# 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* | *23* |  |
| *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:*

*Таблиця 2.1. Система перемикальних функцій*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *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* |

*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.*

*Курсова робота проектувалась протягом листопада – грудня 2013 року.*

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

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

*Автомат керуючий*

*Схема електрична функціональна*

*Пояснювальна записка*

*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*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*9*

*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)=

=(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.

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*10*

*ІАЛЦ. 109118.004 ПЗ*

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*11*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

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 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

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*12*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

***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

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*

***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.

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*м.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*13*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*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 |

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*

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).

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*м.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*14*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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

***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 отримуємо куби К 1 та К 2, виконуємо поглинання(рисунок 4.4).

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*15*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*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 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

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

***3.12 Одержання операторних форм для комбінаційних схем***

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.*

*16*

*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}~~ |  |

*Рисунок 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

*Зм.*

*Арк.Арк.*

*№ докум.*

*докум.№ докум.*

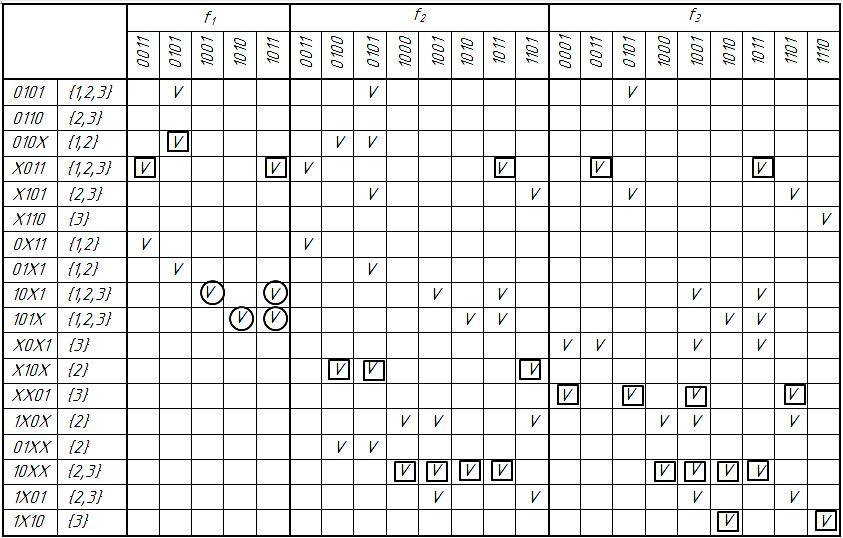
*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*17*

*ІАЛЦ.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/І]

f2=(X3∨X2∨X1)⋅ (X3∨X2) ⋅ (X4∨X3)

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

*Зм.*

*Арк.Арк.*

*№ докум.*

*докум.№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*18*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

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)

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

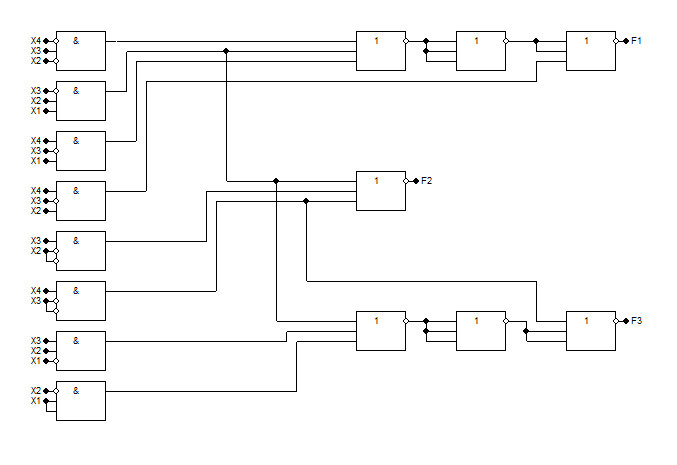
Для програмування на ПЛМ використовують нормальні форми {І/АБО та І/АБО-НЕ}.

Побудуймо, мнемонічну схему (рисунок 4.7) та карту програмування, використовуючи нормальні форми І/АБО.

f1=X4X3X2∨X2X1∨X4X1∨X4X3

f2=X4X3X2∨X4X2X1∨X3X2

f3=X3X2X1∨X3X2X1∨X4X1

**

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

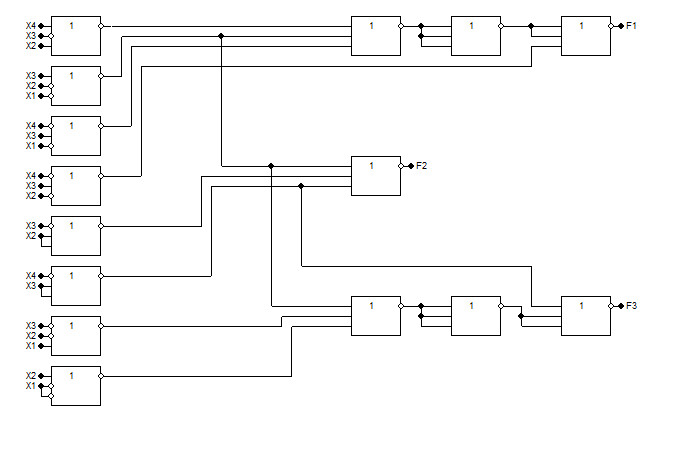
*Дата*

*Арк.*

*19*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*Рисунок 4.5. Схема 1 системи функцій f1 , f2 , f3*

**

*Рисунок 4.6. Схема 2 системи функцій f1 , f2 , f3*

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

Позначимо терми системи перемикальних функцій.

P1=X4X3X2 P2=X2X1  P3=X4X1 P4=X4X3

P5=X4X2X1 P6=X3X2 P7=X3X2X1 P8=X3X2X1

Побудуємо мнемонічну схему (рисунок 4.7) та таблицю програмування ПЛМ (таблиця 4.5).

Y1

Y2

Y3

X4

X3

X2

X1

P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*20*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

*Рисунок 4.7. Мнемонічна схема ПЛМ*

*Таблиця 4.5. Карта програмування*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Входи | | | | № шини | Виходи | | |
| X4 | X3 | X2 | X1 | Pi | Y1 | Y2 | Y3 |
| 0 | 0 | 0 | ⎯ | P1 | 1 | 1 | 0 |
| ⎯ | ⎯ | 0 | 0 | P2 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | ⎯ | ⎯ | 0 | P3 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | ⎯ | ⎯ | P4 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | ⎯ | 1 | 0 | P5 | 0 | 1 | 0 |
| ⎯ | 1 | 1 | ⎯ | P6 | 0 | 1 | 0 |
| ⎯ | 1 | 0 | 0 | P7 | 0 | 0 | 1 |
| ⎯ | 1 | 1 | 1 | P8 | 0 | 0 | 1 |

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*21*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

***4 Висновок***

Під час виконання курсової роботи були узагальнені та систематизовані знання за курс комп’ютерної логіки, а саме складання комбінаційних та послідовністних схем. У ході роботи був виконаний синтез логічних схем на елементарному базисі 3І-НЕ, 3АБО-НЕ. У цифровому автоматі використовувалися тригери типу JK.

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

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

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

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

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*22*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*

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

Отриманий цифровий автомат може бути використаний у галузі обчислюваної техніки.

***5 Список літератури***

1. 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.

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підп.*

*Дата*

*Арк.*

*23*

*ІАЛЦ.463626.004 ПЗ*