

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 17.07.2024 00:49

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и средств связи

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Локтионова

« 25 » 2023 г.



МОДЕЛИРОВАНИЕ RS-ТРИГГЕРА В САПР

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине
«Схемотехническое проектирование цифровых систем с
использованием САПР»

УДК 621.382

Составители: О.Г., Бондарь, Е.О. Брежнева

Рецензент

Доктор технических наук, профессор Чернецкая И. Е.

Моделирование RS-триггера в САПР: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Схемотехническое проектирование цифровых систем с использованием САПР» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: О.Г. Бондарь, Е.О. Брежнева. - Курск, 2023. - 13 с.

Приводится методика, программа исследования цифровых устройств с использованием системы автоматизированного проектирования (САПР) и варианты заданий.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальностям автоматики и электроники (УМО АЭ).

Предназначены для студентов направления подготовки магистров 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 25.09.23. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 0,75. Уч.-изд. л. 0,68. Тираж 100 экз. Заказ 929. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

СОДЕРЖАНИЕ

Цель и задачи практического занятия	4
Планируемые результаты обучения	4
Необходимые материально-техническое оборудование и материалы .	5
Методические рекомендации по выполнению заданий	5
Алгоритм выполнения заданий.....	9
Форма отчета обучающегося.....	11
Шкала оценивания и критерии оценивания	11
Список вопросов для самоконтроля	12

Цель и задачи практического занятия

Целью практического занятия является изучение устройства RS-триггеров и особенностей функционирования асинхронного и синхронизируемого уровнем RS-триггера.

Задачи практического занятия:

1. Познакомиться со способами формального описания и моделирования цифровых систем.
2. Научиться выполнять компьютерное моделирование цифровых устройств в САПР.
3. Приобрести навыки оценки параметров цифровых устройств и освоить методики их исследования и проектирования с применением средств моделирования в САПР.

Планируемые результаты обучения

В ходе выполнения практических работ формируются следующие компетенции: ПК-1 - способен производить математическое и физическое моделирование процедур ЦОС (построение алгоритмов и графов автоматов), структурно-параметрический синтез цифровых систем с использованием САПР (Matlab, Multisim, SPICE), в том числе для малых космических аппаратов.

Обучающийся должен

знать:

- способы формального описания и моделирования цифровых систем;
- последовательность и методы решения задач проектирования цифровых устройств;
- способы оценки характеристик и параметров элементной базы и узлов цифровых устройств;

уметь:

- выполнять компьютерное моделирование цифровых устройств в САПР на схемотехническом уровне;

- выбирать элементную базу, обеспечивающую требуемые характеристики;

владеть:

- навыками оценки параметров цифровых устройств с применением средств моделирования;

- методикой исследования и проектирования цифровых устройств в среде автоматизированного проектирования электронных средств.

Необходимые материально-техническое оборудование и материалы

1. Microsoft Windows Professional 7 Russian (Upgrade Academic OPEN1 License No Level № 60803556 - 13 копий);
2. LibreOffice (LGPL v3);
3. Circuit Design Suite 12.0 (Academy license № M76X44651);
4. Антивирус Касперского (или ESETNOD);
5. ПК (Processor i5-2500, RAM DDR3 4 GB, HDD 320 GB, DVD RW, TFT-монитор 24" 1920x1080).

Методические рекомендации по выполнению заданий

Интегральный триггер в общем случае состоит из статистической ячейки памяти (Б.Я.–бистабильная ячейка) и схемы управления.

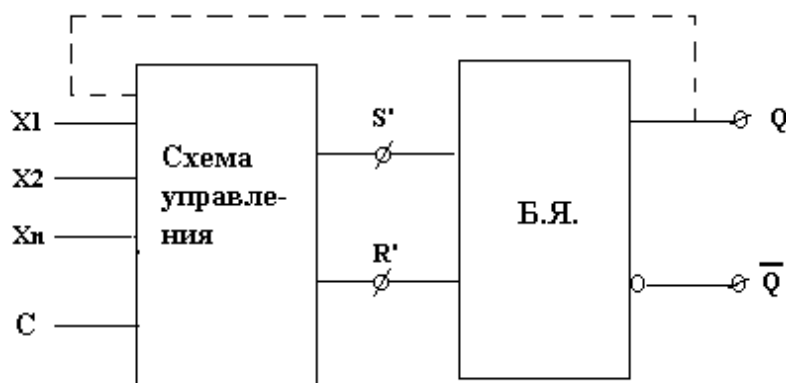


Рисунок 1 - Обобщенная схема интегрального триггера

Бистабильная ячейка представляет собой запоминающий элемент на двух инвертирующих логических элементах с перекрестными связями. Структурные схемы и условные обозначения бистабильной ячейки в базисах И-НЕ и ИЛИ-НЕ приведены на рисунках 2а и 2б соответственно.

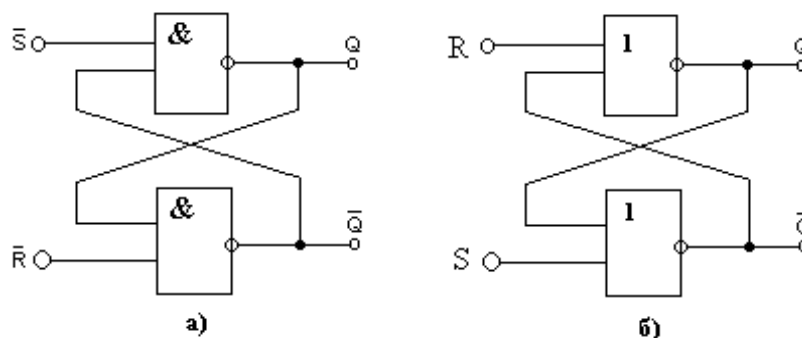


Рисунок 2 - Функциональные схемы триггеров на логических элементах И-НЕ (а) и ИЛИ-НЕ (б).

Триггер является парафазным или однофазным в зависимости от числа используемых выходов (2 или 1). S—set, R—reset. Для триггера в базисе И-НЕ запрещена комбинация 0,0 на входе, а для триггера на ИЛИ-НЕ $\rightarrow 1,1$. При одновременном снятии сигналов, соответствующих запрещенной комбинации триггер, окажется в непредсказуемом состоянии. Состояния триггеров определяются таблицами 1а и 1б соответственно.

Таблица 1а - Состояний триггера на элементах И-НЕ

\bar{S}	\bar{R}	Q	\bar{Q}
0	0	X	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	$Q(t-1)$	Q_{n-1}

Таблица 1б - Состояний триггера на элементах ИЛИ-НЕ

S	R	Q	\bar{Q}
0	0	Q_{n-1}	Q_{n-1}
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	X	X

x—неопределенное состояние.

В зависимости от типа используемых элементов памяти подразделяют: статические, статико–динамические, динамические триггеры.

Триггеры, использующие статические элементы памяти могут быть статическими или динамическими. Динамические триггеры строятся в основном на МДП-транзисторах.

По способу записи входной информации триггеры делятся на асинхронные и синхронные (тактируемые).

В асинхронном триггере запись происходит при смене управляющих сигналов, то есть выходная информация в любой момент времени соответствует – выходной (с поправкой на время переходных процессов).

Если изменение состояния триггера возможно лишь при подаче на специальный вход С синхронизирующего (тактирующего) импульса, то такой триггер называют синхронным. Эти триггеры могут синхронизировать уровнем или фронтом (срезом) синхроимпульса.

Таким образом, **по способу управления триггера входными и синхросигналами** различают:

- управляемые уровнем синхроимпульса;
- управляемые фронтом (срезом) тактовых сигналов (для синхронизации);
- управляемые фронтом срезом информационных сигналов (для асинхронных);
- двухступенчатые (состоящие из двух триггеров–главного и вспомогательного).

Основная особенность триггеров, управляемых уровнем синхронизирующего сигнала, состоит в том, что информация на входе передается на выход во время действия уровня синхросигнала и изменение её в это время недопустимо (повлечёт изменение состояния). Помехозащищённость синхронных триггеров выше, так как помеха может повлиять на состояние триггера лишь в течении малого времени действия синхроимпульса. Применение синхронных триггеров позволяет существенно упростить цифровые устройства и их проектирование потому, что упрощается борьба с состязаниями в логических цепях.

Следует помнить, что в сложных устройствах с цепями обратных связей, применение синхронизируемых уровнем

триггеров возможно лишь в случае, если длительность синхроимпульса меньше времени установления цепи, но достаточна для срабатывания триггера.

В триггерах, синхронизируемых фронтом состояние, изменяется лишь один раз за время действия синхроимпульса в момент его фронта (спада).

В дискретной электронике синхронизация осуществляется короткими импульсами, выделяемыми дифференцирующими цепями. В потенциальных сериях элементов для этого используются специальные схемные решения.

Двухступенчатые триггеры содержат две бистабильные ячейки со своими схемами управления. Главный триггер выполняет основную логическую функцию, а вспомогательный предназначен для последующего запоминания состояния главного триггера.

Управляющая связь между ними может осуществляться тремя способами:

- инверсией тактового импульса;
- блокировкой входов вспомогательного триггера сигналами со схемы управления главным триггером;
- блокировкой входов главного триггера сигналами управления вспомогательным триггером.

В двухступенчатых триггерах главный и вспомогательный триггеры срабатывают в различные моменты времени.

В зависимости от логической функции, выполняемой схемой управления, различают следующие основные триггеров:

- RS – триггеры;
- Д – триггеры;
- ДV – триггеры;
- ИК – триггеры;
- Т – триггеры;
- TV – триггеры.

Асинхронный RS–триггер представляет собой бистабильную ячейку. На рисунке 3 приведены временные диаграммы RS–триггера на элементах И-НЕ и его характеристическое уравнение:

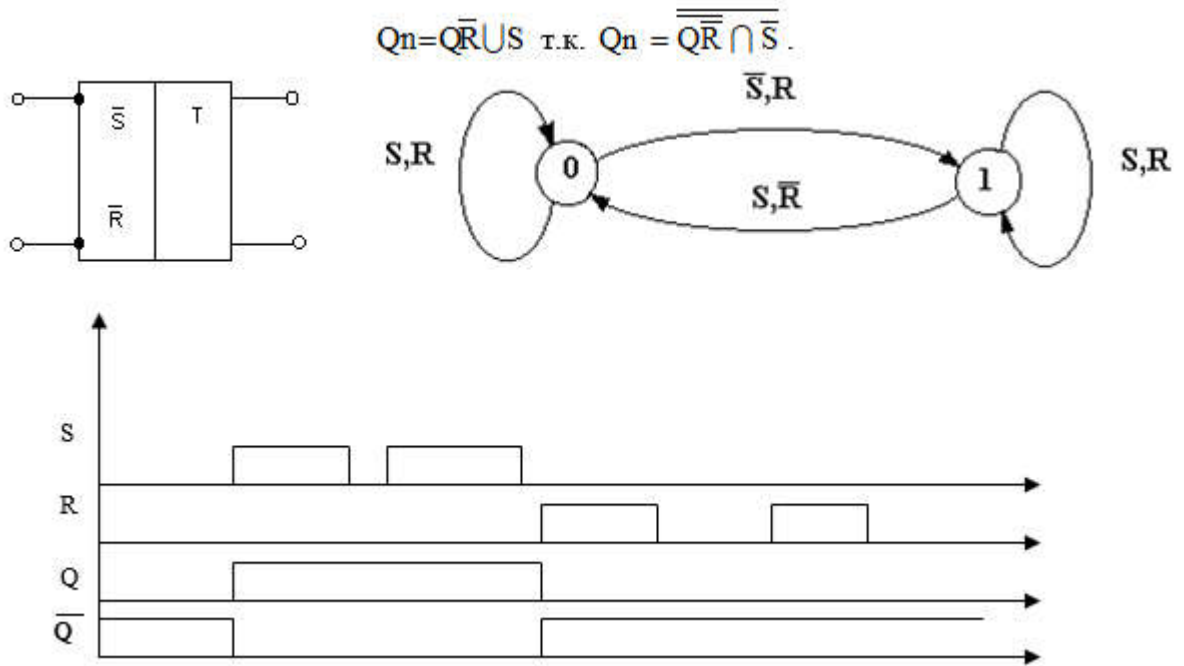


Рисунок 3 - Условное графическое обозначение триггера, диаграмма состояний и временные диаграммы

Алгоритм выполнения заданий

1. Изучить устройство и функционирование асинхронных и синхронизируемых уровнем RS-триггеров.
2. Построить схему асинхронного RS-триггера в базисе И-НЕ.
3. Построить схему асинхронного RS-триггера в базисе ИЛИ-НЕ.
4. Построить схему синхронизируемого уровнем RS-триггера в базисе И-НЕ.
5. Привести таблицы функционирования этих RS-триггеров.
6. Привести характеристические уравнения триггеров и диаграммы состояний.
7. Разработать диаграммы испытательных сигналов для полного тестирования синхронизируемого RS-триггера. Диаграммы должны демонстрировать все особенности его функционирования при переходе в режим хранения после сброса, установки, запрещённой комбинации.
8. Загрузить программу «Multisim». Создать новый файл под

именем RS1A. Построить схему, асинхронного RS-триггера в базисе И-НЕ. Подключить ко входу схемы генератор слов. Подключить многоканальный анализатор к выходам генератора кодов и выходам исследуемого триггера.

9. Задать циклическую последовательность состояний генератора кодов 01-11-10-11-01-11, и установить частоту равной 1 КГц.

10. Получить и сохранить временные диаграммы. Сравнить их с таблицей функционирования асинхронного RS-триггера. Объяснить различия в функционировании на разных отрезках временных диаграмм.

11. Создать новый файл под именем RS1. Построить схему, синхронизируемого уровнем RS-триггера в базисе И-НЕ. Подключить ко входу схемы генератор слов. Подключить многоканальный анализатор к выходам генератора кодов и выходам исследуемого триггера.

12. Задать кодовую последовательность входных сигналов (двух информационных и синхронизации) разработанную при домашней подготовке и установить частоту смены кодовых комбинаций генератора слов равной 1 КГц.

13. Запустить симуляцию и сохранить полученные временные диаграммы. Сопоставить полученные диаграммы с таблицей функционирования триггера, для чего в таблице функционирования ввести дополнительную графу «Эксперимент» и заполнить её. Сформулировать характерные особенности функционирования синхронного RS-триггера.

14. Увеличить частоту следования сигнала до величины, позволяющей надёжно измерить величину задержки триггера.

15. Получить совмещённые временные диаграммы всех входных и выходных сигналов и определить задержки выходного сигнала для всех характерных режимов. Сравнить с задержкой одиночного элемента.

16. Определить минимальную длительность импульса установки и сброса асинхронного триггера, необходимую для надёжного изменения состояния триггера.

Форма отчета обучающегося

Отчет должен включать:

1. Титульный лист
2. Функциональные электрические схемы всех триггеров.
3. Таблицы состояний всех RS-триггеров по п.2.
4. Результаты исследований и отладки устройства на частоте 1 КГц (при необходимости).
5. Временные диаграммы, полученные при исследованиях.
6. Результаты анализа и сопоставления теоретических и практических результатов.
7. Результаты измерений параметров триггеров и сопоставления их с результатами теоретического анализа.
8. Письменные ответы на контрольные вопросы.

Шкала оценивания и критерии оценивания

Шкала оценивания: 4-х балльная.

Критерии оценивания:

4 балла (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он самостоятельно выполнил практическую работу, оформил отчет в соответствии с предъявляемыми требованиями; полно ответил на все вопросы по практической работе.

3 баллов (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он самостоятельно выполнил практическую работу, оформил отчет в соответствии с предъявляемыми требованиями; испытывает затруднения при ответе менее чем на 10% вопросов по практической работе.

2 баллов (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он самостоятельно выполнил практическую работу, оформил отчет в соответствии с предъявляемыми требованиями; испытывает затруднения при ответе на 20-30% вопросов по практической работе.

0-1 баллов (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не проявлял самостоятельности при выполнении практической работы; оформление отчета не соответствует предъявляемым требованиям

(не соответствует ГОСТ, содержит не все пункты); испытывает затруднения при ответе более чем на 50% вопросов по практической работе.

Список вопросов для самоконтроля

1. Какая комбинация сигналов является запрещённой для RS-триггера в базисе И-НЕ?
2. Какая комбинация сигналов является запрещённой для RS-триггера в базисе ИЛИ-НЕ?
3. Что представляет собой режим хранения.
4. Описать отличия в работе асинхронного и синхронизируемого уровнем RS-триггеров.
5. Приведёт ли изменение уровней входных сигналов к изменению выходных сигналов при высоком уровне сигнала синхронизации? Объяснить. Подтвердить снятой временной диаграммой
6. Почему нельзя подавать на вход RS-триггера запрещённую комбинацию сигналов? Что произойдёт, если такое случится?
7. Как теоретически определить величину задержки сигнала триггером?
8. Обобщённая структура последовательностного устройства.
9. Определение триггера. Классификация триггеров.
10. RS-триггеры. Виды. Обозначения.
11. Функциональная схема асинхронного RS-триггера.
12. Функциональная схема синхронизируемого уровнем RS-триггера.
13. Функциональная схема синхронизируемого фронтом/спадом RS-триггера.
14. Функциональная схема двухтактного RS-триггера.
15. Особенности функционирования асинхронного RS-триггера.
16. Условные графические обозначения D -триггеров
17. D-триггеры. Виды. Обозначения.
18. Функциональная схема асинхронного D -триггера.
19. Функциональная схема синхронизируемого уровнем D - триггера.
20. Функциональная схема синхронизируемого фронтом/спадом D -триггера.

21. Функциональная схема двухтактного D -триггера.
22. Особенности функционирования асинхронного D -триггера.
23. Условные графические обозначения JK -триггеров
24. Функциональная схема асинхронного JK -триггера.
25. Функциональная схема синхронизируемого уровнем JK - триггера.
26. Функциональная схема синхронизируемого фронтом/спадом JK -триггера.
27. Функциональная схема двухтактного JK -триггера.
28. Особенности функционирования асинхронного JK -триггера.
29. T триггеры. Условные графические обозначения.
30. Взаимное преобразование триггеров.