**Анотація**

Метою даної курсової роботи є закріплення основних теоретичних та практичних положень дисципліни комп`ютерна схемотехніка. В процесі розробки курсової роботи виконується синтез комбінаційної схеми, яка реалізує задану функцію п`яти змінних, та за результатами синтезу будується функціональна схема в заданому базисі. Потім, згідно з обраними блоками та структурою ГСА, проектуємо керуючі автомати Мура та Мілі, а також будуємо принципові схеми: для автомата Мура на елементах малого ступеня інтеграції заданої серії, а для автомата Мілі на основі ПЛМ. Ці задачі отримали широке розгалуження в аналізі та синтезі програмних і апаратних засобів обчислювальної техніки, дискретної математиці, а також мають багаточисельні технічні положення. Характерною рисою науково-технічного прогресу, який визначає подальший потужний підйом суспільно-технічного виробництва, є широке застосування досягнень обчислювальної та мікропроцесорної техніки в усіх галузях народного господарства. Вирішення задач науково-технічного прогресу потребує застосування засобів обчислювальної техніки на місцях економістів, інженерів та економічного персоналу.

**1. Синтезувати комбінаційну схему, що реалізує задану функцію 5-ти змінних**

**1.1 Визначення значення БФ**

Булева функція 5-ти змінних F (X1, X2, X3, X4, X5) задається своїми значеннями, які визначаються 7-розрядними двійковими еквівалентами чисел, що обираються з таблиці 1 за значеннями числа (А), місяця (В) народження студента і порядкового номера (С) студента в списку групи. Значення функції на конкретних наборах обираються:

– на наборах 0–6 за значенням А;

– на наборах 7–13 за значенням В;

– на наборах 14–20 за значенням С;

– на наборах 21–27 за значенням (А+В+С);

– на наборах 28–31 функція приймає невизначені значення.

Таблиця 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | О Д И Н И Ц І |
|  |  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  | 0 | 23 | 11 | 72 | 12 | 94 | 38 | 59 | 10 | 42 | 25 |
| д | 1 | 85 | 95 | 07 | 49 | 57 | 50 | 89 | 13 | 72 | 39 |
| е | 2 | 32 | 23 | 43 | 94 | 54 | 76 | 96 | 37 | 05 | 96 |
| с | 3 | 97 | 87 | 36 | 08 | 61 | 48 | 19 | 18 | 86 | 62 |
| я | 4 | 79 | 72 | 70 | 02 | 90 | 63 | 41 | 47 | 01 | 20 |
| т | 5 | 23 | 26 | 44 | 92 | 84 | 33 | 52 | 51 | 43 | 38 |
| к | 6 | 45 | 74 | 34 | 35 | 83 | 87 | 55 | 93 | 08 | 07 |
| и | 7 | 95 | 80 | 66 | 60 | 65 | 88 | 33 | 05 | 09 | 48 |
|  | 8 | 27 | 49 | 19 | 40 | 17 | 51 | 47 | 08 | 37 | 36 |
|  | 9 | 10 | 59 | 89 | 99 | 95 | 77 | 48 | 11 | 68 | 20 |

Крім того, для всіх двійкових еквівалентів у розрядах лівіше старшої значущої одиниці, необхідно проставити символ невизначеного значення Х і вважати, що функція на таких наборах також приймає невизначені значення.

A=05. Из табл. 1 находимо число 3810, яке в двоічній системі счислення має вид 01001102. Тут левіше старшої значущої одиницы знаходяться нулі, тому заміняємо їх символом невизначного значення Х. Тоді одержуемо Х100110.

В = 02; 7210 = 10010002

С = 14; 5710 = 01110012

D = А+В+С = 10100111

Запишемо значення функції F (X1, X2, X3, X4, X5) на наборах від 0 до 31 у базисі 2ЧИ-НІ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № набора | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | F |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Х |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 14 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | Х |
| 15 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 18 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 19 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 20 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 21 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | Х |
| 22 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 23 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 24 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 26 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 27 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Х |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | Х |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Х |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Х |

**1.2 Опис мінімізації БФ**

Виписав значення функції з таблиці, одержимо мінімальну диз’юнктивну нормальну форму (МДНФ) і мінімальну кон’юнктивну нормальну форму (МКНФ) булевої функції методом карт Карно. Вибрати для реалізації мінімальну з МДНФ і МКНФ (для цього знайдемо ціну за Квайном) і представимо її відповідно до заданого елементного базису:

МДНФ:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| х1х2х3х4х5 | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 | Х | 1 | 0 | 0 | 0 | Х | 1 | 1 |
| 01 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Х | Х | 1 |
| 11 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Х | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | Х | 1 | 1 | Х | 1 | 0 |

Одержуємо мінімальну диз’юнктивну нормальну форму (МДНФ):

у = 

Для знайденої форми обчислимо ціну за Квайном, яка дорівнює додатку кількості слагаємих, кількості елементів та кількості заперечень.

Цкв. = 25

МКНФ:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| х1х2х3х4х5 | 000 | 001 | 011 | 010 | 110 | 111 | 101 | 100 |
| 00 | Х | 1 | 0 | 0 | 0 | Х | 1 | 1 |
| 01 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Х | Х | 1 |
| 11 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Х | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | Х | 1 | 1 | Х | 1 | 0 |

Одержуємо мінімальну кон’юктивну нормальну форму (МКНФ):

у = 

Для знайденої форми обчислимо ціну за Квайном, яка дорівнює додатку кількості помножень плюс один, кількості елементів та кількості заперечень.

Цкв. = 39

Виходячи з того, що ціна по Квайну МДНФ функції менше, ніж МКНФ, обираємо для реалізації МДНФ функції. Реалізацію будемо проводити згідно з заданим базисом 2ЧИ-НІ. Застосуємо до обраної форми факторний алгоритм та одержимо скобкову форму для заданої функції:

у = 

у = 

у = 

# **2. Вибір блоків та структури ГСА**

Граф-схеми алгоритмів обираються кожним студентом індивідуально. Граф-схема складається з трьох блоків E, F, G і вершин «BEGIN» і «END». Кожен блок має два входи (A, B) і два виходи (C, D). Студенти вибирають блоки E, F, G з п'яти блоків з номерами 0, 1, 2, 3, 4 на підставі чисел А, В, С за такими правилами:

– блок Е має схему блока під номером (А) mod5;

– блок F має схему блока під номером (В) mod 5;

– блок G має схему блока під номером (С) mod 5.

Блоки E, F, G з'єднуються між собою відповідно до структурної схеми графа, що має вид

– для групи АН-042;



E=05 (MOD5)=0

F=02 (MOD5)=2

G=14 (MOD5)=4

Згідно з номером групи обираємо структурну схему графа, за якою з блоки E, F і G.

Тип тригера вибирається за значенням числа (А) mod 3 на підставі таблиці:

|  |  |
| --- | --- |
| (A) mod 3 | ТИП ТРИГЕРА |
| 0 | Т | D |
| 1 | D | JK |
| 2 | JK | T |
| автомат | Мілі | Мура |

A(MOD3)= 05 (MOD3)=2; => JK триггер для автомата Мили, T-триггер для автомата Мура.

Серія інтегральних мікросхем для побудови схем електричних принципових синтезованих автоматів визначається в залежності від парності номера за списком:

– КР1533 – для парних номерів за списком;

# **3. Синтез автомата Мура на T-тригерах**

Наш автомат має 18 станів, значить, для його побудови нам необхідно 5 T-тригерів.

Будуємо таблицю переходів автомата Мура на базі T-тригера. Виконаємо кодування станів керуючого автомата (УА) з використанням відповідного алгоритму кодування для T-триггера. Функцію порушення вихідних сигналів визначимо в залежності від поточного стану та вхідних сигналів згідно з таблицею:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Qt | Qt+1 | T |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Для кодування станів я обираю євристичний метод кодування. Я роблю це за допомогою спеціальной програми під назваю ECODE V3.02.

Таблиця для входів та виходів атомата Мура

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| am | Kam | as | Kas | Условиеперехода | Функциявозбуждения |
| а1 (–) | 01100 | а2 | 01110 | 1 | T4 |
| a2 (y1, y4) | 01110 | а5а7 | 0011001010 | x3x3 | T2T3 |
| a3 (y1, y1) | 00000 | а4а6а8а9 | 01000001000001000001 | x4x4 x2x4 x2 x1x4 x2 x1 | T2T3T4T5 |
| a4 (y3) | 01000 | а7 | 01010 | 1 | T4 |
| a5 (y7) | 00110 | а8а9 | 0001000001 | x1x1 | T3T3 T4 T5 |
| a6 (y4, y5) | 00100 | а8 | 00010 | 1 | T3 T4 |
| a7 (y2, y6) | 01010 | а8 | 00010 | 1 | T2 |
| a8 (y1, y8) | 00010 | а10а13а12 | 100100001100101 | x4x4 x3x4 x3 | T1T5T3 T4 T5 |
| a9 (y5, y9) | 00001 | а13а13а12а3 | 00011000110010100000 | x4 x3x4 x1x4 x3x4 x1 | T4T4T3T5 |
| a10 (y4) | 10010 | а11 | 10011 | 1 | T5 |
| a11 (y4, y5) | 10011 | а15 | 00111 | 1 | T1 T3 |
| a12 (y3, y10) | 00101 | а15 | 00111 | 1 | T4 |
| a13 (y6) | 00011 | а3 | 00000 | 1 | T4 T5 |
| a14 (y1, y3) | 11111 | а14а16 | 1111110111 | x2x2 | –T2 |
| a15 (y2) | 00111 | а17а16 | 0111110111 | x5x5 | T2T1 |
| a16 (y6) | 10111 | а17 | 01111 | 1 | T1 T2 |
| a17 (y7, y10) | 01111 | а14а18 | 1111101101 | x4x4 | T1T4 |
| a18 (y2) | 01101 | а1 | 01100 | 1 | T5 |

Для отримання вихідних сигналів:





















Виписуємо функцію збудження:











Знаходимо загальні частини та замінюємо їх на Q:















Переписуємо рівняння згідно з підстановкою:































Побудова принципової схеми автомата на елементах малого ступеня інтеграції заданої серії

За допомогою отриманих виразів для вихідних сигналів і функцій порушень до типу логічних елементів, що реалізують ці вирази, та врахував проведену мінімізацію, будуємо принципову схему синтезованого автомата.

**4. Синтез автомата Мілі на JK-тригерах**

Наш автомат має 15 станів, значить, для його побудови нам необхідно 4 JK-тригерa.

Будуємо таблицю переходів автомата Мілі на базі JK-тригера. Виконаємо кодування станів керуючого автомата (УА) з використанням відповідного алгоритму кодування для JK-триггера. Функцію порушення вихідних сигналів визначимо в залежності від поточного стану та вхідних сигналів згідно з таблицею:

Таблиця

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Qt | Qt+1 | J | K |
| 0 | 0 | 0 | X |
| 0 | 1 | 1 | X |
| 1 | 0 | X | 1 |
| 1 | 1 | X | 0 |
|  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| a1 | 1110 |
| a2 | 0110 |
| a3 | 0111 |
| a4 | 0100 |
| a5 | 0000 |
| a6 | 1001 |
| a7 | 1000 |
| a8 | 1100 |
| a9 | 1111 |
| a10 | 1011 |
| a11 | 1101 |
| a12 | 0011 |
| a13 | 0010 |
| a14 | 0101 |
| a15 | 0001 |

Таблиця для входів та виходів атомата Мілі

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| am | Kam | AS | KaS | X | Y | Функція збудження |
| a1 | 1110 | a2 | 0110 | 1 | y1, y4 | J4 |
| a2 | 0110 | a3a4 | 01110100 | x3x3 | y7y2, y6 | J3K4J3 |
| a3 | 0111 | a12a5 | 00110000 | x1x1 | y5, y9y1, y8 | J1J4J2K3 |
| a4 | 0100 | a5 | 0000 | 1 | y1, y8 | J2K3K4 |
| a5 | 0000 | a6a7a13 | 100110000010 | x4x4x3x4x3 | y4y3, y10y6 | J4J3J1 |
| a6 | 1001 | a7 | 1000 | 1 | y5, y4 | J3K4 |
| a7 | 1000 | a8 | 1100 | 1 | y2 | J4 |
| a8 | 1100 | a9a11 | 11111101 | x5x5 | y7, y10y6 | J1K2K3K4J1K2K4 |
| a9 | 1111 | a1a10 | 11101011 | x4x4 | y2y1, y3 | K1J4 |
| a10 | 1011 | a11a10 | 11011011 | x2x2 | y6y1, y3 | J3K4– |
| a11 | 1101 | a9 | 1111 | 1 | y7, y10 | K3 |
| a12 | 0011 | a15a7a13a13 | 0001110000100010 | x4x1x4x3x4x1x4x3 | y1, y2y3, y10y6y6 | J2K4K1J2K4J2K3K4J2K3K4 |
| a13 | 0010 | a15 | 0001 | 1 | y1, y2 | J3 |
| a14 | 0101 | a4 | 0100 | 1 | y2, y6 | K1K2J3 |
| a15 | 0001 | a14a4a12a5 | 0101010000110000 | x4x4x2x4x2x1x4x2x1 | y3y4, y5y5, y9y1, y8 | K2J4K1K2J4K2J4K1K3 |

Для отримання вихідних сигналів:





















Виписуємо функцію збудження:

















Записуємо вихідні сигнали та функцію збудження у такому виразі:





































**Побудова принципової схеми автомата на основі програмованих логічних матриць ПЛМ**

Враховуючи отримані вирази для вихідних сигналів і функцій порушення, які підходять для побудови схеми на основі ПЛМ, наведемо таблицю з’єднань для ПЛМ, побудуємо принципову схему синтезованого автомата. При побудові принципової схеми автомата Мілі необхідно використати елементи більш високого ступеня інтеграції.

**Висновки**

В ході виконання даного курсового проекту був проведений аналіз основних розділів та закріплення теоретичних положень дисципліни комп`ютерна схемотехніка з метою закріплення лекційного та практичного матеріалу; також були одержані практичні навички в проектуванні принципових схем цифрових пристроїв обчислювальної техніки. У курсовій роботі були виявлені основні навички вирішення задач синтезу комбінаційної схеми та побудови функціональної схеми в заданому базисі за результатами синтезу. Також було проведене проектування керуючих автоматів Мура та Мілі за заданою граф-схемою алгоритму, а також побудування принципової схеми автоматів: для Мура – на елементах малого ступеня інтеграції заданої серії, а для Мілі – автомата на основі програмованих логічних матриць (ПЛМ). Знання, одержані під час виконання цієї роботи, використовуються для аналізу та синтезу різноманітних цифрових пристроїв обчислювальної техніки та автоматики.