**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г.Шухова)**

Курсовая работа

дисциплина: «Теория цифровых автоматов»

по теме: «Синтез цифровых автоматов по граф-схемам алгоритмов»

Выполнил: ст. группы ВТ-31   
Ковалёв И. Д.  
Проверил: Рязанов Ю. Д.

Белгород 2020

**Оглавление**

[Задание к работе 3](#_Toc42113666)

[Получение диаграммы ГСА, отметка по схемам Мили и Мура 4](#_Toc42113667)

[Кодирование состояний автоматов 5](#_Toc42113668)

[Синтез комбинационной схемы автомата Мили на D-триггерах 6](#_Toc42113669)

[Синтез комбинационной схемы автомата Мили на T-триггерах 9](#_Toc42113670)

[Синтез комбинационной схемы автомата Мура на D-триггерах 12](#_Toc42113671)

[Синтез комбинационной схемы автомата Мура на Т-триггерах 16](#_Toc42113672)

[Построение схемы минимального автомата 19](#_Toc42113673)

[Реализация программы, моделирующей минимальную схему автомата 20](#_Toc42113674)

[Нахождение тестового набора входных сигналов 20](#_Toc42113675)

[Обработка полученной последовательности программой 21](#_Toc42113676)

[Заключение 21](#_Toc42113677)

[Список использованной литературы 22](#_Toc42113678)

# **Задание к работе**

1. Представить ГСА в виде диаграммы.

2. Выполнить отметку ГСА по схемам Мили и Мура и построить соответствующие автоматы. Автоматы представить в табличном и графовом виде.

3. Выполнить кодирование состояний автоматов.

4. Получить функции выходов и возбуждения триггеров для построения логической схемы автомата Мили на D-триггерах и элементах И, ИЛИ, НЕ. Выполнить минимизацию функций и применить факторизационный метод синтеза комбинационной схемы.

5. Получить функции выходов и возбуждения триггеров для построения логической схемы автомата Мили на Т-триггерах и элементах И, ИЛИ, НЕ. Выполнить минимизацию функций и применить факторизационный метод синтеза комбинационной схемы.

6. Получить функции выходов и возбуждения триггеров для построения логической схемы автомата Мура на D-триггерах и элементах И, ИЛИ, НЕ. Выполнить минимизацию функций и применить факторизационный метод синтеза комбинационной схемы.

7. Получить функции выходов и возбуждения триггеров для построения логической схемы автомата Мура на Т-триггерах и элементах И, ИЛИ, НЕ. Выполнить минимизацию функций и применить факторизационный метод синтеза комбинационной схемы.

8. Выбрать схему автомата минимальной сложности (по Квайну).

9. Написать программу моделирования выбранной схемы автомата. На входе – последовательность наборов входных сигналов, на выходе – последовательность состояний триггеров и значений сигналов на выходе.

10. Найти последовательность наборов входных сигналов, при обработке которой каждый триггер изменит своё состояние с нуля в единицу и с единицы в ноль хотя бы один раз и, аналогично, произойдут изменения сигналов на каждом выходе.

11. Обработать полученную последовательность программой п.9.

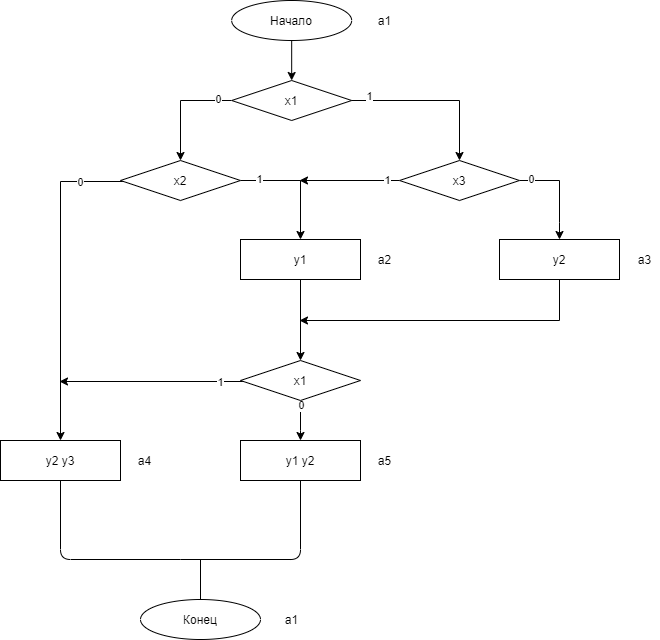
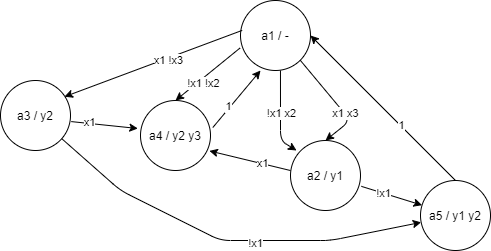
**Вариант 4**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер вершины | Тип вершины | Переход по «0» | Переход по «1» | Содержимое вершины |
| 1 | Начало | 2 | 2 |  |
| 2 | Условие | 6 | 4 | x1 |
| 3 | Действие | 7 | 7 | y1 |
| 4 | Условие | 8 | 3 | x\_3 |
| 5 | Действие | 10 | 10 | y2 y3 |
| 6 | Условие | 5 | 3 | x2 |
| 7 | Условие | 9 | 5 | x1 |
| 8 | Действие | 7 | 7 | y2 |
| 9 | Действие | 10 | 10 | y1 y2 |
| 10 | Конец |  |  |  |

# **Получение диаграммы ГСА, отметка по схемам Мили и Мура**

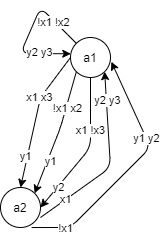
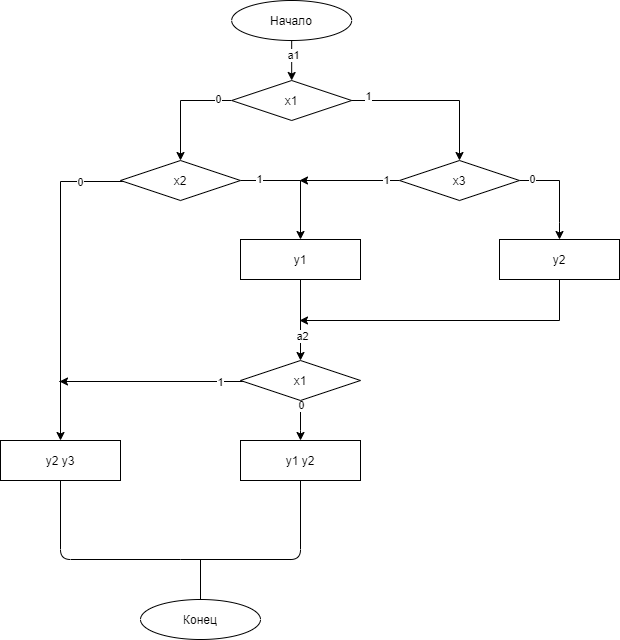
Представить ГСА в виде диаграммы. Выполнить отметку ГСА по схемам Мили и Мура и построить соответствующие автоматы. Автоматы представить в табличном и графовом виде.

**Автомат Мура**

****

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Выход Мура | Текущее состояние | Состояние перехода | Состояние входов |
|  | 000 | 001 |  |
| 010 |  |
| 011 |  |
|  | 001 | 011 |  |
| 100 |  |
|  | 010 | 011 |  |
| 100 |  |
|  | 011 | 000 |  |
|  | 100 | 000 |  |

**Автомат Мили**



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Начальное состояние | Конечное состояние | Входной сигнал | Выход Мили |
| A1 – 0 | – 1 |  |  |
| A2 – 1 |  |  |
| A2 – 1 |  |  |
| A1 – 0 |  |  |
| A2 – 1 | A1 – 0 |  |  |
| A1 – 0 |  |  |

# **Кодирование состояний автоматов**

Выполнить кодирование состояний автоматов.

Для автомата Мура

|  |  |
| --- | --- |
| A1 | 000 |
| A2 | 001 |
| A3 | 010 |
| A4 | 011 |
| A5 | 100 |

Для автомата Мили

|  |  |
| --- | --- |
| A1 | 0 |
| A2 | 1 |

# **Синтез комбинационной схемы автомата Мили на D-триггерах**

Получить функции выходов и возбуждения триггеров для построения логической схемы автомата Мили на D-триггерах и элементах И, ИЛИ, НЕ. Выполнить минимизацию функций и применить факторизационный метод синтеза комбинационной схемы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Начальное состояние | Конечное состояние | Входной сигнал | Выход Мили |
| A1 – 0 | – 1 |  |  |
| A2 – 1 |  |  |
| A2 – 1 |  |  |
| A1 – 0 |  |  |
| A2 – 1 | A1 – 0 |  |  |
| A1 – 0 |  |  |

Функции выхода:

Функция возбуждения:

СДНФ системы функций:

Склеиваем импликанты, в результате получим:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | !t1 x1 !x3 | 1, 2, 4 |
| 2 | t1 x1 !x3 | 1, 2, 3 |
| 3 | !t1 !x1 !x2 | 2, 3 |
| 4 | !t1 x1 | 1, 4 |
| 5 | x1 !x3 | 1, 2 |
| 6 | !x2 !x3 | 2 |
| 7 | !t1 x2 | 4 |
| 8 | t1 !x3 | 1, 2 |
| 9 | !x1 !x2 | 2 |
| 10 | t1 x1 | 2, 3 |
| 11 | t1 | 2 |

Минимизируем систему, получаем:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0000 | | 0001 | | 0010 | 0011 | 0100 | | | 0101 | | 0110 | | | 0111 | | 1000 | | 1001 | 1010 | | 1011 | 1100 | | | 1101 | | 1110 | | | 1111 | |
|  | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 01-0 (1, 2, 4) |  |  |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11-0 (1, 2, 3) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + | + | + |  |  |
| 000-(2, 3) | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01—(1, 4) |  |  |  |  |  |  | + |  | + | + | + | + |  | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| -1-0(1, 2) |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  | + | + |  |  |  |
| --00(2) | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-1-(4) |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1—0(1, 2) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  | + | + |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |
| -00-(2) | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11—(2, 3) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + |  | + | + | + | + |
| 1---(2) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  | + | + |  | + |  | + |  |  | + |  | + |  |

Составим систему функций из полученных импликант:

Факторизуем на элементах И:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Z1 |
| U1 |  | 1 |  | - |  | - |  |  | 1 |
| U2 |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |
| U3 |  |  | 1 |  |  |  |  | 1 |  |
| U4 |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |
| U5 | 1 |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| U6 | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| U7 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z1 |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |

Факторизуем на элементах ИЛИ:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | U6 | U7 | W1 | W2 | W3 |
| Y1 |  | 1 | - |  | - |  |  | 1 |  |  |
| Y2 | - |  | - |  | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Y3 | - |  |  |  |  | - |  |  | 1 |  |
| F |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| W1 |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |
| W2 | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |
| W3 |  |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  |

Сложность по Квайну: 16 + 14 + 4 = 34

# **Синтез комбинационной схемы автомата Мили на T-триггерах**

Получить функции выходов и возбуждения триггеров для построения логической схемы автомата Мили на Т-триггерах и элементах И, ИЛИ, НЕ. Выполнить минимизацию функций и применить факторизационный метод синтеза комбинационной схемы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Начальное состояние | Конечное состояние | Входной сигнал | Выход Мили |
| A1 – 0 | – 1 |  |  |
| A2 – 1 |  |  |
| A2 – 1 |  |  |
| A1 – 0 |  |  |
| A2 – 1 | A1 – 0 |  |  |
| A1 – 0 |  |  |

Функции выхода:

Функция возбуждения:

СДНФ системы:

Склеиваем импликанты, в результате получим:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | t1 x1 !x3 | 1, 2, 3, 4 |
| 2 | !t1 !x1 !x2 | 2, 3 |
| 3 | !t1 x1 | 1, 4 |
| 4 | x1 !x3 | 1, 2, 4 |
| 5 | !x2 !x3 | 2 |
| 6 | t1 !x3 | 1, 2, 4 |
| 7 | !x1 !x2 | 2 |
| 8 | t1 x1 | 2, 3, 4 |
| 9 | x1 | 4 |
| 10 | x2 | 4 |
| 11 | t1 | 2, 4 |

Минимизируем систему, получаем:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0000 | | 0001 | | 0010 | 0011 | 0100 | | | 0101 | | 0110 | | | 0111 | | 1000 | | | 1000 | | 1000 | | | 1000 | | 1100 | | | | 1100 | | | 1100 | | | | 1100 | | |
|  | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| -1-- (4) |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  | + |  |  |  | + |  |  | + |
| 11-0 (1,2,3,4) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + |  |  |  | + | + | + | + |  |  |  |
| 000- (2, 3) | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01-- (1, 4) |  |  |  |  |  |  | + |  | + | + | + | + |  | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| -1-0 (1, 2, 4) |  |  |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  | + |  |  |  | + | + |  | + |  |  |  |
| --00 (2) | + |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --1- (4) |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  | + |
| 1--0 (1, 2, 4) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + |  |  | + | + | + |  |  | + | + |  | + |  |  |  | + | + |  | + |  |  |  |
| -00- (2) | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11-- (2, 3, 4) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + |  | + | + | + | + | + | + |
| 1--- (2, 4) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + |  | + | + | + | + |  | + |  | + | + |  | + |  | + |  | + | + |  | + |

Составим систему функций из полученных импликант:

Факторизуем на элементах И:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Z1 |
| U1 |  | 1 |  | - |  | - |  |  | 1 |
| U2 |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |
| U3 |  |  | 1 |  |  |  |  | 1 |  |
| U4 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |
| U5 | 1 |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| U6 | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| U7 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z1 |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |

Факторизуем на элементах ИЛИ:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | U6 | U7 | W1 | W2 | W3 | W4 |
| Y1 |  | 1 | - |  | - |  |  | 1 |  |  |  |
| Y2 | 1 |  | - |  | - | - | - | - | - | 1 |  |
| Y3 | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |
| F |  | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 |
| W1 |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| W2 |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |
| W3 |  |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |
| W4 |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |

Сложность по Квайну: 16 + 16 + 4 = 36

# **Синтез комбинационной схемы автомата Мура на D-триггерах**

Получить функции выходов и возбуждения триггеров для построения логической схемы автомата Мура на D-триггерах и элементах И, ИЛИ, НЕ. Выполнить минимизацию функций и применить факторизационный метод синтеза комбинационной схемы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Выход Мура | Текущее состояние | Состояние перехода | Состояние входов |
|  | 000 | 001 |  |
| 010 |  |
| 011 |  |
|  | 001 | 011 |  |
| 100 |  |
|  | 010 | 011 |  |
| 100 |  |
|  | 011 | 000 |  |
|  | 100 | 000 |  |

Функции выходов:

Функции возбуждения:

Получим СДНФ, после выведем импликанты:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | !t1 !t2 !t3 !x1 !x2 | 5, 6 |
| 2 | !t1 !t2 !t3 !x2 !x3 | 5 |
| 3 | !t1 t2 !t3 x1 | 2, 5, 6 |
| 4 | !t1 !t3 x1 x3 | 6 |
| 5 | !t1 !t3 x1 !x3 | 5 |
| 6 | !t1 t2 !t3 !x1 | 2, 4 |
| 7 | !t1 !t2 t3 !x1 | 4 |
| 8 | !t1 !t2 !t3 !x1 | 6 |
| 9 | !t1 !t2 !t3 x3 | 6 |
| 10 | !t1 !t2 x1 !x3 | 5 |
| 11 | !t1 !t2 t3 x1 | 5, 6 |
| 12 | !t1 !t2 x1 x3 | 6 |
| 13 | t1 !t2 !t3 | 1, 2 |
| 14 | !t1 t2 t3 | 2, 3 |
| 15 | t1 !t3 | 1 |
| 16 | !t1 t2 | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 110111 | 110110 | 110101 | 110100 | 110011 | 110010 | 110001 | 110000 | 100111 | | 100110 | | 100101 | | 100100 | | 100011 | | 100010 | | 100001 | | 100000 | | 010111 | | | 010110 | | | 010101 | | | 010100 | | | 010011 | | 010010 | |
|  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 6 | 2 | 5 | 6 | 2 | 5 | 6 | 2 | 5 | 6 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| 00000- (5,6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 000-00 (5) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0101-- (2,5,6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |
| 0-01-1 (6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-01-0 (5) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |
| 0100-- (2,4) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + |
| 0010-- (4) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0000-- (6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 000--1 (6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-1-0 (5) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0011-- (5,6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-1-1 (6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100--- (1,2) |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 011--- (2,3) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-0--- (1) | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01---- (2) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  | + |  |  | + |  |  | + |  |  | + |  | + |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 010000 | | 011111 | | 011110 | | 011101 | | 011100 | | 011011 | | 011010 | | 011010 | | 011001 | | 011000 | | 001011 | 001010 | 001001 | 001000 | 000001 | | 000001 | | 000100 | 000110 | 001100 | | 001101 | | 001110 | | 001111 | | 000010 | 000011 | 000101 | 000111 |
|  | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 00000-(5,6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 000-00(5) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0101--(2,5,6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-01-1(6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |
| 0-01-0(5) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0100--(2,4) | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0010--(4) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0000--(6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |
| 000--1(6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + |
| 00-1-0(5) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |
| 0011--(5,6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |
| 00-1-1(6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  | + | + |
| 100---(1,2) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 011---(2,3) |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-0---(1) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01----(2) | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Минимизировав систему, получаем:

Составим систему функций из полученных импликант:

Факторизация на элементах И

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 | Z6 | Z7 | Z8 | Z9 | Z10 |
| U1 |  | - |  | - |  | - |  | - |  | - |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |  |  |
| U2 |  | - | 1 |  |  | - | - |  |  |  | 1 |  | - |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| U3 |  | - |  |  |  | - | - |  |  |  | 1 |  | - |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| U4 |  | - |  |  |  | - | - |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U5 |  | - | 1 |  |  | - |  | - |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U6 |  | - |  | - | 1 |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| U7 |  | - |  | - |  | 1 |  | - |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| U8 |  | - |  | - | - |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |
| U9 | - |  |  | 1 |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |
| U10 |  | - | 1 |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |
| U11 | - |  |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |
| Z1 |  | - |  |  |  | - | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| Z2 |  | - |  |  |  | - |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| Z3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z4 |  | 1 |  | - |  |  |  | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |
| Z5 |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z6 | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z7 |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z8 |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z9 |  | 1 |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z10 |  |  |  | 1 |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Факторизация на элементах или:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | U6 | U7 | U8 | U9 | U10 | U11 | W1 | W2 | W3 | W4 | W5 |
| Y1 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |
| Y2 |  | - |  |  | - |  |  |  | - | - |  |  | 1 | 1 |  |  |
| Y3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| F1 |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F2 | - | - |  | 1 |  |  |  | - |  |  |  | 1 |  |  |  |  |
| F3 | - | - | - |  |  |  | - | - |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |
| W1 | - | - |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  | 1 |
| W2 |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| W3 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |
| W4 |  |  | 1 |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| W5 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Cложность по Квайну: 42 + 22 + 6 = 70

# **Синтез комбинационной схемы автомата Мура на Т-триггерах**

Получить функции выходов и возбуждения триггеров для построения логической схемы автомата Мура на Т-триггерах и элементах И, ИЛИ, НЕ. Выполнить минимизацию функций и применить факторизационный метод синтеза комбинационной схемы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Выход Мура | Текущее состояние | Состояние перехода | Состояние входов |
|  | 000 | 001 |  |
| 010 |  |
| 011 |  |
|  | 001 | 011 |  |
| 100 |  |
|  | 010 | 011 |  |
| 100 |  |
|  | 011 | 000 |  |
|  | 100 | 000 |  |

Функции выходов:

Функции возбуждения:

Получим СДНФ, после выведем импликанты:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | !t1 !t3 x1 x3 | 6 |
| 2 | !t1 t2 !t3 !x1 | 2, 4, 5 |
| 3 | !t1 !t3 !x1 !x2 | 5 |
| 4 | !t1 !t2 t3 !x1 | 4, 6 |
| 5 | !t1 !t2 x1 !x3 | 5 |
| 6 | t1 !t2 !t3 | 1, 2 |
| 7 | !t1 t2 x1 | 2, 6 |
| 8 | !t1 t2 t3 | 2, 3, 5, 6 |
| 9 | !t1 t3 x1 | 5 |
| 10 | !t1 !t2 !x1 | 6 |
| 11 | t1 !t3 | 1 |

Построим импликантную матрицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 110111 | | 110110 | 110101 | 110100 | 110011 | 110010 | 110001 | 110000 | 100111 | | | 100110 | | | 100101 | | | 100100 | | | 100011 | | | 100010 | | 100001 | | 100000 | | 010111 | | 010110 | | 010101 | | 010100 | | 010011 | | | 010010 | | | 010001 | | |
|  | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 2 | 1 | | 2 | 1 | | 2 | 1 | | 2 | 1 | | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 4 | 5 | 2 | 4 | 5 | 2 | 4 | 5 |
| 00000- (5,6) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 000-00 (5) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-01-1 (6) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0100-- (2,4,5) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 0-000- (5) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |
| 0010-- (4,6) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 000--1 (6) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-1-0 (5) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100--- (1,2) | |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | | + | + | | + | + | | + | + | | + | + | | + | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01-1-- (2,6) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 01-0-- (2,5) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + | + |  | + | + |  | + |
| 011--- (2,3,5,6) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-11-- (5) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-10-- (6) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-0-- (6) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-0--- (1) | | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  | + | |  | + | |  | + | |  | + | |  | + | |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 010000 | | | 011111 | | | | 011110 | | | | 011101 | | | | 011100 | | | | 011011 | | | | 011010 | | | | 011001 | | | | 011000 | | | | 001011 | | 001010 | | 001001 | | 001000 | | 000000 | | 000001 | | 000100 | 000110 | 001100 | 001101 | 001110 | 001111 | 000010 | 000011 | 000101 | 000111 |
| 2 | 4 | 5 | 2 | 3 | 5 | 6 | 2 | 3 | 5 | 6 | 2 | 3 | 5 | 6 | 2 | 3 | 5 | 6 | 2 | 3 | 5 | 6 | 2 | 3 | 5 | 6 | 2 | 3 | 5 | 6 | 2 | 3 | 5 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + |
| + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + |  | + |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | + |  |  | + | + |  |  | + | + |  |  | + | + |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | + | + | + |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  | + |  |  |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  | + | + |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Минимизировав систему, получаем:

Составим систему функций из полученных импликант:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 | Z6 | Z7 | Z8 | Z9 | Z10 |
| U1 |  | - |  |  |  | - | - |  |  |  | - |  | 1 |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |
| U2 |  | - | 1 |  |  | - |  | - |  | - |  |  | - |  | - |  |  | 1 |  |  |  |  |
| U3 |  | - |  |  |  | - |  | - |  | - |  |  | - |  | - |  |  | 1 |  |  |  |  |
| U4 |  | - |  | - | - |  |  | - |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |
| U5 |  | - |  | - |  |  | - |  |  |  |  | - |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |  |  |
| U6 | - |  |  | - |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |
| U7 |  | - | - |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| U8 |  | - | - |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| U9 |  | - |  |  | - |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |
| U10 |  | - |  | - |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U11 | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z1 |  | 1 |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z2 |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z3 |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z4 |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z5 |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| Z7 |  |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z8 |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z9 | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z10 |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Факторизация на элементах или:

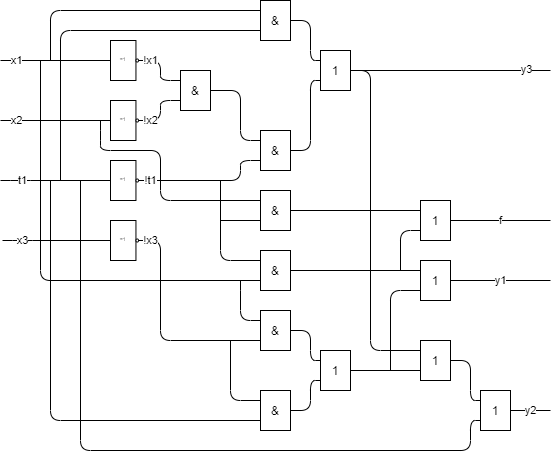
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 | U6 | U7 | U8 | U9 | U10 | U11 | W1 | W2 | W3 | W4 | W5 | W6 | W7 |
| Y1 |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| Y2 |  | - |  |  |  | - | - | - |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| Y3 |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F1 |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F2 |  | - | - |  | - |  |  | - | - |  |  | - |  | 1 | 1 |  |  |  |
| F3 | - |  |  | - |  |  | - | - |  | - |  |  |  |  |  | - | 1 | 1 |
| W1 |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| W2 |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| W3 |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| W4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| W5 | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| W6 |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| W7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |  |  |

Сложность по Квайну: 42 + 22 + 6 = 70

# **Построение схемы минимального автомата**

Выбрать схему автомата минимальной сложности (по Квайну).

Минимальная сложность по Квайну у автомата с п. 4. Составим схему:



# **Реализация программы, моделирующей минимальную схему автомата**

Написать программу моделирования выбранной схемы автомата. На входе – последовательность наборов входных сигналов, на выходе – последовательность состояний триггеров и значений сигналов на выходе.

Функцию реализуем точно так, как и саму схему, воспользовавшись таблицами факторизации:

def f(t1, x1, x2, x3):

    z1 = not x1 and not x2

    u1 = not t1 and z1

    u2 = not t1 and x1

    u3 = x1 and not x3

    u4 = not t1 and x2

    u5 = t1 and not x3

    u6 = t1 and x1

    u7 = t1

    w1 = u3 or u5

    w2 = u1 or u6

    w3 = w1 or w2

    y1 = u2 or w1

    y2 = u7 or w3

    y3 = w2

    f = u2 or u4

    print("Триггер: {}, Выходы: {} {} {}".format(int(f), int(y1), int(y2), int(y3)))

    return f, y1, y2, y3

# **Нахождение тестового набора входных сигналов**

Найти последовательность наборов входных сигналов, при обработке которой каждый триггер изменит своё состояние с нуля в единицу и с единицы в ноль хотя бы один раз и, аналогично, произойдут изменения сигналов на каждом выходе.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Входные сигналы | Начальное состояние | Конечное состояние | Выходные сигналы |
| 101 |  |  | 100 |
| 101 |  |  | 011 |

# **Обработка полученной последовательности программой**

Обработать полученную последовательность программой п.9.

t1 = 0

print("Введите входы х1, х2, х3: ")

x1 = int(input('x1 = '))

x2 = int(input('x2 = '))

x3 = int(input('x3 = '))

while x1 == 0 or x1 == 1 or x2 == 0 or x2 == 1 or x3 == 0 or x3 == 1:

    t1, x1, x2, x3 = f(t1, x1, x2, x3)

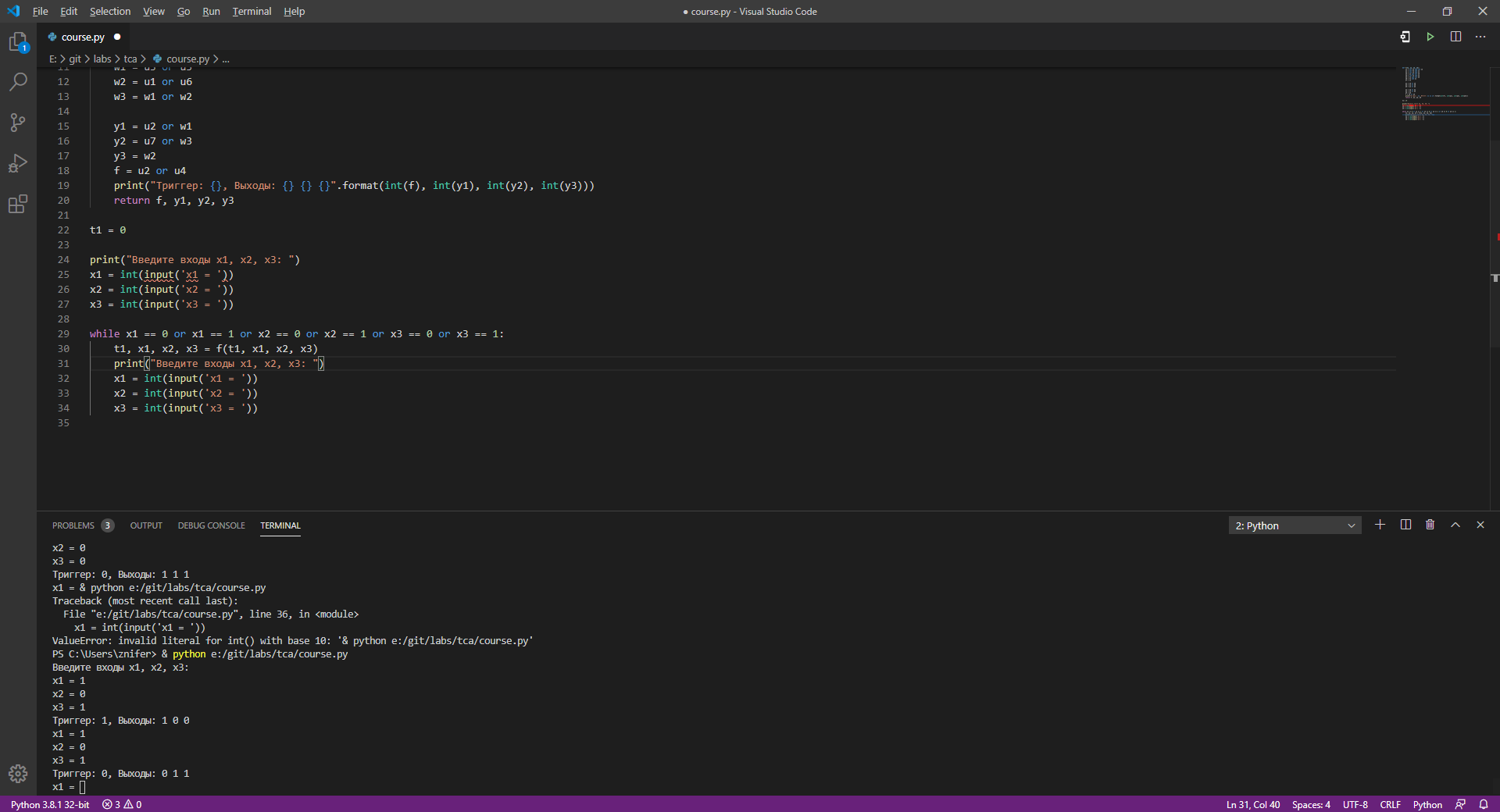
    print("Введите входы х1, х2, х3: ")

    x1 = int(input('x1 = '))

    x2 = int(input('x2 = '))

    x3 = int(input('x3 = '))

Результат работы программы:



# **Заключение**

В процессе выполнения курсового проекта были изучены принципы синтеза цифровых автоматов по граф-схемам алгоритма, правила отметки ГСА по схемам Мили и Мура, кодирование состояний автоматов. Были получены функции выходов и возбуждения автоматов Мили и Мура для построения логических схем на Т и D триггерах, проанализирована сложность полученных схем:

Наиболее эффективной получилась схема автомата Мили на D-триггерах со сложностью по Квайну 34 против 36 автомате Мили на Т-триггерах и 70 для обоих автоматов Мура в остальных схемах; Мерой быстродействия выберем самый длинный путь в схеме, в данном случае: против 5 в остальных схемах.

Реализована программа, моделирующая работу схемы автомата Мили на Т-триггере.

# **Список использованной литературы**

1. Баранов С. И. Синтез микропрограммных автоматов (граф-схемы и автоматы). Л.: Энергия, 1979. 232 с.
2. Лазарев В. Г., Пийль Е. И. Синтез управляющих автоматов. М.: Энергоатомиздат, 1989. 328 с.
3. В. Д. Матвеев, Л. И. Матвеева. Теория алгоритмов. К.: 2011, 50 с.