**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:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| х1х2х3  х4х5 | 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:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| х1х2х3  х4х5 | 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:

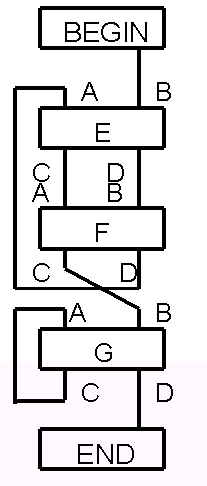
– блок Е має схему блока під номером (А) mod5;

– 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 | Условие  перехода | Функция  возбуждения |
| а1 (–) | 01100 | а2 | 01110 | 1 | T4 |
| a2 (y1, y4) | 01110 | а5  а7 | 00110  01010 | x3  x3 | T2  T3 |
| a3 (y1, y1) | 00000 | а4  а6  а8  а9 | 01000  00100  00010  00001 | x4  x4 x2  x4 x2 x1  x4 x2 x1 | T2  T3  T4  T5 |
| a4 (y3) | 01000 | а7 | 01010 | 1 | T4 |
| a5 (y7) | 00110 | а8  а9 | 00010  00001 | x1  x1 | T3  T3 T4 T5 |
| a6 (y4, y5) | 00100 | а8 | 00010 | 1 | T3 T4 |
| a7 (y2, y6) | 01010 | а8 | 00010 | 1 | T2 |
| a8 (y1, y8) | 00010 | а10  а13  а12 | 10010  00011  00101 | x4  x4 x3  x4 x3 | T1  T5  T3 T4 T5 |
| a9 (y5, y9) | 00001 | а13  а13  а12  а3 | 00011  00011  00101  00000 | x4 x3  x4 x1  x4 x3  x4 x1 | T4  T4  T3  T5 |
| 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 | а14  а16 | 11111  10111 | x2  x2 | –  T2 |
| a15 (y2) | 00111 | а17  а16 | 01111  10111 | x5  x5 | T2  T1 |
| a16 (y6) | 10111 | а17 | 01111 | 1 | T1 T2 |
| a17 (y7, y10) | 01111 | а14  а18 | 11111  01101 | x4  x4 | T1  T4 |
| 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 | a3  a4 | 0111  0100 | x3  x3 | y7  y2, y6 | J3K4  J3 |
| a3 | 0111 | a12  a5 | 0011  0000 | x1  x1 | y5, y9  y1, y8 | J1J4  J2K3 |
| a4 | 0100 | a5 | 0000 | 1 | y1, y8 | J2K3K4 |
| a5 | 0000 | a6  a7  a13 | 1001  1000  0010 | x4  x4x3  x4x3 | y4  y3, y10  y6 | J4  J3  J1 |
| a6 | 1001 | a7 | 1000 | 1 | y5, y4 | J3K4 |
| a7 | 1000 | a8 | 1100 | 1 | y2 | J4 |
| a8 | 1100 | a9  a11 | 1111  1101 | x5  x5 | y7, y10  y6 | J1K2K3K4  J1K2K4 |
| a9 | 1111 | a1  a10 | 1110  1011 | x4  x4 | y2  y1, y3 | K1  J4 |
| a10 | 1011 | a11  a10 | 1101  1011 | x2  x2 | y6  y1, y3 | J3K4  – |
| a11 | 1101 | a9 | 1111 | 1 | y7, y10 | K3 |
| a12 | 0011 | a15  a7  a13  a13 | 0001  1100  0010  0010 | x4x1  x4x3  x4x1  x4x3 | y1, y2  y3, y10  y6  y6 | J2K4  K1J2K4  J2K3K4  J2K3K4 |
| a13 | 0010 | a15 | 0001 | 1 | y1, y2 | J3 |
| a14 | 0101 | a4 | 0100 | 1 | y2, y6 | K1K2J3 |
| a15 | 0001 | a14  a4  a12  a5 | 0101  0100  0011  0000 | x4  x4x2  x4x2x1  x4x2x1 | y3  y4, y5  y5, y9  y1, y8 | K2J4  K1K2J4  K2J4  K1K3 |

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.