Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Технический институт (филиал)

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Северо-Восточный Федеральный университет имени М.К.Аммосова»

в г. Нерюнгри

Расчетно - графическая работа

Дисциплина: «Микропроцессорные средства управления электроприводами и технологическими комплексами»

Тема: «Синтез конечных автоматов Мили и Мура».

вариант 7.

Выполнил: студент

З-БА-ЭП-17(5) з/о

Тиханович Ф.С.

Проверил:

Доцент К.Т.Н. кафедры ЭП и АПП

Шабо К.Я.

г. Нерюнгри 2022

Содержание

[Задание 3](#_Toc95867182)

[1. Синтез конечного автомата Мили 4](#_Toc95867183)

[2. Синтез конечного автомата Мура. 11](#_Toc95867184)

[Выводы по работе 18](#_Toc95867185)

[Список литературы 19](#_Toc95867186)

Приложение 1. Принципиальная схема КА Мили

Приложение 2. Принципиальная схема КА Мура

Задание

Вариант №7.

Тип синхронного триггера – RS.

Индексы сигналов – 0320, 0240, 1234, 2321, 4032, 3022, 0100, 0100.

Необходимо синтезировать конечные автоматы Мили и Мура.

Индексы сигналов – 0320, 0240, 1234, 2321, 4032, 3022, 0100, 0100.

1. Синтез конечного автомата Мили

Строим граф конечного автомата Мили



Рисунок 1. Граф конечного автомата Мили

Определим количество элементов памяти

где k = 4 – количество внутренних состояний автомата.

Определим число разрядов входной шины

где p = 4 – количество входных сигналов

Определим число разрядов выходной шины

где s = 4 – количество входных сигналов

Получим

Составим таблицы переходов и выходов конечного автомата

Таблица 1. Таблица переходов КА Мили

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сост.  входа | a1 | a2 | a3 | a4 |
| Z1 | - | a2 | - | а3 |
| Z2 | a4 | a4 | a4 | - |
| Z3 | a2 | а3 | a2 | - |
| Z4 | - | а1 | а3 | - |

Таблица 2. Таблица выходов КА Мили

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сост.  входа | a1 | a2 | a3 | a4 |
| Z1 | - | W2 | - | W1 |
| Z2 | W4 | W3 | W2 | - |
| Z3 | W2 | W2 | W2 | - |
| Z4 | - | W1 | W3 | - |

Кодируем автомат, ставя в соответствие каждому символическому сигналу произвольный двоичный код.

Таблица 3. Кодировка автомата Мили

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Входные сигналы | | | Выходные сигналы | | | Сигналы памяти | | |
| Состояния  входа | Биты кода | | Состояния  входа | Биты кода | | Состояния  входа | Биты кода | |
| x1 | x2 | y1 | y2 | Q1 | Q2 |
| Z1 | 0 | 0 | W4 | 0 | 0 | Q1 | 0 | 0 |
| Z2 | 0 | 1 | W3 | 0 | 1 | Q2 | 0 | 1 |
| Z3 | 1 | 0 | W2 | 1 | 0 | Q3 | 1 | 0 |
| Z4 | 1 | 1 | W1 | 1 | 1 | Q4 | 1 | 1 |

С учетом введенных кодов переведем таблицы переходов и выходов в двоичный алфавит

Таблица 4. Кодированная таблица переходов КА Мили (δ)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сост.  входа | Q1 Q2 | | | |
| 00 | 01 | 10 | 11 |
| 00 | - | 01 | - | 10 |
| 01 | 11 | 11 | 11 | - |
| 10 | 01 | 10 | 01 | - |
| 11 | - | 00 | 10 | - |

Таблица 5. Кодированная таблица выходов КА Мили (λ)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сост.  входа | Q1 Q2 | | | |
| 00 | 01 | 10 | 11 |
| 00 | - | 10 | - | 11 |
| 01 | 00 | 01 | 10 | - |
| 10 | 10 | 10 | 10 | - |
| 11 | - | 11 | 01 | - |

По таблице выходов λ составим логические уравнения для выходных сигналов y1 и y2.

Преобразуем таблицу переходов автомата в таблицу возбуждения памяти. Для обеспечения каждого отдельного перехода из исходного состояния памяти в последующее нужно подать на входы элементов памяти определенные сигналы.

Таблица 6. Таблица возбуждения памяти на RS-триггерах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X1X2 | Q1 Q2 | | | | | | | |
| 00 | | 01 | | 10 | | 11 | |
| R1S1 | R2S2 | R1S1 | R2S2 | R1S1 | R2S2 | R1S1 | R2S2 |
| 00 | - | - | - 0 | 0 - | - | - | 0 - | 1 0 |
| 01 | 0 1 | 0 1 | 0 1 | 0 - | 0 - | 0 1 | - | - |
| 10 | - 0 | 0 1 | 0 1 | 1 0 | 1 0 | 0 1 | - | - |
| 11 | - | - | - 0 | 1 0 | 0 - | - 0 | - | - |

По таблице возбуждения памяти составим логические уравнения сигналов на каждом информационном входе каждого триггера

Минимизируем полученные уравнения функций возбуждения и выходов при помощи карт Карно.

Из карт Карно получим



Рисунок 2. Карты Карно для выходных сигналов и сигналов возбуждения триггеров

По полученным минимальным формам составим логическую схему автомата на микросхемах серии К155.

Для унификации микросхем представим данные уравнения в базисе И-НЕ

Получим

Перечень микросхем:

- DD1 – К155ЛН1 – 1 шт.

- DD2 – К155ЛА3 – 1 шт.

- DD3, DD4 – К155ЛА4 – 2 шт.

- DD5 – К155ТВ15 – 1 шт.

2. Синтез конечного автомата Мура.

Для перехода к автомату Мура составим совмещенную таблицу переходов автомата Мили.

Таблица 7. Совмещенная таблица переходов КА Мили

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ai  Zj | a1 | a2 | a3 | a4 |
| Z1 | - | a2/ W2 | - | a3/ W1 |
| Z2 | a4/W4 | a4/W3 | a4/W2 | - |
| Z3 | a2/W2 | a3/ W2 | a2/W2 | - |
| Z4 | - | a1/W1 | a3/ W3 | - |

Имеем алфавиты

Z = {Z1, Z2, Z3, Z4,}

A = {a1, a2, a3, a4,}

W = {W1, W2, W3, W4,}

Найдем множества Bs, определяемые числом различных выходных сигналов на дугах, входящих в данное состояние

B1 = {a1W1} = {b1}

B2 = {a2W2} = {b2}

B3 = {a3W1, a3W2, a3W3} = {b3, b4, b5}

B4 = {a4W2, a4W3, a4W4 } = { b6, b7, b8}

Составим таблицу переходов автомата Мура на основании таблицы переходов Мили и состояний BS.

Таблица 8. Таблица переходов КА Мура

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| bi  Zj | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b6 | b7 | b8 |
| B1 | B2 | B3 | | | B4 | | |
| Z1 | - | b2 | - | - | - | b3 | b3 | b3 |
| Z2 | b8 | b7 | b6 | b6 | b6 | - | - | - |
| Z3 | b2 | b4 | b2 | b2 | b2 | - | - | - |
| Z4 | - | b1 | b5 | b5 | b5 | - | - | - |

Для получения автомата Мура составим граф учитывая, что его входные сигналы Wi определяются внутренними состояниями bi.



Рисунок 3. Граф автомата Мура

Для данного автомата

- количество внутренних состояний (bk) – k = 8;

- количество входных сигналов (Zi) – p = 4;

- количество выходных сигналов (Wj) – s = 4.

Найдем:

- число элементов памяти – r > log2k = log2 8 = 3;

- число разрядов входной шины – n > log2p = log2 4 = 2;

- число разрядов выходной шины – m > log2s = log2 4 = 2.

Кодируем автомат ставя в соответствии каждому символическому сигналу произвольный двоичный код (число разрядов кода соответствует r, n, m).

Таблица 9. Кодировка автомата Мили

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Входные сигналы | | | Выходные сигналы | | | Сигналы памяти | | | |
| Состояние входа | Биты кода | | Состояние  выхода | Биты кода | | Внутренние  состояние | Биты кода | | |
| x1 | x2 | y1 | y2 | Q1 | Q2 | Q3 |
| Z1 | 0 | 0 | W4 | 0 | 0 | b1 | 0 | 0 | 0 |
| Z2 | 0 | 1 | W3 | 0 | 1 | b2 | 0 | 0 | 1 |
| Z3 | 1 | 0 | W2 | 1 | 0 | b3 | 0 | 1 | 0 |
| Z4 | 1 | 1 | W1 | 1 | 1 | b4 | 0 | 1 | 1 |
|  | | | | | | b5 | 1 | 0 | 0 |
| b6 | 1 | 0 | 1 |
| b7 | 1 | 1 | 0 |
| b8 | 1 | 1 | 1 |

С учетом введенных кодов переводим таблицу переходов в двоичный алфавит.

Таблица 10. Кодированная таблица переходов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Q1Q2Q3  x1x2 | 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | 110 | 111 |
| 00 | - | 100 | 100 | - | - | - | - | - |
| 01 | 000 | 101 | 101 | - | - | 110 | 110 | - |
| 10 | 001 | - | - | 010 | 010 | - | - | 010 |
| 11 | 011 | - | - | - | - | 000 | 000 | - |

Преобразуем таблицу переходов автомата в таблицу возбуждения памяти.

Таблица 11. Таблица возбуждения памяти, выполненной на RS- триггерах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х1Х2 | Q1 Q2 Q3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 000 | | | 001 | | | 010 | | | 011 | | | 100 | | | 101 | | | 110 | | | 111 | | |
| R1S1 | R2S2 | R3S3 | R1S1 | R2S2 | R3S3 | R1S1 | R2S2 | R3S3 | R1S1 | R2S2 | R3S3 | R1S1 | R2S2 | R3S3 | R1S1 | R2S2 | R3S3 | R1S1 | R2S2 | R3S3 | R1S1 | R2S2 | R3S3 |
| 00 | -- | -- | -- | 1- | 0- | -1 | 1- | -1 | 0- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 01 | 0- | 0- | 0- | 1- | 0- | - 0 | 1- | -1 | 1- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | - 0 | 1- | -1 | - 0 | - 0 | 0- | -- | -- | -- |
| 10 | 0- | 0- | 1- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 0- | - 0 | -1 | -1 | 1- | 0- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 0- | - 0 | -1 |
| 11 | 0- | 1- | 1- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -1 | 0- | -1 | -1 | -1 | 0- | -- | -- | -- |

По таблице возбуждения памяти составим логические уравнения сигналов на каждом информационном входе каж­дого триггера.

Минимизируем уравнения при помощи карт Карно



Рисунок 4. Карты Карно функций возбуждения

Запишем минимизированные выражения функций возбуждения:

Определим функции выходных сигналов. Составим таблицу выходных сигналов в зависимости от состояний триггеров

Таблица 12. Таблица выходных сигналов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Q2Q3 | | | |
| 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q1 | 0 | W3 | W3 | W2 | W4 |
| 1 | W4 | W1 | -- | W4 |

Таблица 13. Кодированная таблица выходных сигналов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| y1y2 | | Q2Q3 | | | |
| 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q1 | 0 | 01 | 01 | 10 | 00 |
| 1 | 00 | 11 | -- | 00 |

По кодированной таблице выходных сигналов составим логические выражения выходных функций

Минимизируем уравнения при помощи карт Карно



Рисунок 5. Карты Карно выходных функций

Получим систему логических функций, описывающих работу автомата Мура

Преобразуем функции для унификации микросхем и возможности реализации автомата на микросхемах серии К155

По полученным минимальным формам составим логическую схему автомата на микросхемах серии К155.

Перечень микросхем:

- DD1 – К155ЛН1 – 1 шт.

- DD2, DD4, DD5, DD6 – К155ЛА3 – 4 шт.

- DD3 – К155ЛА4 – 1 шт.

- DD7, DD8 – К155ТВ15 – 2 шт.

Выводы по работе

В данной работе был произведен синтез конечного автомата Мили и конечного автомата Мура.

В процессе синтеза были составлены логические выражения функционирования автоматов, получены их минимальные формы с помощью карт Карно и построена принципиальная схема на микросхемах серии К155.

При сравнении реализация автомата Мили получилась более простой и требует меньшего количества микросхем, чем реализация автомата Мура.

# Список литературы

1. Смирнов Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники/ Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. – СПб: Лань, 2013 - 496 с.
2. Микушин А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры/ А.В. Микушин, А .М.Сажнёв, В.И. Сединин.- СПб: БХВ-Петербург, 2010 – 832 с.
3. Безуглов Д.А. Цифровые устройства и микропроцессоры: Учебное пособие / Д.А. Безуглов, И. В. Калиенко.- Р-Д., 2008. - 469 с.
4. Сажнев А.М. Цифровые устройства и микропроцессоры: конспект лекций /А.М. Сажнев .- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – Ч.1. - 116 с.
5. Пухальский Г.Я. Цифровые устройства: Учебное пособие для ВТУЗов.- СПб.: Политехника, 2006. - 885 с.



