



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.04 Программная инженерия

О Т Ч Е Т

по лабораторной работе № 1

Название: Синхронные одноступенчатые триггеры со статическим и динамическим управлением записью

Дисциплина: Архитектура ЭВМ

Студент

ИУ7-45Б

(Группа)

(Подпись, дата)

А.А. Шиленков

(И.О. Фамилия)

Преподавател

ь

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Москва, 2020

Цель работы – изучить схемы асинхронного RS-триггера, который является запоминающей ячейкой всех типов триггров, синхронных RS- и D- триггеров со статическим управлением записью и DV-триггера с динамическим управлением записью.

Асинхронный RS-триггер с инверсными входами

Асинхронный RS-триггер – это простейший триггер, который используется как запоминающая ячейка.

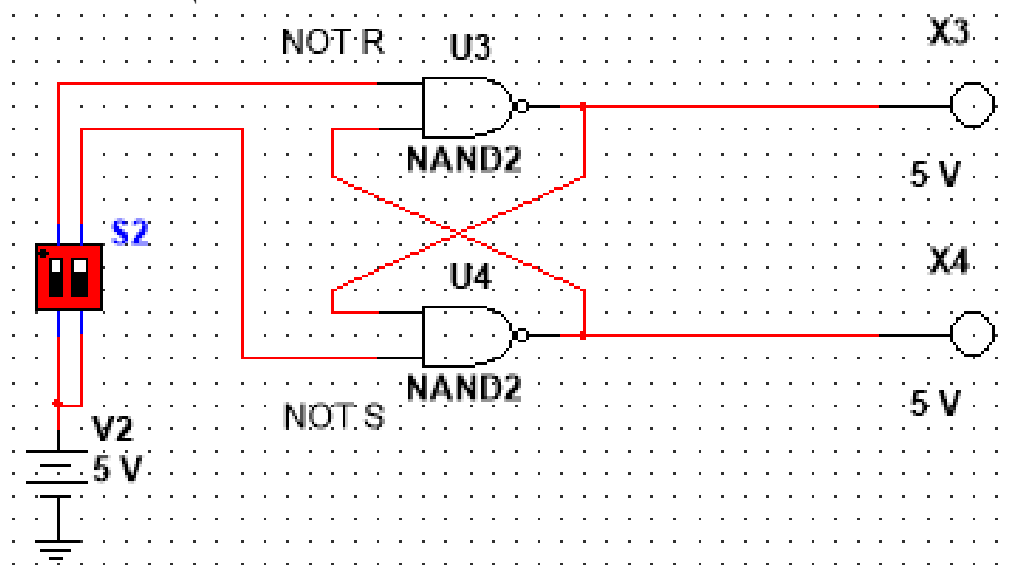


Табл. 1. Таблица переходов асинхронного RS-триггера

| S | R | Q_{t-1} | Q_t | Комментарий |
|---|---|-----------|-------|----------------------|
| 0 | 0 | 0 | X | Запрещенная операция |
| 0 | 0 | 1 | X | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | Установка 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Установка 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | Хранение |
| 1 | 1 | 1 | 1 | |

Синхронный RS-триггер в статическом режиме

Синхронный RS-триггер имеет два входа управления (R и S) и один вход синхронизации C. При $C = 0$ синхронный RS-триггер сохраняет предыдущее значение. При $C = 1$ – работает как асинхронный RS-триггер.

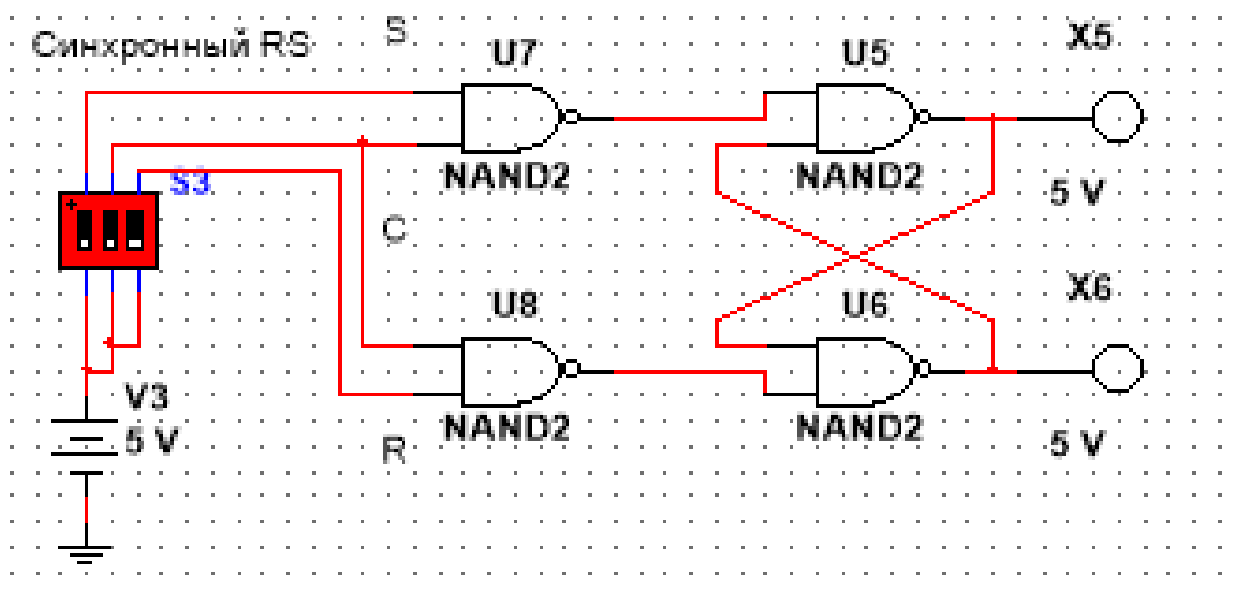


Табл. 2. Таблица переходов синхронного RS-триггера

| C | S | R | Q_{t-1} | Q_t | Комментарий |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| 0 | \forall | \forall | Q_{t-1} | Q_{t-1} | Хранение |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | Хранение |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | Установка 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Установка 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | X | Запрещенная операция |
| 1 | 1 | 1 | 1 | X | |

Синхронный D-триггер в статическом режиме

Синхронный D-триггер имеет один информационный вход D, состояние которого с каждым синхронизирующим импульсом передается на выход, т. е. выходные сигналы представляют собой задержанные входные сигналы.

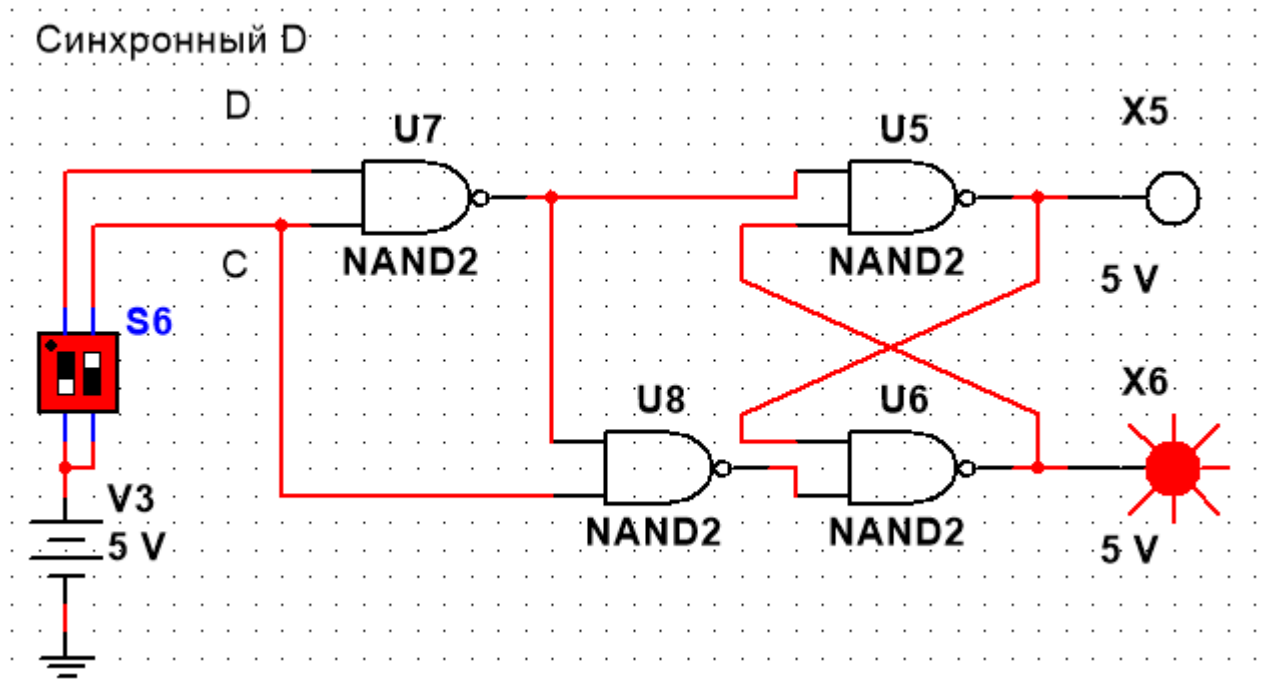
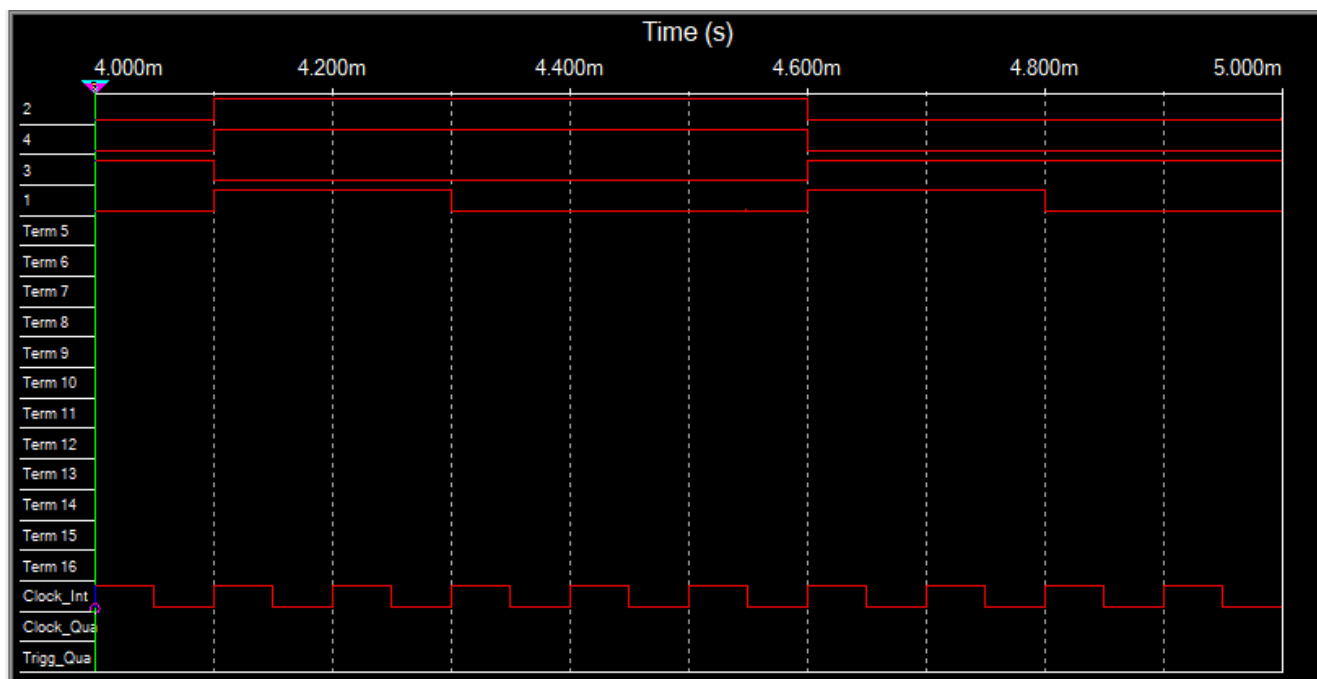
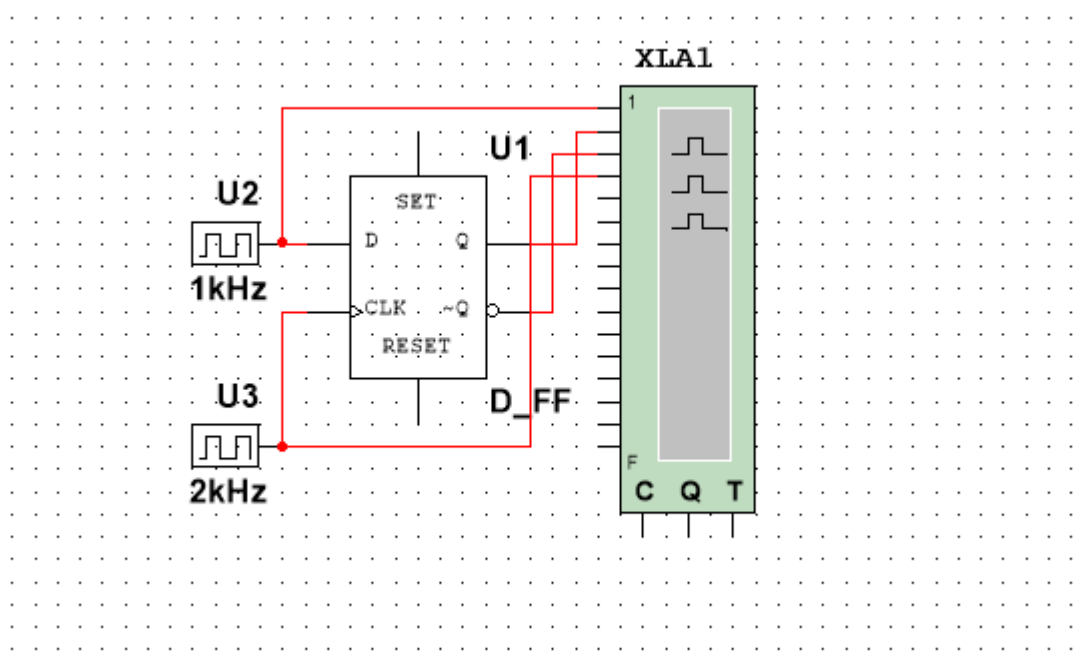


Табл. 3. Таблица переходов синхронного D-триггера

| C | D | Q_{t-1} | Q_t | Комментарий |
|---|---|-----------|-------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | Хранение |
| 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Установка 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | Установка 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | |

Синхронный D-триггер с динамическим управлением записью

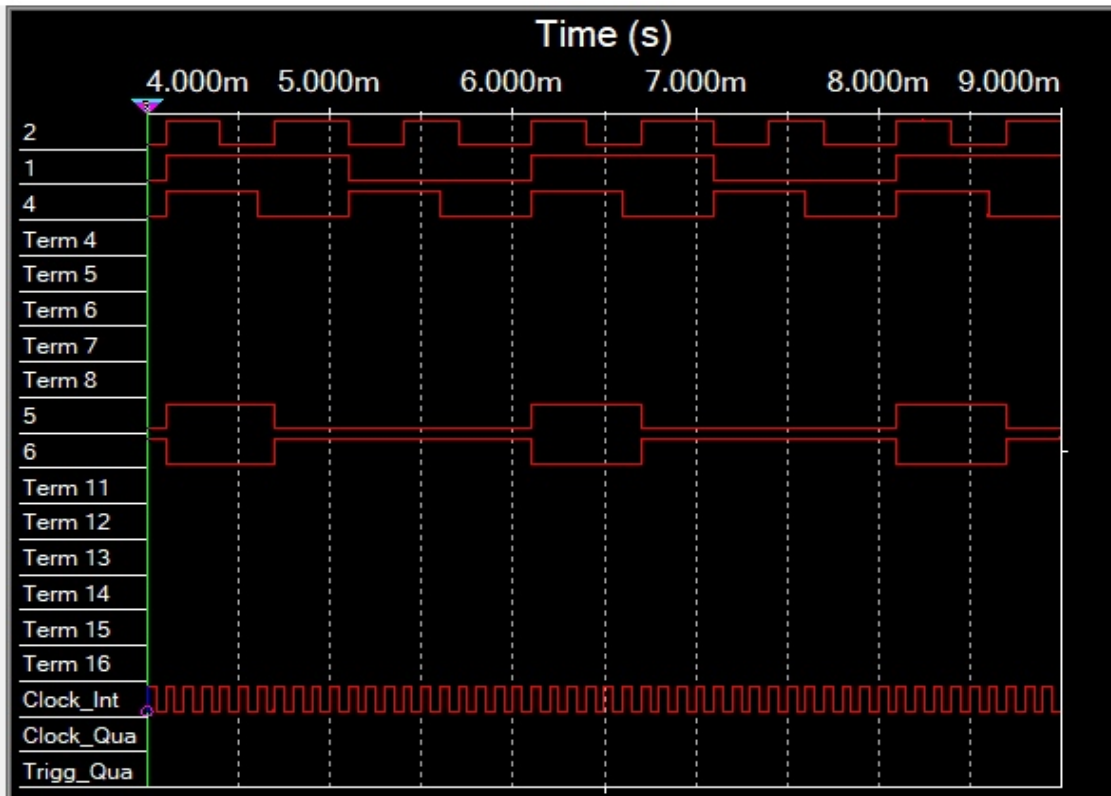
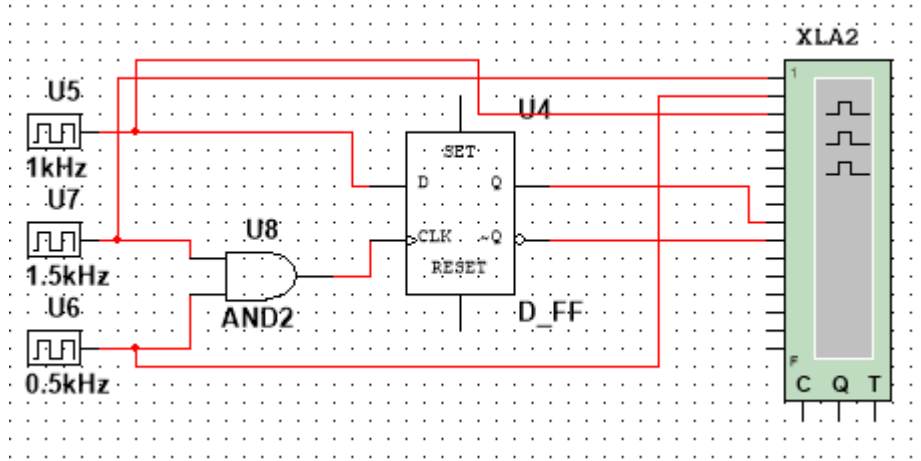
Сигнал D в данном случае меняется только тогда, когда сигнал «C» меняется.



Синхронный DV-триггер с динамическим управлением записью

Синхронный DV-триггер имеет один информационный вход D и один подготовительный разрешающий вход V для разрешения приема информации.

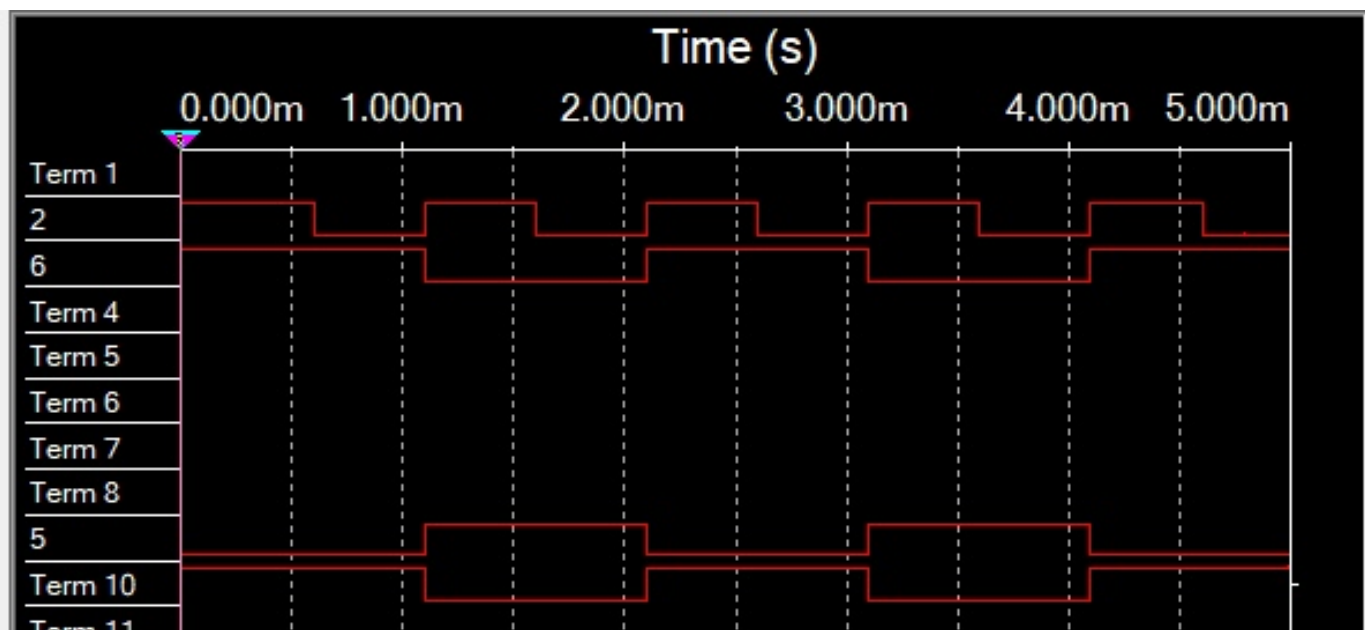
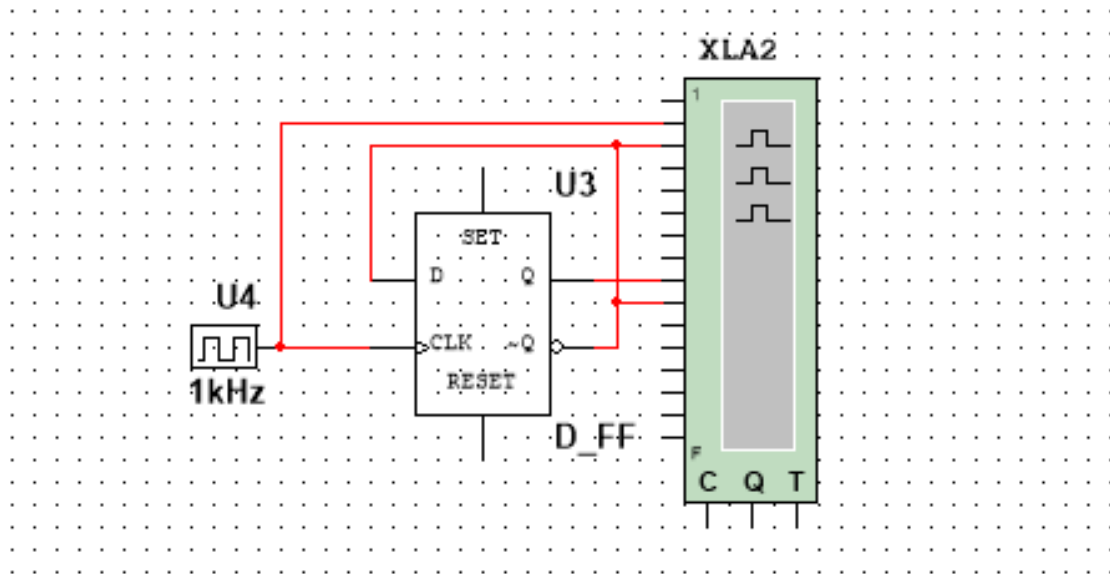
$$Q_t = DV + \underline{V} Q_{t-1} = DVC + (\underline{V} + \underline{C}) Q_{t-1}$$



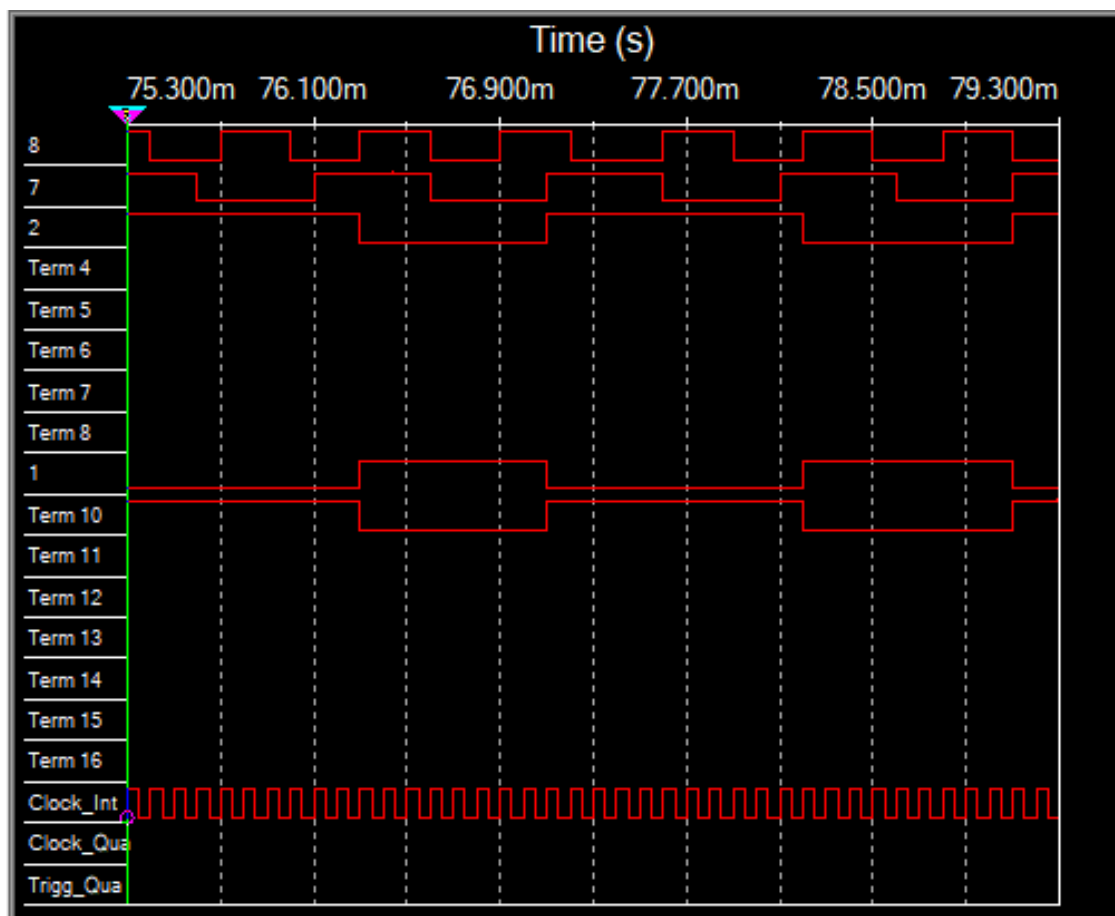
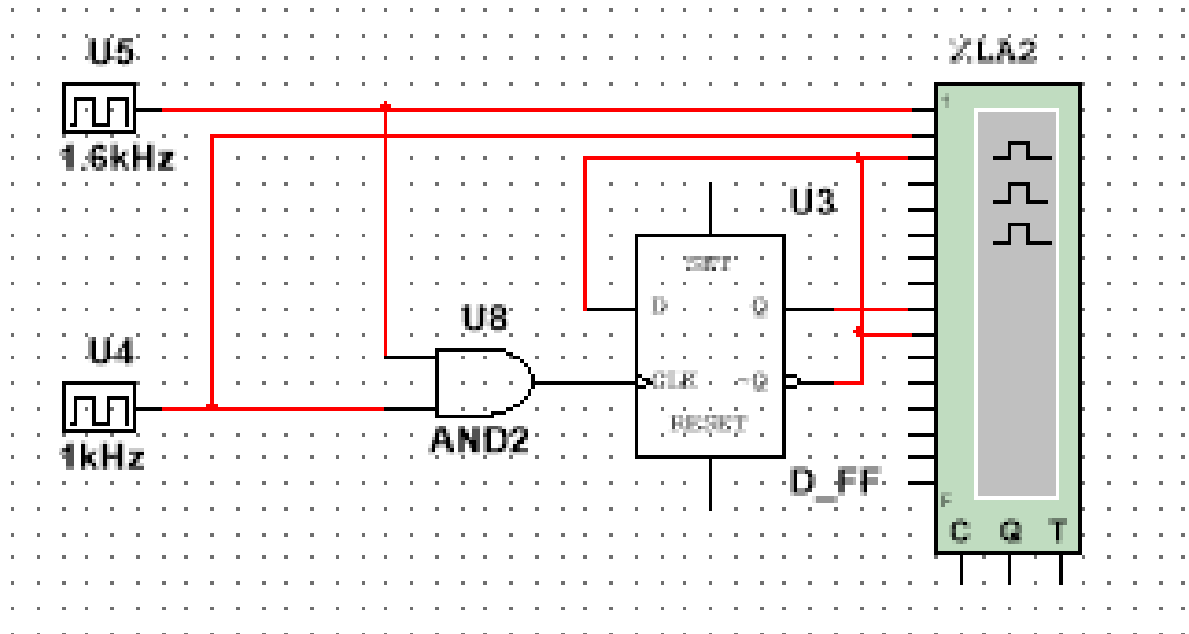
При $C=0$ DV-триггер, как и синхронные триггеры всех типов, сохраняет предыдущее внутреннее состояние, т.е. $Q_t = Q_{t-1}$. При $C=1$ и при наличии сигнала $V=1$ разрешения приема информации DV-триггер принимает информационный сигнал, действующий на входе D, т.е. работает как асинхронный DV-триггер. При $C=1$ и $V=0$ DV-триггер сохраняет предыдущее внутреннее состояние.

Синхронный Т-триггер

Т-триггер имеет один информационный вход Т, называемый счетным входом. Асинхронный Т-триггер переходит в противоположное состояние каждый раз при подаче на Т-вход единичного сигнала. Таким образом Т-триггер реализует счет по модулю 2: $Q_t = T_{t-1} \oplus Q_{t-1}$. Синхронный Т-триггер имеет вход С и вход Т. Синхронный Т-триггер переключается в противоположное состояние сигналом С, если на счетном входе Т действует сигнал логической 1.



Синхронный TV-триггер



Ответы на контрольные вопросы

1. Что называется триггером?

Триггер является запоминающим элементом с двумя устойчивыми состояниями, которые кодируются цифрами 0 и 1.

2. Какова структурная схема триггера?

Структурную схему триггера можно представить в виде запоминающей ячейки (ЗЯ) и схемы управления (СУ).

3. По каким основным признакам классифицируют триггеры?

- 1) По способу организации логических связей, т.е. по виду логического уравнения, характеризующего состояние входов и выходов триггера в момент времени t_n до его срабатывания и в момент t_{n+1} после его срабатывания, различают триггеры:
 - * с отдельной установкой состояний "0" и "1" (RS-триггеры);
 - * со счетным входом (Т-триггеры);
 - * универсальные с отдельной установкой состояний "0" и "1" (JK-триггеры);
 - * с приемом информации по одному входу (D триггеры);
 - * универсальные с управляемым приемом информации по одному входу (DV - триггеры);
 - * комбинированные (например, RST-, JKRS, DRS - триггеры) и т.д.
- 2) По способу записи информации различают триггеры:
 - * асинхронные (не синхронизируемые);
 - * синхронные (синхронизируемые), или тактируемые.
- 3) По способу синхронизации различают триггеры: синхронные со статическим управлением записью; синхронные с динамическим управлением записью.
- 4) По способу передачи информации с входов на выход различают триггеры с одноступенчатым и двухступенчатым запоминанием информации.

4. Каково функциональное назначение входов триггеров?

S-вход – вход для отдельной установки триггера в состояние "1" (Set – установка)

R-вход – вход для отдельной установки триггера в состояние "0" (Reset – сброс, очистка)

J-вход – вход для установки состояния "1" в универсальном JK-триггере (Jerk – внезапное включение)

К-вход – вход для установки состояния "0" в универсальном JK-триггере (Kill – внезапное отключение)

D-вход – информационный вход для установки триггера в состояния "1" или "0" (Data – данные, Delay – задержка)

V-вход – подготовительный управляющий вход для разрешения приема информации (Valve – клапан, вентиль)

С-вход - исполнительный управляющий (командный) вход для осуществления приема информации, вход синхронизации (Clock – источник синхросигналов)

5. Что такое асинхронный и синхронный триггеры?

Асинхронный RS -триггер - это простейший триггер, который используется как запоминающая ячейка.

Синхронный RS-триггер имеет два информационных входа R и S и вход синхронизации C.

6. Что такое таблица переходов?

Таблица переходов отражает зависимость выходного сигнала триггера в момент времени t_{n+1} от входных сигналов и от состояния триггера в предыдущий момент времени t_n .

7. Как работает асинхронный RS-триггер?

при $S=0$ и $R = 1$ триггер устанавливается в состояние "0", а при $S = 1$ и $R = 0$ - в состояние "1").

Если $S = 0$ и $R = 0$, то в триггере сохраняется предыдущее внутреннее состояние).

При $S=R=1$ состояние триггера является неопределенным (после снятия входных сигналов S и R). Такая комбинация входных сигналов $S=R=1$ является недопустимой (запрещенной). Для нормальной работы триггера необходимо выполнение запрещающего условия $SR= 0$.

8. Как работает синхронный RS -триггер? Какова его таблица переходов?

Как и все синхронные триггеры, синхронный RS - триггер при $C = 0$ сохраняет предыдущее внутреннее состояние, т.е. $Q_{n+1} = Q_n$.

Сигналы по входам S и R переключают синхронный RS-триггер только с поступлением импульса на вход синхронизации C.

При $C=1$ синхронный триггер переключается как асинхронный (табл.2).

Одновременная подача сигналов $C=S=R= 1$ запрещена.

При $S=R=0$ триггер не изменяет своего состояния.

| C | S | R | Q_{t-1} | Q_t | Состояние |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|
| 0 | \forall | \forall | Q_{t-1} | Q_{t-1} | Хранение |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | Хранение |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | Установка 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Установка 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | X | Запрещен ная операция |
| 1 | 1 | 1 | 1 | X | |

9. Что такое D-триггер?

Синхронный D -триггер имеет один информационный вход D, состояние которого с каждым синхронизирующим импульсом передается на выход, т.е. выходные сигналы представляют собой задержанные входные сигналы.

Поэтому D - триггер – элемент задержки (хранения) входных сигналов на один такт.

10. Объясните работу синхронного D-триггера.

Схему синхронного D -триггера можно получить из схемы синхронного RS – триггера, подавая сигнал D на вход S, а сигнал \bar{D} , т.е. с выхода инвертора сигнала D, на вход R.

В результате на входах RS-триггера возможны только наборы сигналов $SR = 01$ при $D=0$ или $SR = 10$ при $D=1$, что соответствует записи в триггер логического 0 или 1. Путем логических преобразований инвертор можно исключить и получить схему синхронного D –триггера. Синхронный D-триггер имеет один информационный вход D, состояние которого с каждым синхронизирующим импульсом передается на выход, т. е. выходные сигналы представляют собой задержанные входные сигналы.

11. Что такое DV –триггер?

Синхронный DV-триггер имеет один информационный вход D и один подготовительный разрешающий вход V для разрешения приема информации.

12. Объясните работу DV-триггера.

При $C=0$ DV-триггер, как и синхронные триггеры всех типов, сохраняет предыдущее внутреннее состояние, т.е. $Q_{n+1}=Q_n$.

При $C=1$ и при наличии сигнала $V=1$ разрешения приема информации DV-триггер принимает информационный сигнал, действующий на входе D , т.е. работает как асинхронный DV-триггер.

При $C=1$ и $V=0$ DV-триггер сохраняет предыдущее внутреннее состояние, т.е. $Q_{n+1}=Q_n$.

13. Что такое Т-триггер? Какова его таблица переходов?

Т-триггер имеет один информационный вход T , называемый счетным входом.

Асинхронный Т-триггер переходит в противоположное состояние каждый раз при подаче на T -вход единичного сигнала.

Таким образом Т-триггер реализует счет по модулю 2: $Q_t = T_{t-1} \oplus Q_{t-1}$.

Синхронный Т-триггер имеет вход C и вход T .

Синхронный Т-триггер переключается в противоположное состояние сигналом C , если на счетном входе T действует сигнал логической 1

14. Объясните работу схемы синхронного RS-триггера со статическим управлением.

При $C=0$ триггеры переходят в режим хранения, запоминая последнее состояние

15. Какова характерная особенность переключения синхронных триггеров с динамическим управлением записью?

Характерной особенностью синхронных триггеров с динамическим управлением записью является то, что прием информационных сигналов и передача на выход принятой информации выполняются в момент изменения синхросигнала на C -входе из "0" в "1" или из "1" в "0", т.е. перепадом синхросигнала.

16. Как работает схема синхронного D -триггера с динамическим управлением записью на основе трех RS -триггеров?

Триггер имеет асинхронные входы S_a и R_a начальной установки в состояния 1 и 0. Если схему D -триггера дополнить входом V , то получим структуру DV-триггера. Временные диаграммы D -триггера соответствуют временным диаграммам DV- триггера при $V= 1$

17. Составьте временные диаграммы работы синхронного D-триггера с динамическим управлением записью.

(см. выше)

18. Какова структура и принцип действия синхронного DV-триггера с динамическим управлением записью?

Синхронный DV-триггер имеет один информационный вход D и один подготовительный разрешающий вход V для разрешения приема информации.

$$Q_t = DV + \overline{V} Q_{t-1} = DVC + (\overline{V} + \underline{C}) Q_{t-1}$$

При C=0 DV-триггер, как и синхронные триггеры всех типов, сохраняет предыдущее внутреннее состояние, т.е. $Q_t = Q_{t-1}$.

При C=1 и при наличии сигнала V=1 разрешения приема информации DV-триггер принимает информационный сигнал, действующий на входе D, т.е. работает как асинхронный DV-триггер.

При C=1 и V=0 DV-триггер сохраняет предыдущее внутреннее состояние.

19. Составьте временные диаграммы синхронного DV-триггера.

(см. выше)

20. Объясните режимы работы D-триггера.

Синхронный D-триггер имеет один информационный вход D, состояние которого с каждым синхронизирующим импульсом передается на выход, т. е. выходные сигналы представляют собой задержанные входные сигналы.

Вывод о проделанной работе:

В лабораторной работе мы познакомились с различными видами триггеров, рассмотрели принцип работы на логическом уровне и провели исследование, собрав схемы в лабораторной программе MultiSim 12

Мы разобрали такие триггеры:

- Асинхронный RS-триггер с инверсными входами
- Синхронный RS-триггер в статическом режиме
- Синхронный D-триггер в статическом режиме
- Синхронный D-триггер с динамическим управлением записью
- Синхронный DV-триггер с динамическим управлением записью
- Синхронный T-триггер Синхронный TV-триггер