

ОДНОТАКТНЫЙ СИНХРОННЫЙ RS-ТРИГГЕР С УСТАНОВКОЙ

В.И. Анциферова, О.А. Журавлева

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье был рассмотрен однотоктный синхронный RS-триггер с установкой. Были представлены схемы RS-триггеров с разными базисами. Особое внимание уделено принципам работы триггера и его применению в цифровых системах. Рассмотрены ключевые аспекты функционирования RS-триггера в синхронных режимах.

Ключевые слова: RS-триггер, однотоктный, синхронный, цифровые схемы, установка.

SINGLE-CYCLE SYNCHRONOUS RS TRIGGER WITH INSTALLATION

V.I. Antsiferova, O.A. Zhuravleva

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a single-cycle synchronous RS flip-flop with installation was considered. Circuits of RS flip-flops with different bases were presented. Particular attention is paid to the principles of operation of the trigger and its application in digital systems. Key aspects of the functioning of an RS flip-flop in synchronous modes are considered.

Keywords: RS flip-flop, single-cycle, synchronous, digital circuits, set function.

Триггеры — это электронные устройства, которые могут долго оставаться в одном из двух устойчивых состояний и переключаться между ними под воздействием внешних сигналов. Они являются основными элементами цифровой логики и используются для хранения и обработки двоичной информации. Триггеры важны для большинства запоминающих устройств, так как позволяют хранить небольшие объемы данных, такие как коды, биты и сигналы.

Существуют различные типы триггеров, каждый из которых имеет свои особенности управления состояниями:

RS-триггер — базовый тип триггера, который изменяет свое состояние при подаче сигнала на входы "Set" (установить) или "Reset" (сбросить). Он может быть как асинхронным, так и синхронным.

D-триггер — фиксирует текущее состояние входного сигнала "Data" во время тактового импульса и передает его на выход. Основное преимущество D-триггера — простота и надежность в работе. JK-триггер — более совершенная

модель RS-триггера, способная устранять неопределённость состояний. При подаче активных сигналов на входы J и K, его состояние переключается.

T-триггер (Toggle) – изменяет своё состояние при каждом тактовом импульсе и наиболее часто используется, например, в счётчиках для чередования состояний.

Каждый из этих типов триггеров может применяться в системах памяти, логических устройствах и счётчиках для хранения небольших объёмов данных, таких как биты и сигналы.

В работе будет рассмотрен одноканальный синхронный RS-триггер с установкой.

RS-триггер, также известный как SR-триггер (Set/Reset – установить/сбросить), представляет собой асинхронное устройство, его состояние изменяется при подаче активного сигнала на один из входов. Если на обоих входах неактивные сигналы, то он сохраняет текущее состояние, функционируя как элемент памяти для хранения одного бита информации.

RS-триггер используется для запоминания состояния логической схемы. При изменениях входных сигналов могут возникать переходные процессы, называемые "опасными гонками". Чтобы их избежать, состояние должно запоминаться в строго определённые моменты после завершения переходных процессов, чтобы выходной сигнал точно соответствовал функции схемы. Для всех цифровых схем необходим тактовый сигнал, который подаётся на вход триггера и завершает переходные процессы.

Триггеры, которые фиксируют входные сигналы только в моменты, определённые тактовым сигналом, называются синхронными. Простейшая схема RS-триггера состоит из двух логических элементов "2И-НЕ", соединённых последовательно. У триггера есть основной выход, обозначаемый Q, и инверсный выход, обозначаемый $\bar{Q}$.

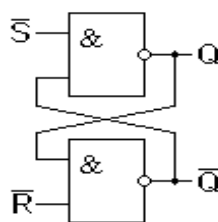


Рисунок 1 – Схема простейшего RS-триггера на базисах "2И-НЕ".
Входы R и S инверсные (активный уровень '0')

RS-триггер также можно собрать с помощью логических элементов "ИЛИ", как показано на рис. 2. Принцип работы остается аналогичным схеме с элементами "2И-НЕ". Главное отличие в том, что для установки и сброса триггера в варианте с "ИЛИ" используются логические уровни "1", что связано с особенностями инверсной логики, упомянутой ранее.

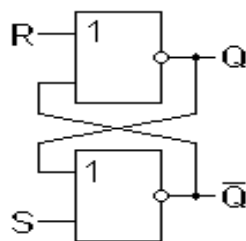


Рисунок 2 – Схема RS триггера на логических элементах ИЛИ-НЕ.
Входы R и S прямые (активный уровень '1')

Синхронный RS-триггер запоминает состояние входов S и R только тогда, когда на входе C (Clock) присутствует единичный сигнал, его схема представлена на рис. 3. Этот тактовый сигнал синхронизирует работу триггера, что помогает избежать нежелательных переходных процессов и так называемых состязаний сигналов. Такие ситуации могут возникнуть, когда один из входных сигналов поступает раньше другого, что приводит к некорректной работе схемы. Синхронизирующий сигнал позволяет включать триггер в точно заданный момент, обеспечивая правильную работу устройства.

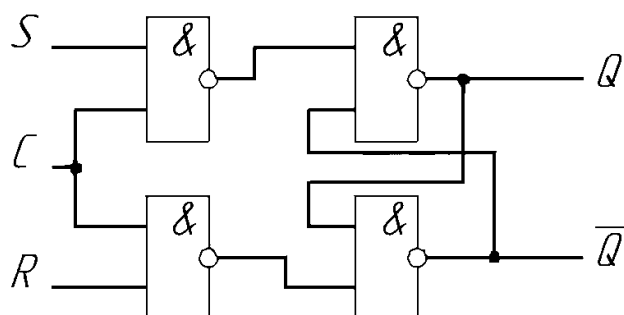


Рисунок 3 – Схема синхронного RS-триггера

Чтобы понять, как работает синхронный RS-триггер, можно взглянуть на рисунок выше. Пока на вход C не подается сигнал логической единицы, из-за наличия логических элементов ИЛИ, сигналы с входов S и R не фиксируются. Когда на вход C приходит единица, синхронный триггер начинает функционировать, как асинхронный. Для ясности приведем таблицу истинности (табл. 1): «х» обозначает невозможность записи, а «*» — запрещенную комбинацию.

Таблица 1 – Таблица истинности синхронного RS-триггера

C	R	S	Q(t)	Q(t+1)
0	x	x	0	0
0	x	x	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1

C	R	S	Q(t)	Q(t+1)
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	*
1	1	1	1	*

Значение одноклапного синхронного триггера с функцией установки заключается в его способности эффективно управлять состояниями цифровых систем с высокой точностью и надежностью. Этот триггер работает в строгой зависимости от тактового сигнала, что помогает устранить ошибки, возникающие в асинхронных схемах из-за переходных процессов и неожиданных сигналов. Синхронизация с тактовым сигналом позволяет фиксировать данные в определенные моменты, когда система полностью подготовлена. Это обеспечивает стабильность и четкость работы, снижая риск сбоев или неправильных состояний.

Функция установки (Set) расширяет возможности триггера, позволяя изменять его состояние по необходимости. Это особенно полезно в сложных цифровых устройствах, где требуется точный и быстрый контроль, таких как цифровая память, счётчики и регистры. Одноклапный синхронный триггер с функцией установки идеально подходит для приложений, где важны точная синхронизация, надежная работа и стабильность в условиях высокой нагрузки и сложных процессов.

В ходе этой работы был проведен анализ различных типов триггеров, их характеристик и применения в цифровых системах. Особое внимание уделялось одноклапному синхронному RS-триггеру с функцией установки, который играет важную роль в системах, требующих точной синхронизации и надежного управления состояниями. Мы рассмотрели принципы работы RS-триггера, включая его реализацию с использованием различных логических элементов, таких как "2И-НЕ" и "ИЛИ", а также его синхронную версию, работающую с тактовым сигналом.

Список литературы

1. Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. – СПб: БХВ-Петербург, 2010. – С. 128-130.
2. Кулакова, А. А. Блочный метод синтеза триггерных схем с использованием карт минтермов / А. А. Кулакова, Е. Б. Лукьяненко // Известия вузов. Электроника. – 2019. – № 6. – С. 602-608.
3. Богданович, М. И. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник. – Мн.: «Беларусь». – 1991. – С. 395-431.

4. Михлин, Б.С. Сборка RS-триггера на микросхемах, содержащих элементы "ИЛИ-НЕ", "И-НЕ" / Б.С. Михлин, А. Комшина, С. Телибаев. – Москва, 2018. – С. 17-25.

5. Загидуллин, А. Р. Триггер: Описание, принцип работы и область применения / А. Р. Загидуллин, В. Г. Сайткулов. – Казань, 2023. – С. 469-470.

6. Ягодкин А.С. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 136-148.

References

1. Mikushin A. V. Sazhnev A. M., Sedinin V. I. Digital devices and microprocessors: textbook. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2010. – P. 128-130.

2. Kulakova A. A., Lukyanenko E. B. Block method for the synthesis of trigger circuits using minterm maps // News of universities. Electronics. - 2019. - No. 6. - pp. 602-608.

3. Bogdanovich, M. I. Digital integrated circuits – Mn.: “Belarus”. – 1991. – p. 395-431

4. Mikhlin B. S., Komshina A. Telibaev S. Assembly of an RS trigger on microcircuits containing elements “OR-NOT”, “AND-NOT”. - Moscow, 2018. – P. 17-25.

5. Zagidullin A. R., Saitkulov V. G. Trigger: Description, principle of operation and scope. – Kazan, 2023. – P. 469-470.

6. Yagodkin A.S., Zolnikov V.K., Skvortsova T.V., Achkasov A.V., Kuznetsov S.A., Makarenko F.V. Development of algorithms and programs for the analysis of electrical characteristics of BIS // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 136-148.