

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО
ИНСТИТУТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ

ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Лабораторная работа №3

Синтез последовательностных схем. Счетчики.
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АРХИТЕКТУРЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ»

Выполнил студент:

Крутецкий Семен Павлович

Группа: з3530903/00301

Руководитель:

доцент, к.т.н

Вербова Наталья Михайловна

Санкт-Петербург, 2022 г.

Содержание

| | |
|--|----------|
| Синтез не двоичного вычитающего счетчика | 2 |
| Построение аналитической модели | 2 |
| Построение счетчика в Multisim | 4 |
| K155ИЕ6 | 5 |
| Построение демонстрационной модели K155ИЕ6 | 5 |

Синтез не двоичного вычитающего счетчика

Построение аналитической модели

Исходя из условия необходимо построить не двоичный вычитающий счетчик с $K_{\text{СЧ}} = 5$. Первоначально определим количество триггеров необходимых для построения. Для расчета воспользуемся следующим соотношением:

$$m \geq \lceil \log_2 M \rceil \approx 2.32 \Rightarrow m = 3$$

Далее произведем расчет избыточных состояний счетчика:

$$N = 2^m - K_{\sim} = 8 - 5 = 3$$

Имеем 3 избыточных состояния, которые необходимо исключить из возможных состояний счетчика. Исключим следующие состояния: $\overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3}$, $Q_1 \overline{Q_2} \overline{Q_3}$, $\overline{Q_1} Q_2 \overline{Q_3}$.

Затем необходимо определить порядок изменения состояний счетчика. При составлении порядка необходимо учесть, что необходимо построить *вычитающий* счетчик, а значит номер каждого последующего состояния должен быть на единицу меньше предшествующего. Имеем итоговый порядок состояний:

$$Q_1 Q_2 Q_3 \rightarrow \overline{Q_1} Q_2 Q_3 \rightarrow Q_1 \overline{Q_2} Q_3 \rightarrow \overline{Q_1} \overline{Q_2} Q_3 \rightarrow Q_1 Q_2 \overline{Q_3} \rightarrow Q_1 Q_2 Q_3 \rightarrow \dots$$

На основании построенного порядка переходов состояния счетка построим таблицу функционирования:

| № | Q_1^t | Q_2^t | Q_3^t | Q_1^{t+1} | Q_2^{t+1} | Q_3^{t+1} |
|---|---------|---------|---------|-------------|-------------|-------------|
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Таблица 1: Таблица функционирования счетчика

На основании таблицы функционирования счетчика были составлены прикладные таблицы для каждого триггера счетчика. Данные таблицы отражают переход конкретного триггера из предыдущего состояния в следующее. В составленных таблицах, в клетках пересечения указаны двоичные числа, отражающие переход триггера при изменении состояния автомата. Пустые клетки соответствуют исключенным состояниям.

| $Q_1^t \rightarrow Q_1^{t+1}$ | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|-------------------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | 01 | 10 | 10 | 01 |
| $\overline{Q_3}$ | - | 11 | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 2: Прикладная таблица Q_1

| $Q_2^t \rightarrow Q_2^{t+1}$ | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|-------------------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | 10 | 11 | 00 | 01 |
| $\overline{Q_3}$ | - | 11 | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 3: Прикладная таблица Q_2

| $Q_3^t \rightarrow Q_3^{t+1}$ | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|-------------------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| $\overline{Q_3}$ | - | 01 | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 4: Прикладная таблица Q_3

В качестве элементной базы выберем триггеры J-K типа К155ТВ1, в виду их универсальности. Характеристическая таблица J-K триггера:

| $Q^t \rightarrow Q^{t+1}$ | J^t | K^t |
|---------------------------|-------|-------|
| 00 | 0 | * |
| 01 | 1 | * |
| 10 | * | 1 |
| 11 | * | 0 |

Таблица 5: Характеристическая таблица для J-K-триггера

Опираясь на характеристическую таблицу триггера построим карты Карно для J и K входов заменив двоичные значения на пересечения соответствующими значениями из характеристической таблицы.

| J_1 | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | 1 | * | * | 1 |
| $\overline{Q_3}$ | - | * | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 6: Карта Карно для J_1

| J_2 | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | * | * | 0 | 1 |
| $\overline{Q_3}$ | - | * | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 8: Карта Карно для J_2

| J_3 | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | * | * | * | * |
| $\overline{Q_3}$ | - | 1 | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 10: Карта Карно для J_3

| K_1 | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | * | 1 | 1 | * |
| $\overline{Q_3}$ | - | 0 | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 7: Карта Карно для K_1

| K_2 | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | 1 | 0 | * | * |
| $\overline{Q_3}$ | - | 0 | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 9: Карта Карно для K_2

| K_3 | Q_2 | Q_2 | $\overline{Q_2}$ | $\overline{Q_2}$ |
|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| Q_3 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| $\overline{Q_3}$ | - | * | - | - |
| | $\overline{Q_1}$ | Q_1 | Q_1 | $\overline{Q_1}$ |

Таблица 11: Карта Карно для K_3

Ниже приведены полученные логические функции входов всех трех триггеров:

$$\begin{array}{ll} J_1^t = 1 & K_1^t = Q_3 \\ J_2^t = \overline{Q}_1 & K_2^t = \overline{Q}_1 \\ J_3^t = 1 & K_3^t = \overline{Q}_1 \overline{Q}_2 \end{array}$$

При построение логических функций было учтено, что в клетках с * функция неопределенна, а значит данные клетки можно интерпретировать по своему усмотрению.

Построение счетчика в Multisim

На основании составленных ранее логических функций входов составим модель (рис. 1).

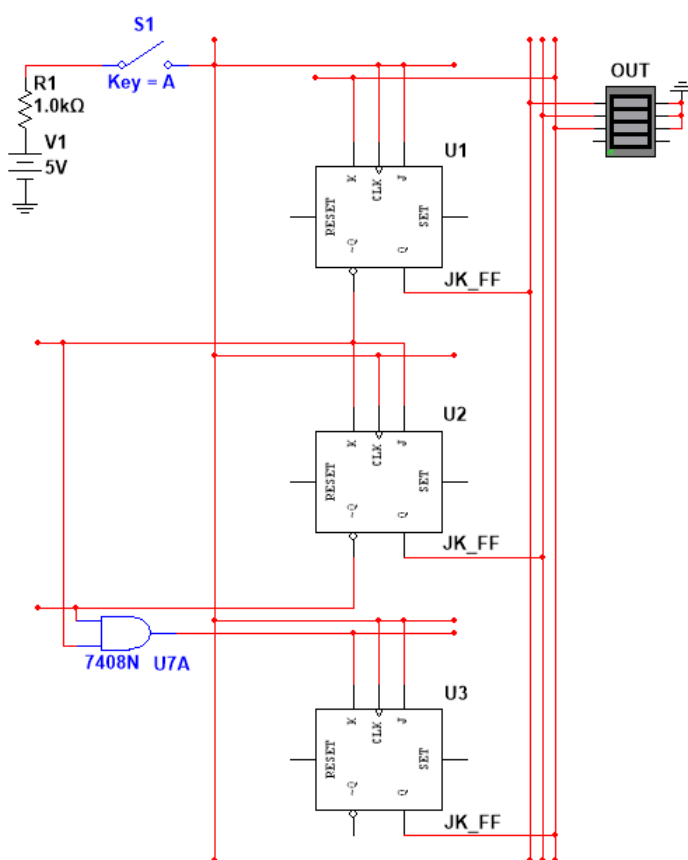
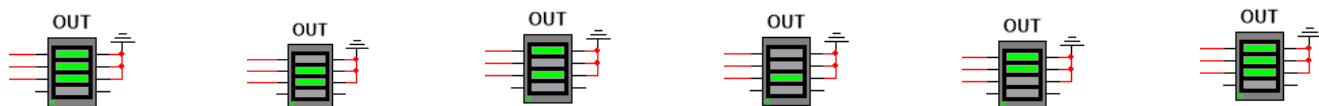


Рис. 1: Модель счетчика

Протестируем составленную схему. Для проверки будем последовательно подавать входные сигналы на триггеры, на выходе ожидаем последовательное переключение индикатора OUT ($Q_1Q_2Q_3$ сверху-вниз) в соответствие с порядком

$$Q_1 Q_2 Q_3 \rightarrow \overline{Q_1} Q_2 Q_3 \rightarrow Q_1 \overline{Q_2} Q_3 \rightarrow \overline{Q_1} \overline{Q_2} Q_3 \rightarrow Q_1 Q_2 \overline{Q_3} \rightarrow Q_1 Q_2 Q_3 \rightarrow \dots$$



Результат соответствует ожиданию.

K155IE6

Построение деманстрационной модели K155IE6