4* | *12* | *13* | *9* | *8* |  |  |  |  | *X4* | *1* | *0* | *1* | *0* |  |
| *14* | *15* | *11* | *10* | *X2* |  |  |  | *0* | *1* | *1* | *0* | *X2* |
|  | *6* | *7* | *3* | *2* |  |  |  |  | *0* | *1* | *0* | *1* |
|  | *4* | *5* | *1* | *0* |  |  |  |  |  | *0* | *0* | *1* | *0* |  |
|  |  | *X1* | |  |  |  |  |  |  |  | *X1* | |  |  |

*Рисунок 4.2 - мінімізація функції методом Вейча*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*м.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*11*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*Отримаємо МДНФ функції: fМДНФ=Х4Х3Х2Х1 ∨ Х4Х3Х2Х1 ∨ Х3Х2Х1 ∨ Х4Х2Х1 ∨ Х3Х2Х1*

***3.10 Спільна мінімізація функцій f1, f2, f3***

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

*Виконаємо мінімізацію системи функцій f1, f2, f3, заданих таблицею істинності (технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ) методом Квайна-Мак-Класкі (рисунок 4.3).*

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

*Рисунок 4.3 - 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 конституент*

*Отримаємо МДНФ:*

*f1=X4X3X2∨X2X1∨X4X1∨X4X3*

*f2=X4X3X2∨X4X2X1∨X3X2*

*f3=X3X2X1∨X3X2X1∨X4X1*

*Таблиця 4.3 - таблиця покриття систем функцій*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | *f1* | | | | | | | | | *f2* | | | | | *f3* | | | | | |
|  |  | *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* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*12*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

***3.11 Спільна мінімізація заперечень функцій f1, f2, f3***

*Виконаємо мінімізацію заперечень невизначених систем функцій f1 , f2, f3, заданих таблицею істинності (технічного завдання ІАЛЦ.463626.002 ТЗ) методом методом Квайна-Мак-Класкі.*

*Користуючись таблицею істинності випишемо куб , після склеювання отримусмо куби К 1 та К 2, виконуємо поглинання(рисунок 4.4).*

*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 конституент.*

*Отримаємо МДНФ:*

*f1=X4X3X2∨X3X2X1∨X4X3X1∨X4X3X2*

*f2=X3X2X1∨X3X2∨X4X3*

*f3=X3X2X1∨X3X2X1∨X2X1∨X4X3*

*Для переходу до інших елементних базисів використовуємо правило де Моргана.*

*X ∨ Y = X ⋅ Y;*

*X ⋅ Y = X ∨ Y.*

*Зм.*

*Арк.Арк.*

*№ докум.*

*докум.№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*13*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

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

*Рис 4.4 Склеювання і поглинання імплікант*

*f1=X4X3X2∨X3X2X1∨X4X3X1∨X4X3X2*

*[І/АБО-НЕ]*

*f2=X3X2X1∨X3X2∨X4X3*

*f3=X3X2X1∨X3X2X1∨X2X1∨X4X3*

*f1=X4X3X2 ⋅ X3X2X1 ⋅ X4X3X1 ⋅ X4X3X2*

*[І-НЕ/І]*

*f2=X3X2X1 ⋅ X3X2 ⋅ X4X3*

*f3=X3X2X1 ⋅ X3X2X1 ⋅ X2X1 ⋅ X4X3*

*f1=(X4∨X3∨X2) ⋅ (X3∨X2∨X1) ⋅ (X4∨X3∨X1) ⋅ (X4∨X3∨X2)*

*[АБО/І]*

*f2=(X3∨X2∨X1)⋅ (X3∨X2) ⋅ (X4∨X3)*

*f3=(X3∨X2∨X1) ⋅ (X3∨X2∨X1) ⋅ (X2∨X1) ⋅ (X4∨X3)*

*Зм.Зм.*

*Арк.Арк.*

*№ докум.*

*докум.№ докум.*

*Підп.Підп.*

*ДатаДата*

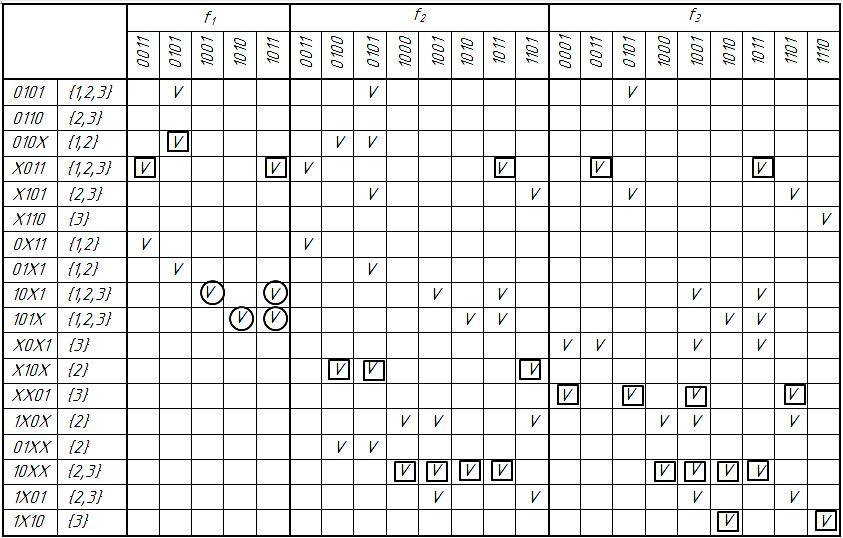
*Арк.*

*14*

*Арк.*

*14*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

**

*Таблиця 4.4 таблиця покриття систем заперечень функцій*

*f1=(X4∨X3∨X2)∨(X3∨X2∨X1)∨(X4∨X3∨X1)∨(X4∨X3∨X2)*

*[АБО-НЕ/АБО-НЕ]*

*f2=(X3∨X2∨X1)∨(X3∨X2)∨(X4∨X3)*

*f3=(X3∨X2∨X1)∨(X3∨X2∨X1)∨(X2∨X1)∨(X4∨X3)*

*На основі операторної форми заданого елементного базису [І/АБО-НЕ] будуємо схему 1 системи перемикальних функцій f1 , f2 , f3 (рисунок 4.5).*

*f1=(X4X3X2∨X3X2X1∨X4X3X1)∨X4X3X2*

*[І/АБО-НЕ]*

*f2=X3X2X1∨X3X2∨X4X3*

*f3=(X3X2X1∨X3X2X1∨X2X1)∨X4X3*

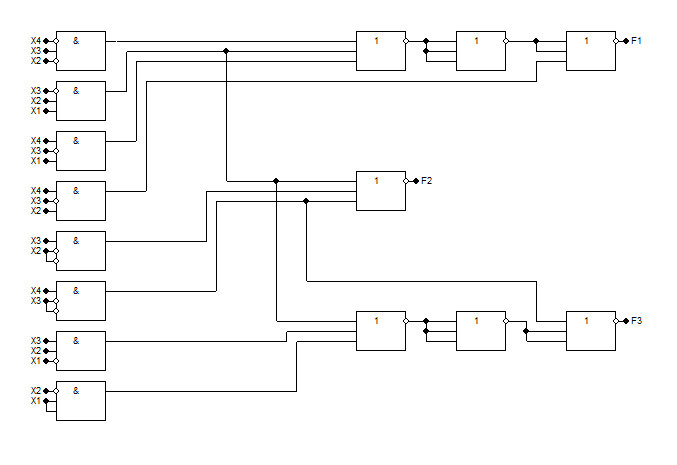
*На основі операторної форми заданого елементного базису [І/АБО-НЕ] будуємо схему 2 системи перемикальних функцій f1 , f2 , f3 (рисунок 4.6).*

*f1=((X4∨X3∨X2)∨(X3∨X2∨X1)∨(X4∨X3∨X1))∨(X4∨X3∨X2)*

*[АБО-НЕ/АБО-НЕ]*

*f2=(X3∨X2∨X1)∨(X3∨X2)∨(X4∨X3)*

*f3=((X3∨X2∨X1)∨(X3∨X2∨X1)∨(X2∨X1))∨(X4∨X3)*

**

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

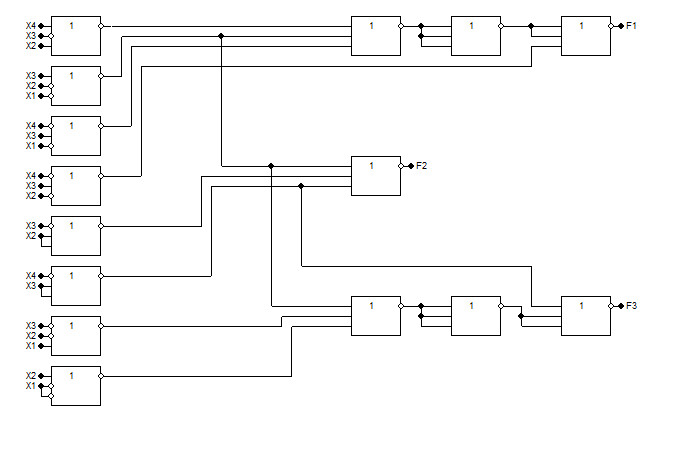
*Дата*

*Арк.*

*15*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*Рис 4.5 Схема 1 системи функцій f1 , f2 , f3*

**

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*16*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*Рис 4.6 Схема 2 системи функцій f1 , f2 , f3*

***3.12 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ***

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*17*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*Для програмування на ПЛМ використовують нормальні форми {І/АБО та І/АБО-НЕ}.*

*Побудуймо, мнемонічну схему (Рис. 3.12.1) та карту програмування, використовуючи нормальні форми І/АБО.*

*Всього 4 змінні, 9 термів, 3 функції. Оберемо ПЛМ(4,9,3).*

*Позначимо терми системи перемикальних функцій.*

X4

X3

X2

X1

F1

F2

F3

*Рис. 4.12.1 - мнемонічна схема ПЛМ*

# 

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*18*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Входи | | | | № шини | Виходи | | |
| X4 | X3 | X2 | X1 | F1 | F2 | F3 |
| 0 | 0 | 0 | - | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | - | - | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 |
| - | - | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | - | 1 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 |
| - | 1 | 1 | - | 6 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 7 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 1 |
| - | 1 | 1 | 1 | 9 | 0 | 0 | 1 |

*Таблиця 4.12.2 – карта програмування*

***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 4I-НЕ, 3І. 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.*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*19*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*20*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

***5 Список літератури***

1. *Жабін 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.*