Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

“Санкт-Петербургский государственный политехнический университет”

Институт компьютерных наук и кибербезопасности

Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем

**Отчёт по лабораторной работе №3**

по дисциплине “Схемотехника операционных устройств”

Выполнили студент группы 5130901/20102

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Вагнер А.А.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Баталова С.А

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Жук В.Д

Принял преподаватель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дьяченко Ю.Н.

“\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 года

Санкт-Петербург

2024

Оглавление

[1. Построение не тактируемых RS триггеров на ЛЭ ИЛИ-НЕ и И-НЕ 3](#_Toc184375045)

[2. Построение тактируемых уровнем синхроимпульса - и D триггеров. 5](#_Toc184375046)

[3. Исследовать работу тактируемых фронтом импульса D, JK и T триггеров (flip-flop) 7](#_Toc184375047)

[4. Исследование регистров памяти 9](#_Toc184375048)

[5. Построение схем синхронизации на основе триггеров 11](#_Toc184375049)

[Вывод 14](#_Toc184375050)

Список иллюстраций

[Рис. 1 - Схемы триггеров. 3](#_Toc184374991)

[Табл. 1 - Таблица значений для Схемы на ЛЭ ИЛИ-НЕ. 3](#_Toc184374992)

[Табл. 2 - Таблица значений для Схемы на ЛЭ И-НЕ. 3](#_Toc184374993)

[Рис. 2 - Временная диаграмма RS-триггера на ЛЭ ИЛИ-НЕ 3](#_Toc184374994)

[Рис. 3 - Временная диаграмма RS-триггера на ЛЭ И-НЕ 4](#_Toc184374995)

[Рис. 4 - Схемы триггеров 5](#_Toc184374996)

[Табл. 3 – Таблица значений для - триггера. 5](#_Toc184374997)

[Табл. 4– Таблица значений для D триггера. 5](#_Toc184374998)

[Рис. 5 - Временная диаграмма RS-триггера 5](#_Toc184374999)

[Рис. 6 - Временная диаграмма D-триггера 6](#_Toc184375000)

[Рис. 7 - Схема D-триггеров 7](#_Toc184375001)

[Рис. 8 - Схема JK-триггеров 7](#_Toc184375002)

[Рис. 9 - Схема T-триггеров на основе JK триггера. 7](#_Toc184375003)

[Табл. 5 – Таблица значений для триггера, тактируемого фронтом. 7](#_Toc184375004)

[Табл. 6 – Таблица значений для JK триггера, тактируемого спадом. 8](#_Toc184375005)

[Табл. 7 – Таблица значений для T триггера на основе D-триггера. 8](#_Toc184375006)

[Рис. 10 – Временная диаграмма D-триггера 8](#_Toc184375007)

[Рис. 11 – Временная диаграмма JK-триггера 8](#_Toc184375008)

[Рис. 12 – Временная диаграмма T-триггера при T = J = K 8](#_Toc184375009)

[Рис. 13 – Схема регистров памяти 9](#_Toc184375010)

[Табл. 8 – Схема ТМ5. 9](#_Toc184375011)

[Табл. 9 – Схема ТМ8. 9](#_Toc184375012)

[Рис. 14 – Временная диаграмма для схемы TM5. 10](#_Toc184375013)

[Рис. 15 – Временная диаграмма для схемы TM8 10](#_Toc184375014)

[Рис. 16 – Схема синхронного формирователя импульсов 11](#_Toc184375015)

[Рис. 17 – Схема синхронного детектора изменения импульсного сигнала 11](#_Toc184375016)

[Рис. 18 – Схема устройства синхронизации импульсных сигналов 11](#_Toc184375017)

[Рис. 19 – Схема синхронного тактового переключателя 11](#_Toc184375018)

[Табл. 10 – Таблица синхронного формирователя импульсов 11](#_Toc184375019)

[Табл. 11 – Таблица синхронного детектора изменения импульсного сигнала 11](#_Toc184375020)

[Табл. 12 – Таблица устройства синхронизации импульсных сигналов 12](#_Toc184375021)

[Табл. 13 – Таблица синхронного тактового переключателя 12](#_Toc184375022)

[Рис. 20 – Временная диаграмма синхронного формирователя импульсов 12](#_Toc184375023)

[Рис. 21 – Временная диаграмма синхронного детектора изменения импульсного сигнала 12](#_Toc184375024)

[Рис. 22 – Временная диаграмма устройства синхронизации импульсных сигналов 12](#_Toc184375025)

[Рис. 23 – Временная диаграмма синхронного тактового переключателя 12](#_Toc184375026)

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

По схеме представленной ниже были собраны устройства и получены данные, представленные в табл. 1 - 2

Изображение выглядит как диаграмма, линия, оригами, шаблон

Автоматически созданное описание

Рис. - Схемы триггеров.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 - 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 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ~Q | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Табл. 2 - Таблица значений для Схемы на ЛЭ И-НЕ.

По данным из таблицы была построена временная диаграмма, представленная ниже

Изображение выглядит как снимок экрана, линия, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

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

Изображение выглядит как снимок экрана, линия, Параллельный, диаграмма

Автоматически созданное описание

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

Значения соответствуют ожидаемым, результат удовлетворительный.

1. Построение тактируемых уровнем синхроимпульса - и D триггеров.

По представленным ниже схемам были собраны устройства и собраны экспериментальные данные. Эти данные приведены в таблицах 3 – 4.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, План, Технический чертеж

Автоматически созданное описание

Рис. - Схемы триггеров

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. 3 – Таблица значений для - 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 |

Табл. 4– Таблица значений для D триггера.

Данные из таблицы были использованы для построения временных диаграмм.

Изображение выглядит как снимок экрана, линия, Прямоугольник, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. - Временная диаграмма RS-триггера

Изображение выглядит как линия, Прямоугольник, Параллельный, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. - Временная диаграмма D-триггера

Значения соответствуют ожидаемым, результат удовлетворительный.

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

По представленным ниже схемам были собраны устройства и собраны экспериментальные данные. Эти данные приведены в таблицах 5 – 7.

Изображение выглядит как диаграмма, План, Технический чертеж, зарисовка

Автоматически созданное описание

Рис. - Схема D-триггеров

Изображение выглядит как диаграмма, План, Технический чертеж, линия

Автоматически созданное описание

Рис. - Схема JK-триггеров

Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис. - Схема T-триггеров на основе JK триггера.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. 5 – Таблица значений для триггера, тактируемого фронтом.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. 6 – Таблица значений для JK триггера, тактируемого спадом.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

Табл. 7 – Таблица значений для T триггера на основе D-триггера.

Изображение выглядит как снимок экрана, линия, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. – Временная диаграмма D-триггера

Изображение выглядит как Прямоугольник, линия, снимок экрана, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. – Временная диаграмма JK-триггера

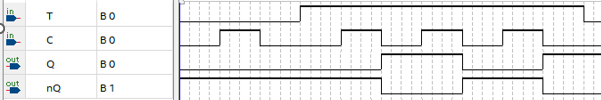


Рис. – Временная диаграмма T-триггера при T = J = K

Значения соответствуют ожидаемым, результат удовлетворительный.

1. Исследование регистров памяти

По представленным ниже схемам были собраны устройства и собраны экспериментальные данные. Эти данные приведены в таблицах 8 - 9.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

Рис. – Схема регистров памяти

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. 8 – Схема ТМ5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

Табл. 9 – Схема ТМ8.

Изображение выглядит как снимок экрана, Прямоугольник, линия, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. – Временная диаграмма для схемы TM5.

Изображение выглядит как текст, Параллельный, диаграмма, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рис. – Временная диаграмма для схемы TM8

Значения соответствуют ожидаемым, результат удовлетворительный.

1. Построение схем синхронизации на основе триггеров

По представленным ниже схемам были собраны устройства и собраны экспериментальные данные. Эти данные приведены в таблицах 10-13.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Шрифт, План

Автоматически созданное описание

Рис. – Схема синхронного формирователя импульсов

Изображение выглядит как диаграмма, линия, План, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис. – Схема синхронного детектора изменения импульсного сигнала

Изображение выглядит как линия, диаграмма, Шрифт, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рис. – Схема устройства синхронизации импульсных сигналов

Изображение выглядит как диаграмма, линия, План, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис. – Схема синхронного тактового переключателя

.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. 10 – Таблица синхронного формирователя импульсов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. 11 – Таблица синхронного детектора изменения импульсного сигнала

.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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. 12 – Таблица устройства синхронизации импульсных сигналов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

.

Табл. 13 – Таблица синхронного тактового переключателя

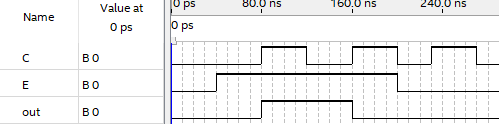


Рис. – Временная диаграмма синхронного формирователя импульсов

Изображение выглядит как снимок экрана, линия, текст, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. – Временная диаграмма синхронного детектора изменения импульсного сигнала

Изображение выглядит как линия, снимок экрана, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. – Временная диаграмма устройства синхронизации импульсных сигналов

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. – Временная диаграмма синхронного тактового переключателя

Значения соответствуют ожидаемым, результат удовлетворительный.

Вывод

В ходе данной лабораторной работы были использованы навыки сборки устройств в соответствии с принципиальными схемами. Был приобретен практический опыт работы с логическими элементами и постройки временных диаграмм наглядного отображения результатов работы.