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”

на тему “Исследование триггеров”

Выполнил студент группы 5130901/20003

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

Принял преподаватель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Киселёв И.О.

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

Санкт-Петербург

2024

Цель работы

− закрепление знания характеристик и режимов работы триггеров основных типов;

− получение практических навыков тестирования и управления триггерами;

− получение навыков ввода проекта в графическом редакторе пакета QP, тестирования и отладки проекта и анализа временных характеристик триггеров;

− получение навыков отладки цифровых устройств данного класса на физической модели: конфигурирование ПЛИС и экспериментальная проверка работы типовых устройств с триггерами при использовании лабораторной платы miniDiLab.

Вариант задания:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, Шрифт

Автоматически созданное описание

Ход работы

Составим КС асинхронного RS-триггера в базисе Шеффера и проверим его работу.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рис. 1 – КС RS-триггера

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, График

Автоматически созданное описание

Рис. 2 – Схема КС в Technology Map Viewer

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 3 – Временное моделирование RS-триггера

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рис. 4 – Функциональное моделирование RS-триггера

На данной диаграмме были воспроизведены действия установки нуля, хранения нуля, установки единицы, хранения единицы, получения особого случая (S=R=0), после чего значения были переведены обратно в режим хранения информации.

Во временном моделировании, после перевода триггера из особого режима в режим хранения, из-за задержек выход Q стал равен 0. В функциональном моделировании же, этот выход остался равным 1.

Таблица 1 - Таблица переходов

асинхронного RS-триггера.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **S** | **R** | **Q(t)** | **Q(t+1)** | **Примечание** |
| 0 | 0 | 0 | \* | Запрещённые комбинации |
| 0 | 0 | 1 | \* |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Установка “0” |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | Установка “1” |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | Хранение информации |
| 1 | 1 | 0 | 0 |

Теперь модифицируем КС, добавив генератор коротких импульсов на основе ЛЭ. Добавим 12 ячеек LCELL, чтобы импульс не фильтровался гейтами.

Изображение выглядит как линия, текст, снимок экрана, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис. 5 – КС RS-триггера с генераторами коротких импульсов

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. 6 – Диаграмма временного моделирования RS-триггера с генераторами коротких импульсов

Изображение выглядит как линия, число, График, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рис. 7 – Длина одного импульса

Из диаграммы видно, что длина импульса равна ~4 нс.

Далее была построена КС RS-триггера, синхронизируемого уровнем. Входные значения, по сравнению с первым пунктом данного исследования, имеют активный уровень в значении 1. Таким образом, S=R=1 является запрещённой комбинацией для данного вида триггера.

Изображение выглядит как линия, диаграмма, График, текст

Автоматически созданное описание

Рис. 8 – КС синхронизированного RS-триггера

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 9 – Временное моделирование синхронизированного RS-триггера

Из моделирования очевидно, что значения Q и nQ изменяются лишь при значении 1 на пине C.

Построим КС генератора коротких импульсов на основе D-триггера.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, План

Автоматически созданное описание

Рис. 10 – КС генератора коротких импульсов на основе DFF

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, линия, Шрифт

Автоматически созданное описание

Рис. 11 – Временное моделирование КС генератора коротких импульсов

Изображение выглядит как линия, текст, число, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рис. 12 Длина импульса

В соответствии с вариантов длина импульса составила 4 нс.

Изображение выглядит как снимок экрана, прямоугольный, Прямоугольник, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 13 – Chip Planner

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, Значок на компьютере

Автоматически созданное описание

Рис. 14 – Расположение схемы на кристалле

Далее два ранее рассмотренных генератора были совмещены с помощью комбинации логических элементов OR2 и NOT.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, число

Автоматически созданное описание

Рис. 15 – КС совмещённых генераторов

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, линия, число

Автоматически созданное описание

Рис. 16 – Временное моделирование КС

На изображении видно, что теперь выходной сигнал в виде импульсов появляется на фронте и на спаде сигнала CLK. Частота появления сигналов увеличилась в два раза. Выход данного устройства можно использовать для удвоения частоты выходных импульсов.

В данной части исследования была построена схема, позволяющая определить фронт выходного сигнала триггера. Для этого использовался элемент XOR между входных сигналом D и выходным сигналом Q.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, План

Автоматически созданное описание

Рис. 17 – КС устройства выявления фронта

Изображение выглядит как линия, число, Параллельный, График

Автоматически созданное описание

Рис. 18 – Временное моделирование КС

Результаты моделирования указывают на то, что схема была построена верно. Выходной сигнал listener становится активным в случаях и фронта выходного сигнала Q.

По итогу исследования было необходимо модифицировать предыдущую КС таким образом, чтобы её можно было исследовать на стенде.

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 19 – КС устройства выявления фронта на стенде

Счётчик имеет 25 разрядов, самый старший является синхросигналом данной КС. Это связано с тем, что для исследования необходимо получить частоту работы устройства равной 1 Гц. Частота стенда - 25 МГц. Для получения заданной частоты необходимо разделить начальную частоту на 100 МГц. 225 - ближайшее число к 25 \* 106, и степень двойки показывает количество разрядов счётчика, которое необходимо применить при его создании.

Вывод

В ходе данной работы было осуществлено исследование RS-триггера, а также генераторы коротких импульсов на основе LCELL элементах и примитиве DFF в САПР QP.

В редакторе временных диаграмм были созданы временные модели приведённых в исследовании КС, по результатом которых было показано, как именно работает данный триггер и генераторы коротких импульсов.

Устройство для выявления фронта и спада выходного сигнала триггера было исследовано на стенде miniDiLab. В соответствии ожиданиям, LED-вывод, подключённый к выходному сигналу signal\_change, не горел именно тогда, когда происходило переключение выходного сигнала триггера. Учитывая инверсию сигналов для включения LED лампочек, видно, что устройство работает верно.