Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и кибербезопасности

Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

по дисциплине «Схемотехника операционных устройств»

Выполнили Коваленко А.С

студенты гр. 5130901/20201 Алифанова А.А

Мацыгорова Е.П.

Преподаватель Дьяченко Ю.Н.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г.

Санкт-Петербург

2024

**Оглавление**

[Построение не тактируемых RS триггеров на ЛЭ ИЛИ-НЕ и И-НЕ 3](#_Toc182047690)

[Построение тактируемых уровнем синхроимпульса - и D триггеров. 5](#_Toc182047691)

[Исследовать работу тактируемых фронтом импульса D, JK и T триггеров (flip-flop) 7](#_Toc182047692)

[Исследование регистров памяти 10](#_Toc182047693)

[Построение схем синхронизации на основе триггеров 12](#_Toc182047694)

# Построение не тактируемых RS триггеров на ЛЭ ИЛИ-НЕ и И-НЕ

По заданным схемам (рис 1.1) были собраны устройства и получены следующие таблицы значений (табл. 1.1-1.2).

Изображение выглядит как диаграмма, линия, оригами, шаблон

Автоматически созданное описание

Рис 1.1 – Схемы триггеров.

По полученным таблицам были построены временные диаграммы (диаграммы (рис. 1.2-1.3).

Табл. 1.1 – Таблица значений для Схемы на ЛЭ ИЛИ-НЕ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| S | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Q | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ~Q | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Табл. 1.2 – Таблица значений для Схемы на ЛЭ И-НЕ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| S | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Q | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ~Q | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 1.2 – Временная диаграмма RS-триггера на ЛЭ ИЛИ-НЕ.

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 1.3 – Временная диаграмма RS-триггера на ЛЭ И-НЕ.

Таким образом, полученные на временной диаграмме значения соответствуют ожидаемым.

# Построение тактируемых уровнем синхроимпульса - и D триггеров.

По заданным схемам (рис 2.1) были собраны схемы и получены следующие таблицы значений (табл. 2.1-2.2).

Изображение выглядит как диаграмма, линия, План, Технический чертеж

Автоматически созданное описание

Рис 2.1 – Схемы триггеров.

По полученным таблицам были построены временные диаграммы (диаграммы (рис. 2.2-2.3).

Табл. 2.1 – Таблица значений для - триггера.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| S | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| C | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Q | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ~Q | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Табл. 2.2 – Таблица значений для D триггера.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| D | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| C | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Q | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ~Q | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 2.2 – Временная диаграмма RS-триггера.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 2.3 – Временная диаграмма D-триггера.

Таким образом, полученные на временной диаграмме значения соответствуют ожидаемым.

# Исследовать работу тактируемых фронтом импульса D, JK и T триггеров (flip-flop)

По заданным схемам (рис 3.1-3.4) были собраны устройства и получены следующие временные диаграммы (рис. 3.5-3.8).

Изображение выглядит как диаграмма, План, Технический чертеж, зарисовка

Автоматически созданное описание

Рис 3.1 – Схема D-триггеров.

Изображение выглядит как диаграмма, План, Технический чертеж, линия

Автоматически созданное описание

Рис 3.2 – Схема JK-триггеров.

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис 3.3 – Схема T-триггеров на основе JK триггера при T = J = K и D триггера при 𝐷 = 𝑇 ∨ 𝑄 = 𝑇⨁Q.

Табл. 3.1 – Таблица значений для триггера, тактируемого фронтом.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| D | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| C | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| R | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Q | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ~Q | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Табл. 3.2 – Таблица значений для JK триггера, тактируемого спадом.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| J | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| K | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| C | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| R | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| S | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Q | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| ~Q | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Табл. 3.3 – Таблица значений для T триггера на основе D-триггера.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| C | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Q | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| ~Q | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 3.5 – Временная диаграмма D-триггера.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. 3.6 – Временная диаграмма JK-триггера.

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 3.7 – Временная диаграмма T-триггера при T = J = K и D триггера при 𝐷 = 𝑇 ∨ 𝑄 = 𝑇⨁Q.

Таким образом, полученные значения соответствуют ожидаемым.

# Исследование регистров памяти

По заданной схеме (рис 4.1) были собраны устройства, составлены таблицы значений (табл. 4.1-4.2) и получены временные диаграммы (рисунок 4.2-4.3).

Изображение выглядит как текст, диаграмма, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рис 4.1 – Схема регистров памяти.

Табл. 4.1 – Схема ТМ5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1D1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1D2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2D1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2D2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| EN1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| EN2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1Q1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1Q2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2Q1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2Q2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Табл. 4.2 – Схема ТМ8.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CLK | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1D | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2D | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 3D | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4D | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| ~CLR | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1Q | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ~1Q | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2Q | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ~2Q | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 3Q | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ~3Q | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4Q | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ~4Q | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. 4.2 – Временная диаграмма для схемы TM5.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Параллельный, число

Автоматически созданное описание

Рис. 4.3 – Временная диаграмма для схемы TM8.

Таким образом, полученные значения соответствуют ожидаемым.

# Построение схем синхронизации на основе триггеров

По заданным схемам (рис 5.1-5.4) было собрано устройство и получены временные диаграммы их работы (рис 5.5-5.8).

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Шрифт, План

Автоматически созданное описание

Рис 5.1 – Схема синхронного формирователя импульсов.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, План, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис 5.2 – Схема синхронного детектора изменения импульсного сигнала.

Изображение выглядит как линия, диаграмма, Шрифт, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рис 5.3 – Схема устройства синхронизации импульсных сигналов.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, План, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис 5.4 – Схема синхронного тактового переключателя.

Табл. 5.1 – Таблица синхронного формирователя импульсов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| E | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| out | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Табл. 5.2 – Таблица синхронного детектора изменения импульсного сигнала.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| E | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| out | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Табл. 5.3 – Таблица устройства синхронизации импульсных сигналов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| E | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| out | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Табл. 5.4 – Таблица синхронного тактового переключателя.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| E | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| out | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 5.5 – Временная диаграмма синхронного формирователя импульсов.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, число

Автоматически созданное описание

Рис. 5.6 – Временная диаграмма синхронного детектора изменения импульсного сигнала.

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 5.7 – Временная диаграмма устройства синхронизации импульсных сигналов.

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 5.8 – Временная диаграмма синхронного тактового переключателя.

Таким образом, полученные значения соответствуют ожидаемым.

Вывод:

В ходе выполнения лабораторной работы была освежена в памяти работа со сборкой электросхем на стенде по схемам. Был приобретен практический опыт работы с логическими элементами и построены соответствующие временные диаграммы для каждого из пунктов.