



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

ИУ7-46Б

(Группа)

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

А. Е. Богаченко

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

Т. Д. Крыгина

(И.О. Фамилия)

Москва, 2020

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Цель работы – исследование триггеров, получение их статических и динамических характеристик.

## Асинхронный RS-триггер с инверсными входами

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

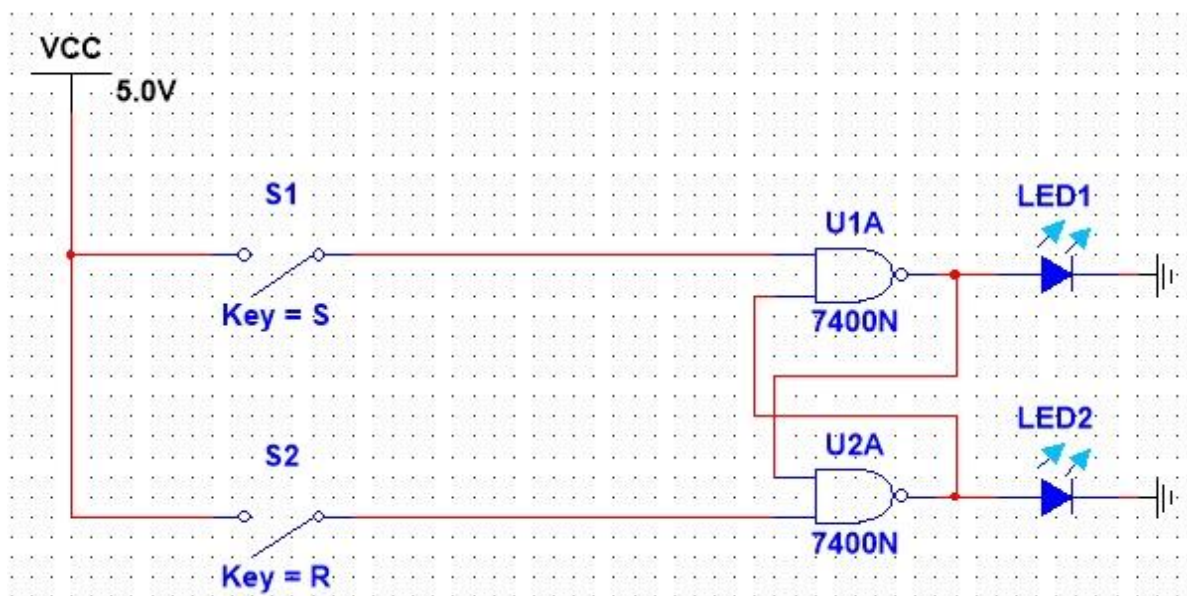


Табл. 1. Таблица переходов асинхронного RS-триггера

$\underline{S}$	$\underline{R}$	$Q_{t-1}$	$Q_t$	Пояснение
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.

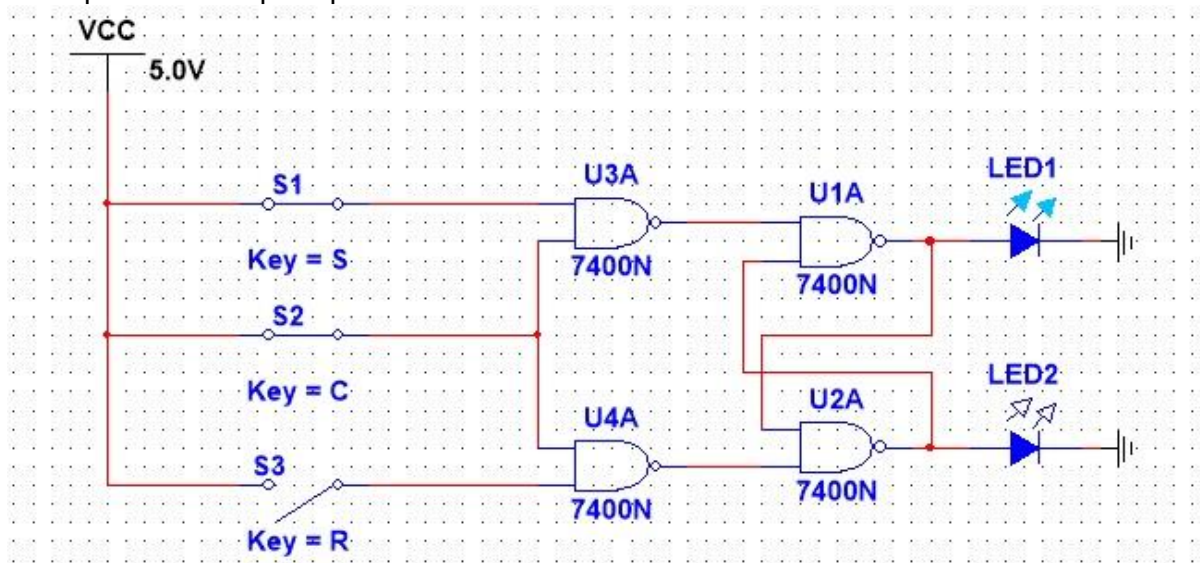


Табл. 2. Таблица переходов синхронного RS-триггера

$C$	$S$	$R$	$Q_{t-1}$	$Q_t$	Пояснение
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.

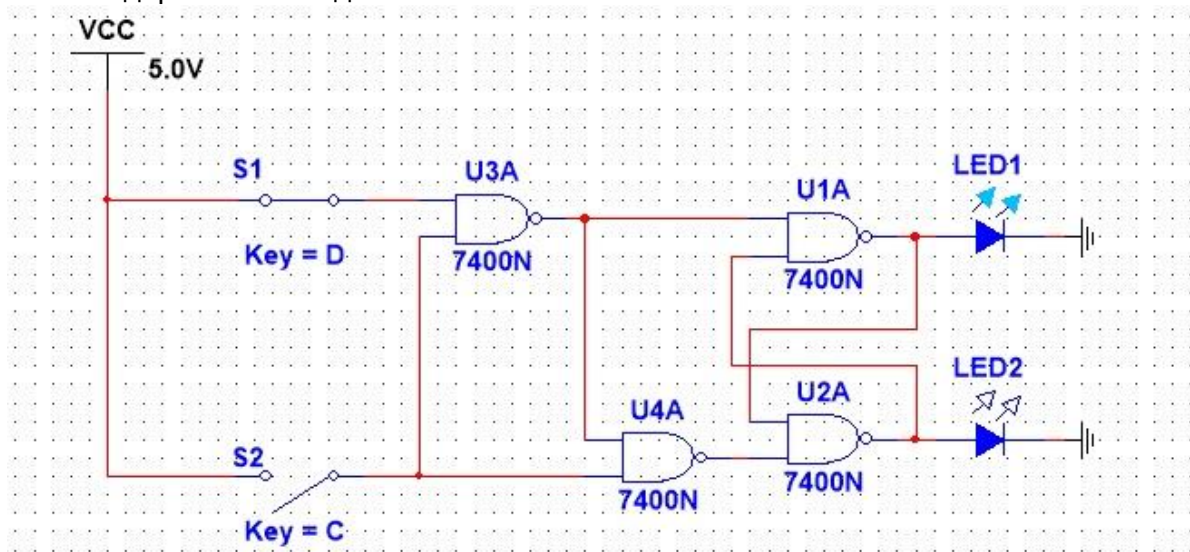
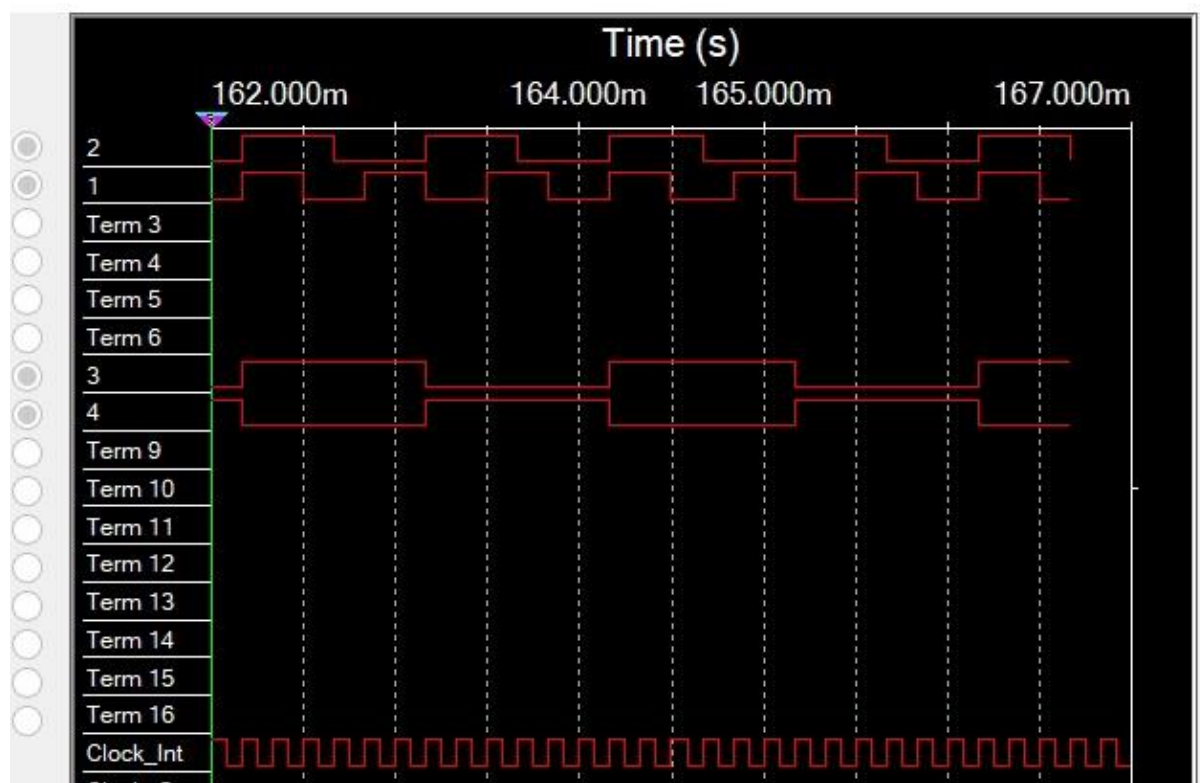
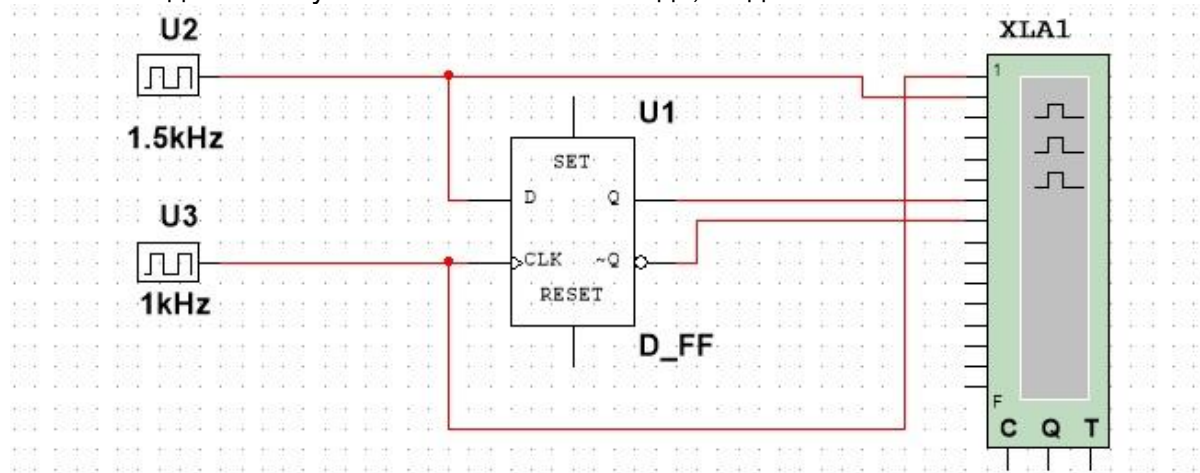


Табл. 3. Таблица переходов синхронного D-триггера

$C$	$D$	$Q_{t-1}$	$Q_t$	Пояснение
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

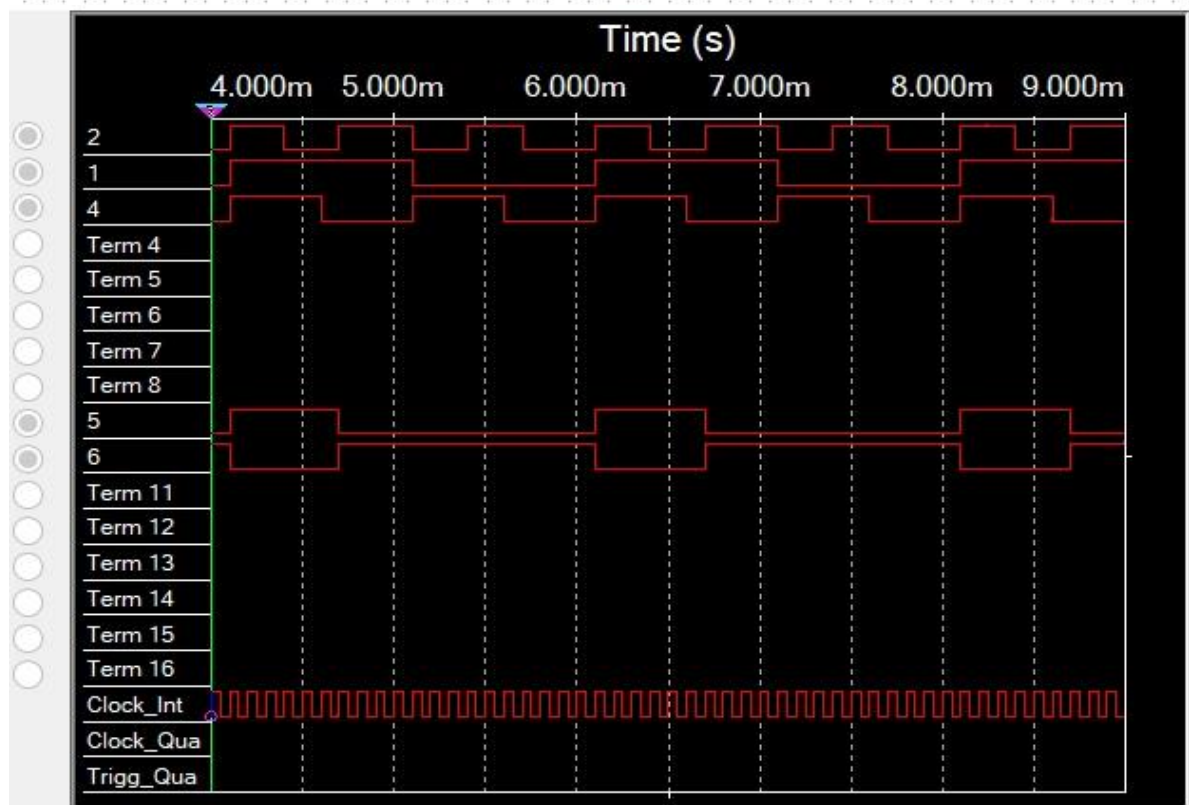
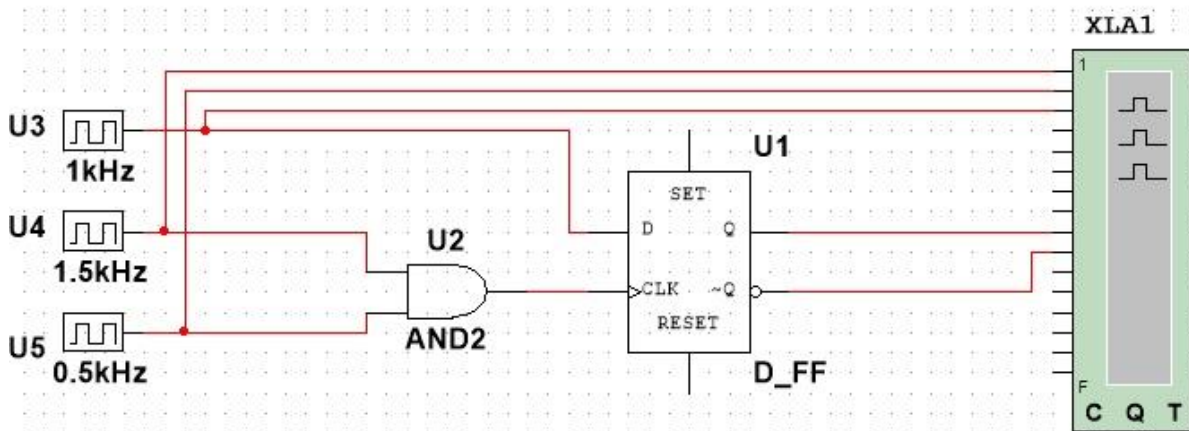
Сигнал D в данном случае меняется только тогда, когда сигнал C меняется.



## 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.

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

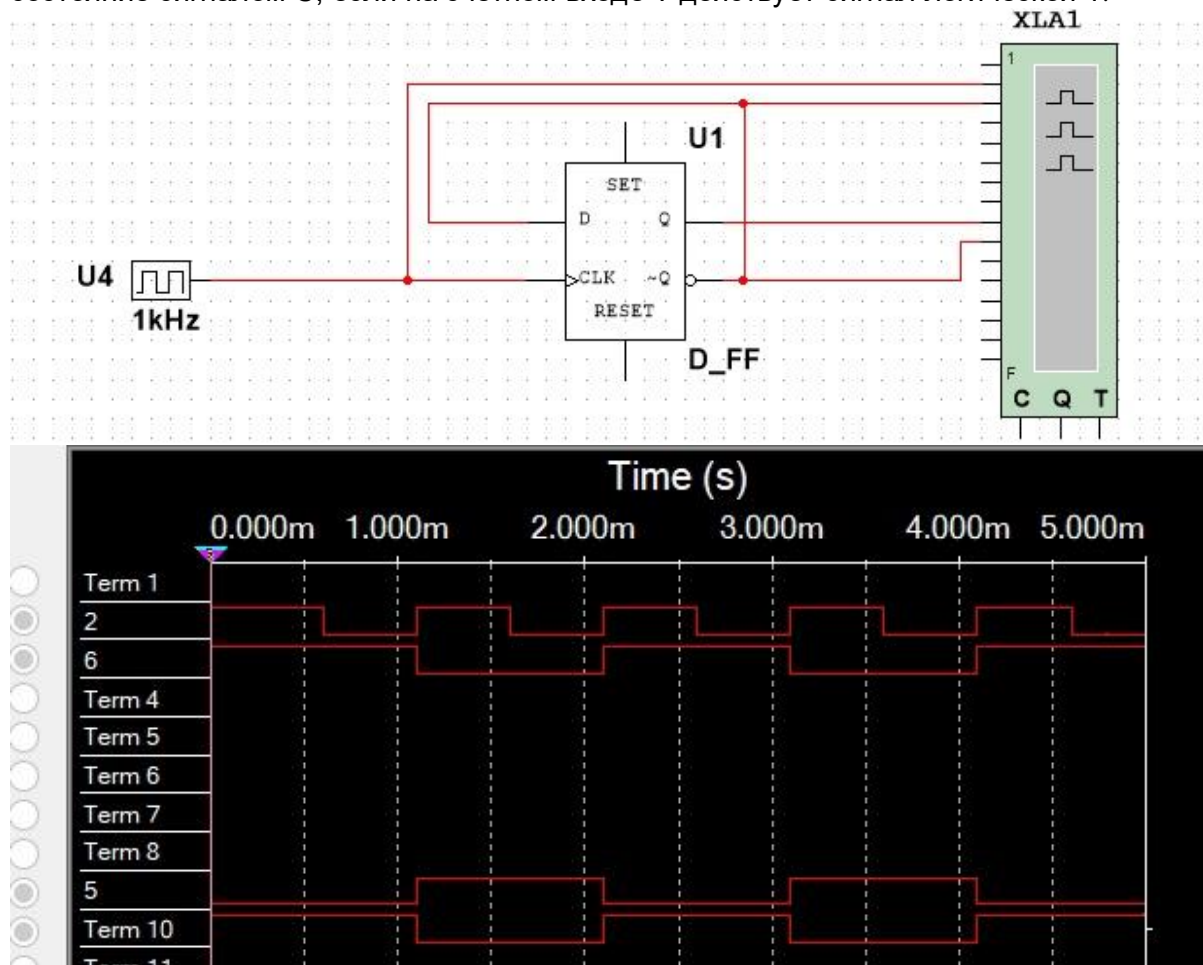


При  $C=0$  DV-триггер, как и синхронные триггеры всех типов, сохраняет предыдущее внутреннее состояние, т.е.  $Q_t = Q_{t-1}$ . При  $C=1$  и при наличии сигнала  $V=1$  разрешения приема информации DV-триггер принимает информационный сигнал, действующий на входе D, т.е. работает как асинхронный DV-триггер.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

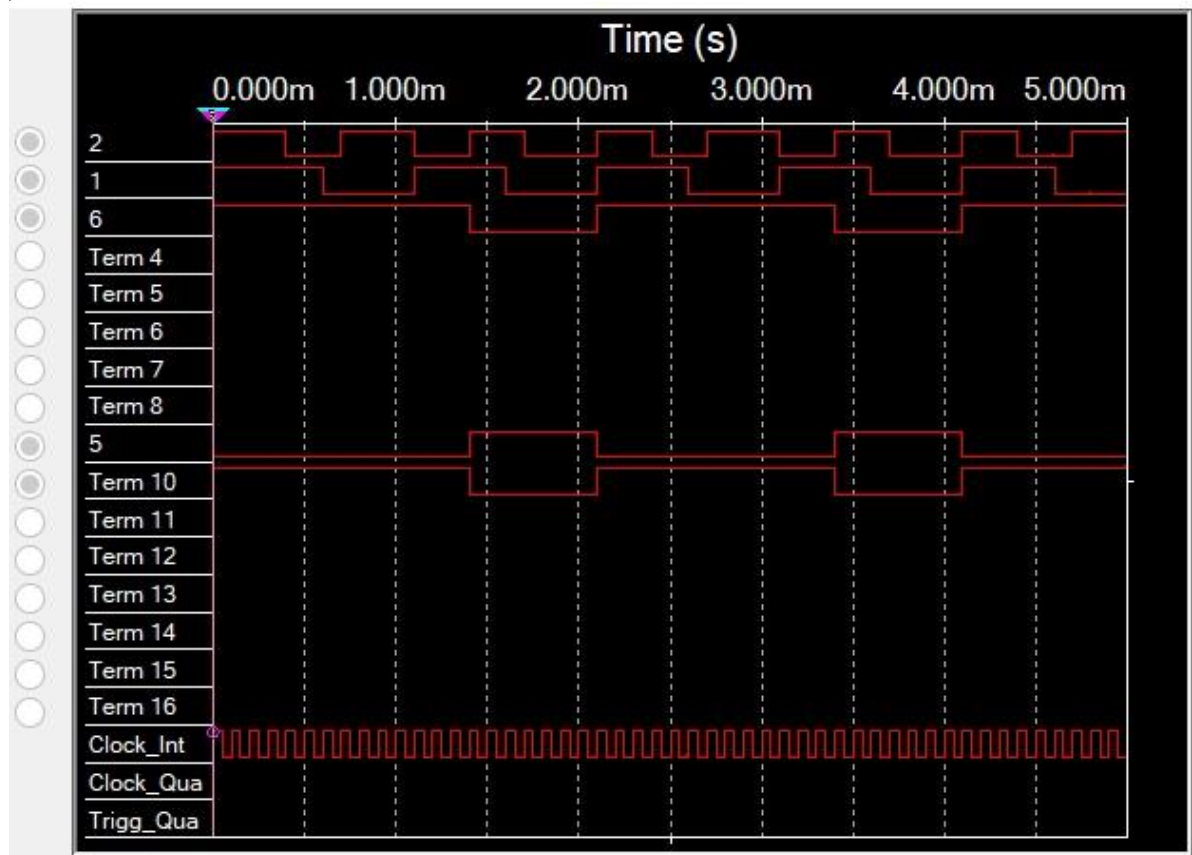
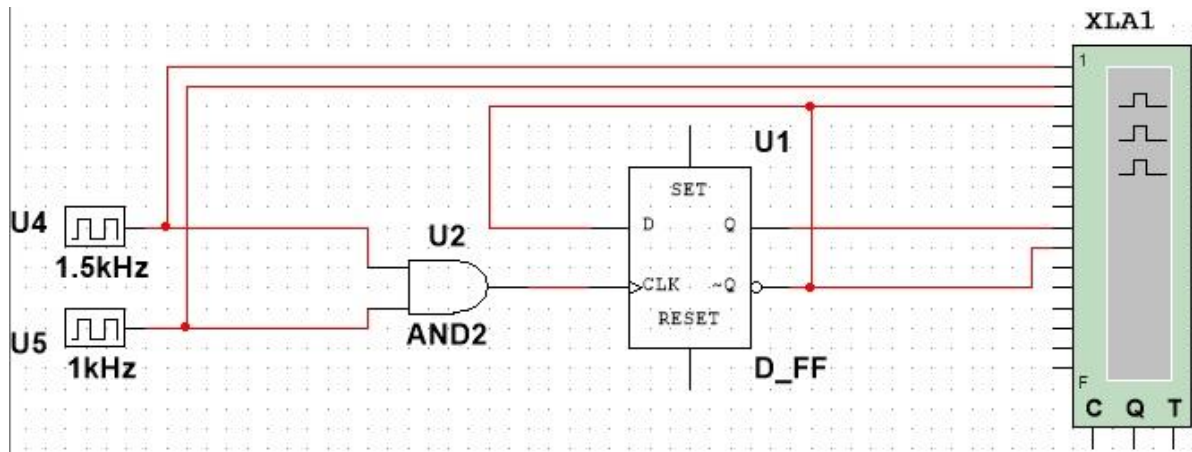


## Синхронный Т-триггер

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)

K-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)

C-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.

$C$	$S$	$R$	$Q_{t-1}$	$Q_t$	Пояснение
0	∇	∇	$Q_{t-1}$	$Q_{t-1}$	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	

#### 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 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

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 С -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 Sa и Ra 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.

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.

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

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.

19. Составьте временные диаграммы синхронного DV-триггера.

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.