4.3 Синтез комбінаційних схем

4.3.1 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Буля.

В даній алгебрі визначені функції {І, АБО, НЕ}. Нормальними канонічними формами є ДДНФ (Досконала диз’юктивна нормальна форма) та ДКНФ (Досконала кон’юктивна нормальна форма).

*FДДНФ=*

.

*FДКНФ=*.

4.3.2 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Жегалкіна.

В даній алгебрі визначені функції {І, виключне АБО, const 1}. Канонічною формою алгебри Жегалкіна є поліном Жегалкіна.

*FДДНФ=*

=

=

.

4.3.3 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Пірса.

В даній алгебрі визначені функції {АБО-НЕ}. Канонічною формою алгебри Пірса є стрілка Пірса.

*FДКНФ=*=

= =

.

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*1*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

4.3.4 Представлення функцій f4 в канонічній формі алгебри Шефера

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*2*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

В даній алгебрі визначені функції {І-НЕ}. Канонічною формою алгебри Шефера є штрих Шефера.

*FДДНФ=* =

=////////= ////////.

4.3.5 Визначення належності функції f4 до п***’***яти чудових 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 самодвоїста, так як F(0001)=1,F(1110)=0.

4. Дана функція не монотонна, так як F(0000)< F(0001),а F(0010)>F(0011).

5. Дана функція не лінійна, так як канонічна форма алгебри Жегалкіна, що отримана у підрозділі 3.2 є не лінійним поліномом.

На основі вищесказаного робимо висновок, що функція f4 належить першим двом і не належить останнім трьом передповним класам. Це можна узагальнити таблицею 4.2.

Таблиця 4.2

Приналежність до передповних класів 4 f

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| K0 | K1 | KC | KM | KЛ |
| + | + | - | - | - |

4.3.6 Мінімізація функції f4 методом невизначених коефіцієнтів

Ідея цього методу полягає у відшуканні ненульових коефіцієнтів при кожній імпліканті. Рівняння для знаходження коефіцієнтів представимо таблицею (таблиця 4.3). Виконаємо викреслення тих рядків на яких функція приймає нульові значення. Викреслимо вже знайдені нульові коефіцієнти в тих рядках таблиці, що залишилися імпліканти, що залишилися після виконання попередніхдій поглинають ті імпліканти, що розташовані справа від них. Імпліканти називаються ядрами, якщо вони єдині в рядках.

Таблиця 4.3

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

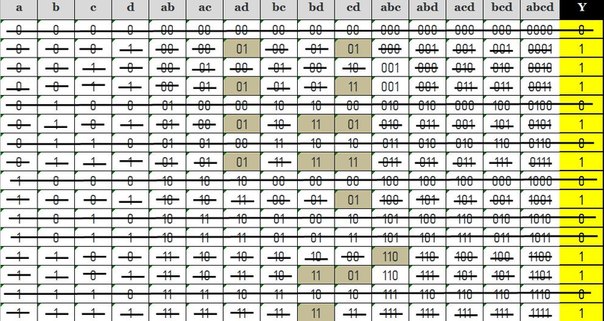
*Дата*

*Арк.*

*3*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

Таблиця невизначених коефіцієнтів

Отримаємо МДНФ функції:

F4 = X4X3X2X1 v X4X3X2 v X4X3X2 v X4X1 v X2X1

4.3.7 Мінімізація функції f4 методом Квайна-МакКласкі

Випишемо конституенти одиниці і зробимо всі можливі склеювання та поглинання (рисунок 4.6).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0001 | X001 | **XX01** |
| 0010 | X101 | **0XX1** |
| 0011 | 0X01 |  |
| 0101 | 0X11 |  |
| 0111 | 1X01 |  |
| 1001 | 00X1 |  |
| 1100 | 01X1 |  |
| 1101 | **001X** |  |
| **1111** | **110X** |  |

Побудуємо таблицю покриття (таблиця 4.4).

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*4*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

Таблиця 4.4

Таблиця покриття

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0001 | 0010 | 0011 | 0101 | 0111 | 1001 | 1100 | 1101 | 1111 |
| XX01 | v |  |  | v |  | **v** |  | v |  |
| 0XX1 | v |  | v | v | **v** |  |  |  |  |
| 001X |  | **v** | v |  |  |  |  |  |  |
| 110X |  |  |  |  |  |  | **v** | v |  |
| 1111 |  |  |  |  |  |  |  |  | **v** |

Отримаємо МДНФ функції:

F4 = X4X3X2X1 v X4X3X2 v X4X3X2 v X4X1 v X2X1

4.3.8 Мінімізація функції f4 методом діаграм Вейча

Виконаємо мінімізацію функції методом Вейча (рисунок 4.7). Цей метод дуже зручний при мінімізації функції з кількістю аргументів до чотирьох включно. Кожна клітинка відповідає конституенті, а прямокутник з кількох клітинок – імпліканті.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | X2 |  |  |  |  |
| X1 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |
|  | 0 | 1 | 0 | 0 | X3 |
|  | 0 | 1 | 1 | 1 |  |
|  | 0 | 1 | 1 | 0 |  |
|  |  |  | X4 |  |  |

F4 = X4X3X2X1 v X4X3X2 v X4X3X2 v X4X1 v X2X1

4.3.9 Спільна мінімізація функцій f1, f2, f3

Виконаємо мінімізацію прямих значень функцій. Виходячи з таблиці істинності системи перемикальних функцій записуємо комплекс кубів К0. Виконуємо всі попарні склеювання та отримуємо комплекси кубів К1 і К2. Шляхом поглинання термів отримуємо Z-покриття, що відповідає СДНФ системи перемикальних функцій (рисунок 4.8).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0001(3) | X001(3) | **X0X1(3)** |
| 0100(1,2) | **X100(2)** | **XX01(3)** |
| 1000(3) | **X011(2)** | **01XX(2)** |
| 0011(1,2,3) | **X101(1,3)** |  |
| **0101(1,2,3)** | **X110(3)** |  |
| **0110(2,3)** | 0X01(3) |  |
| 1001(1,2,3) | **0X11(1,2)** |  |
| 1010(1,2) | **1X01(1,3)** |  |
| 1100(2) | 00X1(3) |  |
| 0111(1,2) | **01X1(1,2)** |  |
| 1011(1,2,3) | 10X1(1,2,3) |  |
| 1101(1,3) | **010X(1,2)** |  |
| 1110(3) | 100X(3) |  |
|  | 011X(2) |  |
|  | 101X(1,2) |  |

Рисунок 4.8 Поглинання термів для мінімізації прямих значень функцій

Для видалення надлишкових імплікант будуємо таблицю покриття (таблиця 4.5).

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*5*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

Таблиця 4.5

Таблиця покриття системи перемикальних функцій

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0011 | 0101 | 1001 | 1010 | 1011 | 1101 | 0011 | 0100 | 0101 | 1001 | 1010 | 1011 | 0101 | 0011 | 0101 | 1000 | 1001 | 1011 | 1101 | 1110 |
| X0X1(3) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v | v |  |  | v | v |  |  |
| XX01(3) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v |  | v |  | v |  | v |  |
| X01X(2) |  |  |  |  |  |  |  | v | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| X100(2) |  |  |  |  |  |  |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| X011(1,2,3) | v |  |  |  | v |  | v |  |  |  |  | v |  | v |  |  |  | v |  |  |
| X101(1,3) |  | v |  |  |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  | v |  |  |  | v |  |
| X110(3) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v |
| 0X11(1,2) | v |  |  |  |  |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v |  | v |  |
| 1X01(1,3) |  |  | v |  |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01X1(1,2) |  | v |  |  |  |  |  |  | v |  |  |  |  |  |  |  | v | v |  |  |
| 10X1(1,2,3) |  |  | v |  | v |  |  |  |  | v |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 010X(1,2) |  | v |  |  |  |  |  | v | v |  |  |  |  |  |  | v | v |  |  |  |
| 100X(1,2) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v | v |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 101X(1,2) |  |  |  | v | v |  |  |  | v |  |  |  |  |  | v |  |  |  |  |  |
| 0101(1,2,3) |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0110(2,3) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

На підставі таблиці покриття одержуємо МДНФ перемикальних функцій:

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*6*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

F1 = X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2 v X4X3X2

F2 = X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2 v X4X3X2

F3 = X3X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0000(1,2,3) | **X000(1,2)** | **XX00(1)** |
| 0001(1,2) | **X010(3)** | **X1X0(1)** |
| 0010(1,2,3) | **X100(1,3)** | **X11X(1,2)** |
| 0100(1,3) | X110(1,2) | **0XX0(1,3)** |
| 1000(1,2) | **X111(1,2,3)** | **11XX(2)** |
| 0110(1,2,3) | 0X01(1,3) |  |
| 1010(3) | 0X10(1,2,3) |  |
| 1100(1,2,3) | 1X00(1,2) |  |
| 0111(1,2,3) | **00X0(1,2,3)** |  |
| 1101(2) | 01X0(1,3) |  |
| **1110(1,2)** | **11X0(1,2)** |  |
| **1111(1,2,3)** | 11X1(2) |  |
|  | 000X(1,2) |  |
|  | **011X(1,2,3)** |  |
|  | 110X(2) |  |
|  | 111X(1,2) |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0000 | 0001 | 0010 | 0110 | 1000 | 1100 | 1110 | 1111 | 0000 | 0001 | 0010 | 1000 | 1101 | 1110 | 1111 | 0000 | 0010 | 0110 | 0111 | 1010 | 1100 |
| XX00(1) | v |  |  |  | v | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| X1X0(1) |  |  |  | v |  | v | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| X11X(1,2) |  |  |  | v |  |  | v | v |  |  |  |  |  | v | v |  |  |  |  |  |  |
| 0XX0(1,3) | v |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v | v | v |  |  |  |
| 11XX(2) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v | v | v |  |  |  |  |  |  |
| X000(1,2) | v |  |  |  | v |  |  |  | v |  |  | v |  |  |  |  | v |  |  | v |  |
| X010(3) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v |  |  | v |
| X100(1,3) |  |  |  |  |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | v |  |  |
| X111(1,3) |  |  |  |  |  |  |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1X00(1,2) |  |  | v | v |  |  |  |  |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00X0(1,2,3) |  |  |  | v | v |  |  |  |  |  | v |  |  | v |  | v |  |  |  |  |  |
| 11X0(1,2) | v |  | v |  |  |  |  |  | v | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 000X(1.2) |  |  |  |  | v |  | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 011X(1,2,3) | v | v |  |  |  |  |  |  | v | v |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

На підставі таблиці покриття системи заперечень перемикальних функцій одержуємо МДНФ заперечень перемикальних функцій:

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*7*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

F1 = X3X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2

F2 = X4X3 v X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2

F3 = X3X2X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X3X1

Виведемо вісім нормальних форм:

F1 = X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2 v X4X3X2

F2 = X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2 v X4X3X2  І/АБО

F3 = X3X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2

F1 = X3X2X1 X4X2X1 X4X3X1 X4X3X2 X4X3X2

F2 = X4X2X1 X4X3X1 X4X3X2 X4X3X2  І-НЕ/І-НЕ

F3 = X3X1 X3X2X1 X3X2X1 X3X2X1 X4X3X1 X4X3X2

F1 = (X3 V X2 V X1) (X4 V X2 V X1) (X4 V X3 V X1) (X4 V X3 V X2) (X4 V X3 V X2)

F2 = (X4 V X2 V X1) (X4 V X3 V X1) (X4 V X3 V X2) (X4 V X3 V X2) АБО/І-НЕ

F3 = (X3 V X1) (X3 V X2 V X1) (X3 V X2 V X1) (X3 V X2 V X1) (X4 V X3 V X1) (X4 V X3V X2)

F1 = (X3 v X2 v X1) v (X4 v X2 v X1) v (X4 v X3 v X1) v (X4 v X3 v X2) v (X4 v X3 v X2)

F2 = (X4vX2vX1) v (X4vX3vX1) v (X4vX3vX2) v (X4vX3vX2) АБО-НЕ/АБО

F3 = (X3vX1) v (X3vX2vX1) v (X3vX2vX1) v (X3vX2vX1) v (X4vX3vX1) v (X4vX3vX2)

F1 = X3X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2

F2 = X4X3 v X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2 I/АБО-НЕ

F3 = X3X2X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X3X1

F1 = X3X1 X3X2X1 X3X2X1 X4X2X1 X4X3X1 X4X3X2

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*8*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

F2 = X4X3 X3X2X1 X4X2X1 X4X3X1 X4X3X2 I-НЕ/I

F3 = X3X2X1 X3X2X1 X3X2X1 X4X3X1

F1 = (X3vX1) (X3vX2vX1) (X3vX2vX1) (X4vX2vX1) (X4vX3vX1) (X4vX3vX2)

F2 = (X4vX3) (X3vX2vX1) (X4vX2vX1) (X4vX3vX1) (X4vX3vX2) АБО/I

F3 = (X3vX2vX1) (X3vX2vX1) (X3vX2vX1) (X4vX3vX1)

F1 = (X3vX1) v (X3vX2vX1) v (X3vX2vX1) v (X4vX2vX1) v (X4vX3vX1) v (X4vX3vX2)

F2 = (X4vX3) v (X3vX2vX1) v (X4vX2vX1) v (X4vX3vX1) v (X4vX3vX2) AБО-НЕ/АБО-НЕ

F3 = (X3vX2vX1) v (X3vX2vX1) v (X3vX2vX1) v (X4vX3vX1)

3.10 Одержання операторних форм для реалізації на ПЛМ

Одержимо операторне представлення функцій на ПЛМ. На ПЛМ можна реалізувати форми {І/АБО, І/АБО-НЕ}.

F1 = X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2 v X4X3X2

F2 = X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2 v X4X3X2  І/АБО

F3 = X3X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2

F1 = X3X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2

F2 = X4X3 v X3X2X1 v X4X2X1 v X4X3X1 v X4X3X2 I/АБО-НЕ

F3 = X3X2X1 v X3X2X1 v X3X2X1 v X4X3X1

І/АБО : Всього 4 змінні, 8 імплікант, 3 функції. Тож оберемо ПЛМ(4,8,3).

І/АБО-НЕ : Всього 4 змінні, 9 імплікант, 3 функції. Тож оберемо ПЛМ(4,9,3).

Побудуємо мнемонічну схему ПЛМ(І/АБО) (рисунок 4.10).



*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*9*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*

Рисунок 4.10 мнемонічна схема ПЛМ(І/АБО)

Побудуємо мнемонічну схему ПЛМ(I/АБО-НЕ) (рисунок 4.11).



Рисунок 4.11 мнемонічна схема ПЛМ(I/АБО-НЕ)

За даними мнемонічних схем побудуємо карти програмування ПЛМ(I/АБО) (рисунок 4.12) та карту програмування ПЛМ(I/АБО-НЕ) (рисунок 4.13).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X4 | X3 | X2 | X1 | Pi | F1 | F2 | F3 |
| - | 1 | 0 | 1 | P1 | 1 | 0 | 1 |
| - | - | 1 | 1 | P2 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | - | 1 | P3 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | - | P4 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | - | P5 | 1 | 1 | 0 |
| - | 0 | - | 1 | P6 | 0 | 0 | 1 |
| - | 1 | 1 | 0 | P7 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | - | P8 | 0 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X4 | X3 | X2 | X1 | Pi | F1 | F2 | F3 |
| - | 0 | - | 1 | P1 | 1 | 0 | 0 |
| - | 0 | 1 | 1 | P2 | 1 | 0 | 1 |
| - | 0 | 0 | 0 | P3 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | - | 1 | 1 | P4 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | - | 1 | P5 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | - | P6 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | - | - | P7 | 0 | 1 | 0 |
| - | 1 | 0 | - | P8 | 0 | 0 | 1 |

Рисунок 4.13 Карта програмування ПЛМ (I/АБО-НЕ)

Рисунок 4.12 Карта програмування ПЛМ (I/АБО)

Отже, кращою матрицею є матриця реалізована в елементному базисі І/АБО, адже має меншу кількість вхідних сигналів.

**4.4 Висновок**

Метою даної курсової роботи було закріпити навички структурного синтезу автомата по заданому алгоритму роботи, побудови схеми автомата, мінімізації перемикальних функцій та побудови програмувальних логічних матриць.

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

Усі схеми та керуючий автомат були перевірені в програмі AFDK 2.0. Перевірка дала позитивні результати.

Під час оформлення курсової роботи я покращив навички роботи з текстовим редактором Microsoft Word 2010 та навички оформлення текстової і конструкторської документації відповідно до діючих стандартів.

**4.5 Список літератури**

1. Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко В.В. Прикладна теорія цифрових автоматів 2-ге вид., допрац.: Навч. посібник. – К.: Книжкове видавництво НАУ «НАУ друк», 2009.-360с.

2. Конспект лекцій з курсу «Комп’ютерна логіка».

*Зм.*

*Арк.*

*№ докум.*

*Підпис*

*Дата*

*Арк.*

*10*

*6*

*ІАЛЦ.463626.005.ПЗ*