



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: _____ ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

ОТЧЕТ

По лабораторной работе № 1

Название: Синхронные одноступенчатые триггеры со статическим и динамическим управлением записью

Дисциплина: Архитектура ЭВМ

Студент

ИУ7И-44Б

(Группа)

Динь Вьет Ань

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

А. Ю. Попов

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Москва, 2022

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

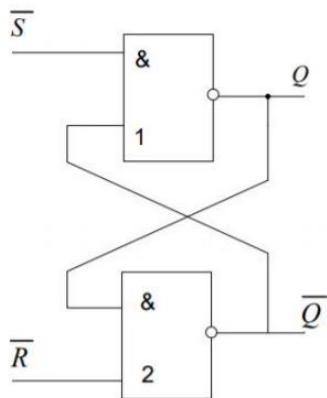
Триггер - запоминающее устройство с двумя устойчивыми состояниями, которые кодируются цифрами 0 и 1.

1. Асинхронный RS триггер

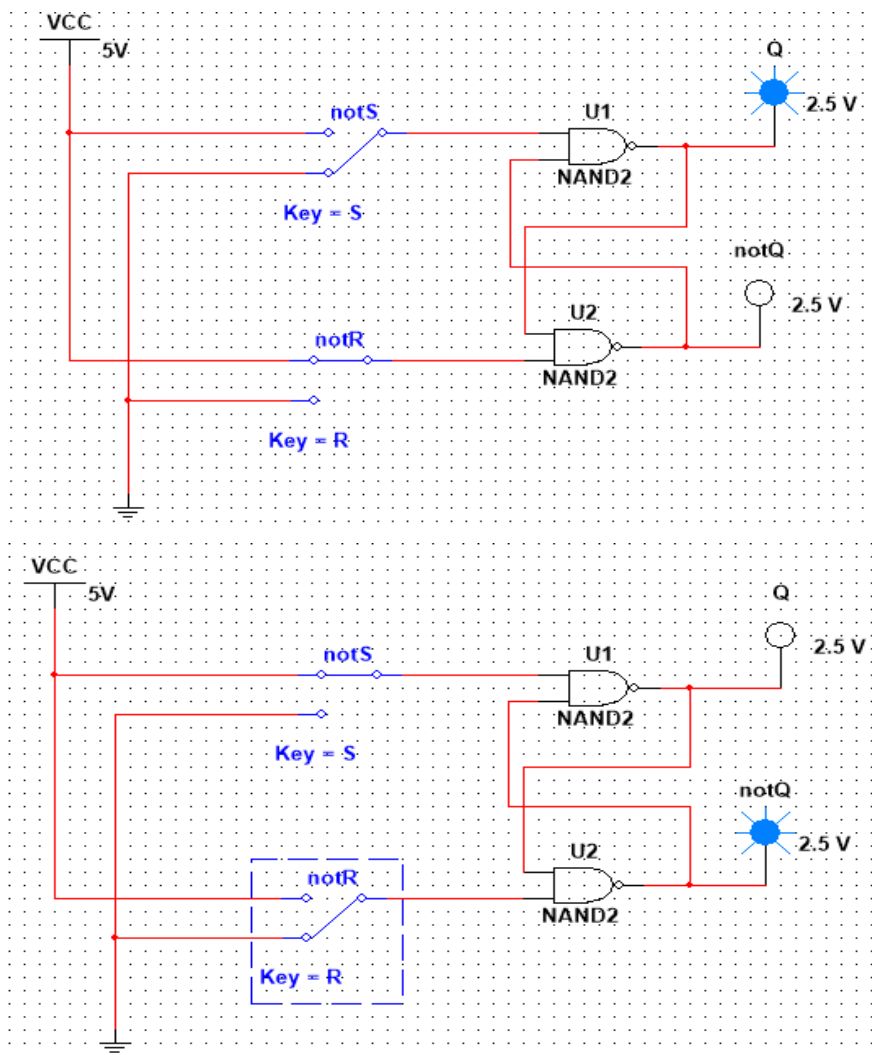
Задание: Исследовать работу асинхронного RS-триггера с инверсными входами в статическом режиме. Для этого необходимо:

- собрать схему RS-триггера на ЛЭ И-НЕ;
- к выходам Q и \bar{Q} триггера подключить световые индикаторы;
- задавая через переключатели необходимые сигналы на входах \bar{S} и \bar{R} триггера, составить таблицу переходов.

Структурная схема



Схема, построенная в Multisim



Соответствующая таблица переходов

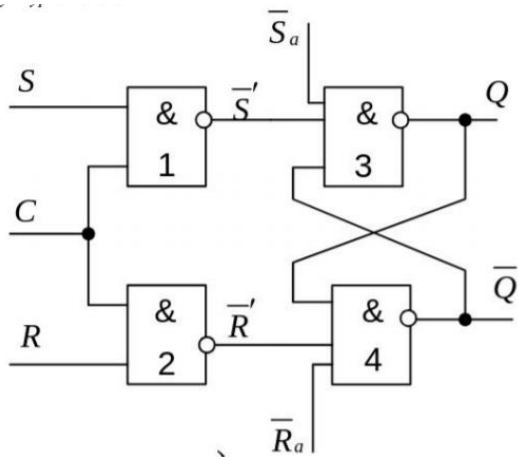
$\sim S$	$\sim R$	Q_n	Q_{n+1}	Пояснение
0	0	0	-	Запрещенная операция
0	0	1	-	
0	1	0	1	Установка 1
0	1	1	1	
1	0	0	0	Установка 0
1	0	1	0	
1	1	0	0	Хранение
1	1	1	1	

2. Синхронный RS триггер

Задание: Исследовать работу синхронного RS-триггера в статическом режиме. Для этого необходимо:

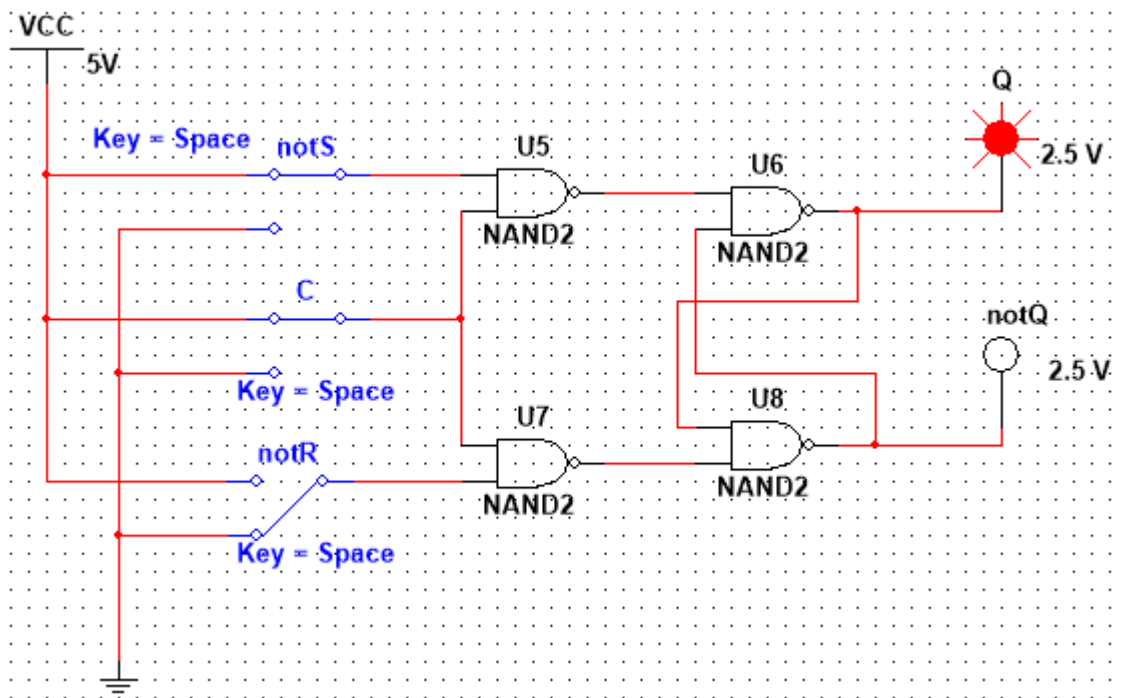
- собрать схему RS-триггера на ЛЭ И-НЕ;
- к выходам Q и $\sim Q$ триггера подключить световые индикаторы;
- задавая через переключатели необходимые сигналы на входах S , R и C , протестировать и составить таблицу переходов триггера. В таблице теста каждому набору S , R и Q будет соответствовать 3 строки: сначала задать $C=0$ (момент времени t_n), затем при $C=1$ (момент времени t_{n+1}) определяется Q_{n+1} и снова при $C=0$ переход в режим хранения.

Структурная схема

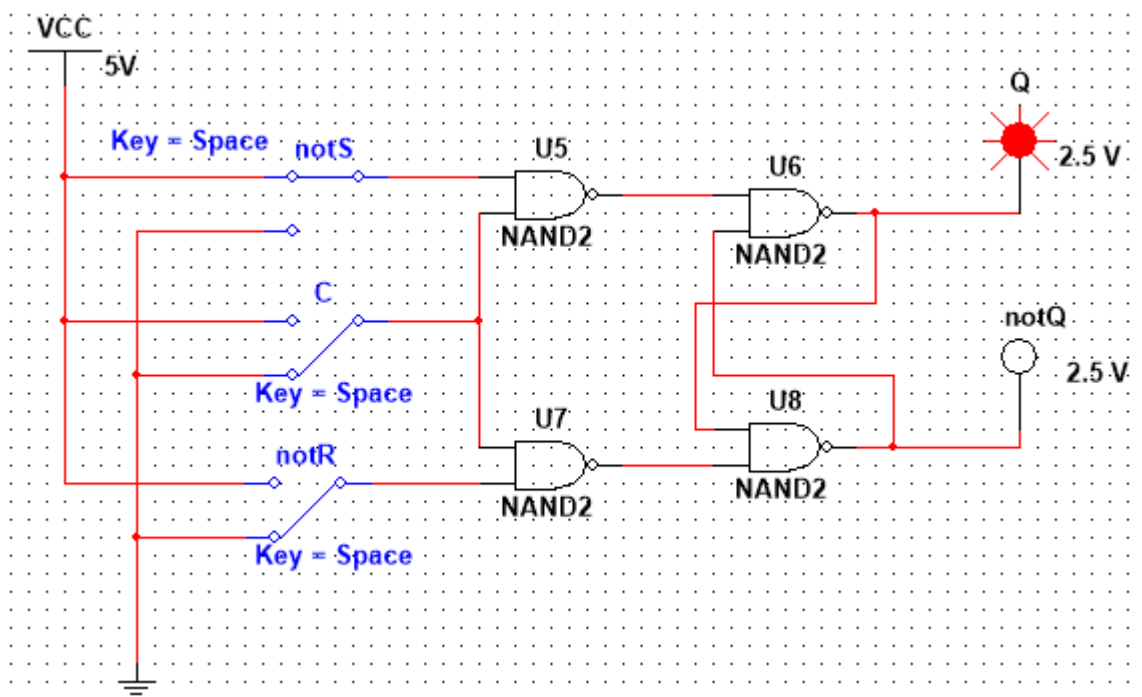


Схема, построенная в Multisim

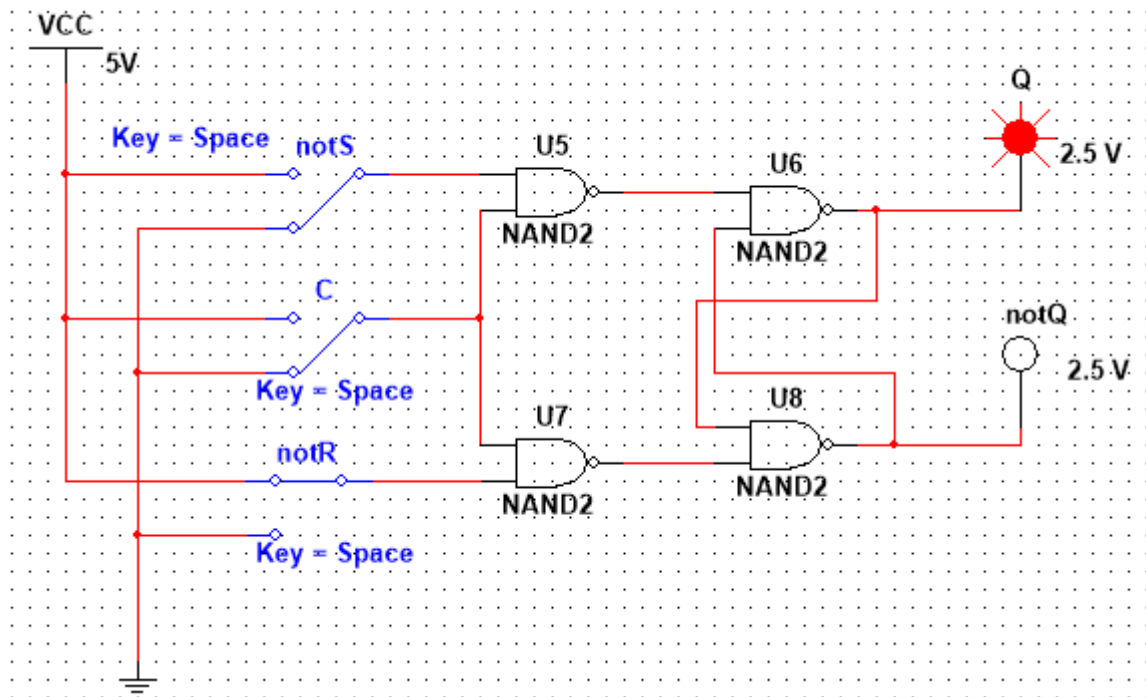
а) установка положения ($S1 == S$, $S2 == C$, $S3 == R$)



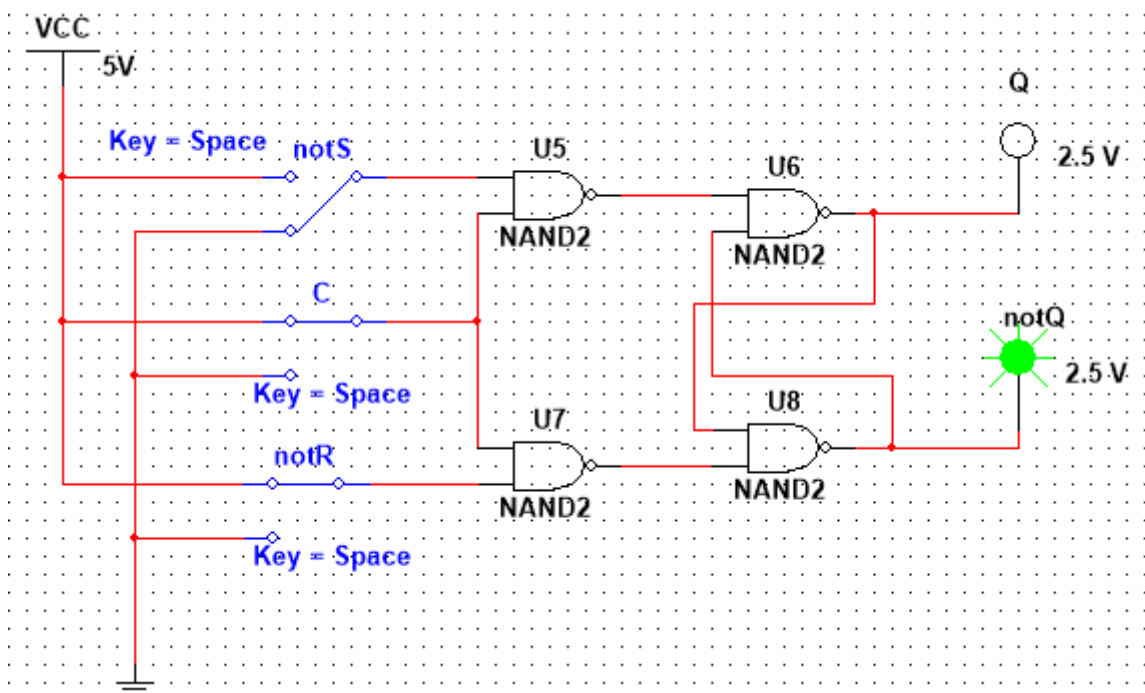
б) при выключении синхронизирующего сигнала положение сохраняется



в) при изменении входных сигналов с выключенными синхронизирующим положением не изменяется



г) при включении синхронизирующего сигнала выходной сигнал меняется аналогично асинхронному RS-триггеру



Соответствующая таблица переходов

Для синхронного RS триггера таблица переходов аналогична таблице переходов асинхронного при сигнале синхронизации $C = 1$ (при 0 он сохраняет предыдущее состояние)

$\sim S$	$\sim R$	C	Q_n	Q_{n+1}	Пояснение
0	0	0	0	-	Хранение
0	0	1	0	-	Запрещено
0	0	0	1	-	Хранение
0	0	1	1	-	Запрещено
0	1	0	0	0	Хранение
0	1	1	0	1	Установка 1
0	1	0	1	1	Хранение
0	1	1	1	1	Установка 1
1	0	0	0	0	Хранение
1	0	1	0	0	Установка 0
1	0	0	1	1	Хранение
1	0	1	1	0	Установка 0
1	1	0	0	0	Хранение
1	1	1	0	0	Хранение
1	1	0	1	1	Хранение
1	1	1	1	1	Хранение

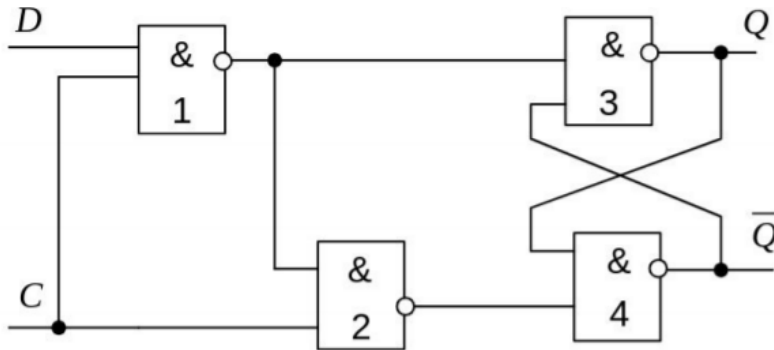
3. Синхронный D триггер (со статическим управлением)

Задание: Исследовать работу синхронного D-триггера в статическом режиме. Для этого необходимо:

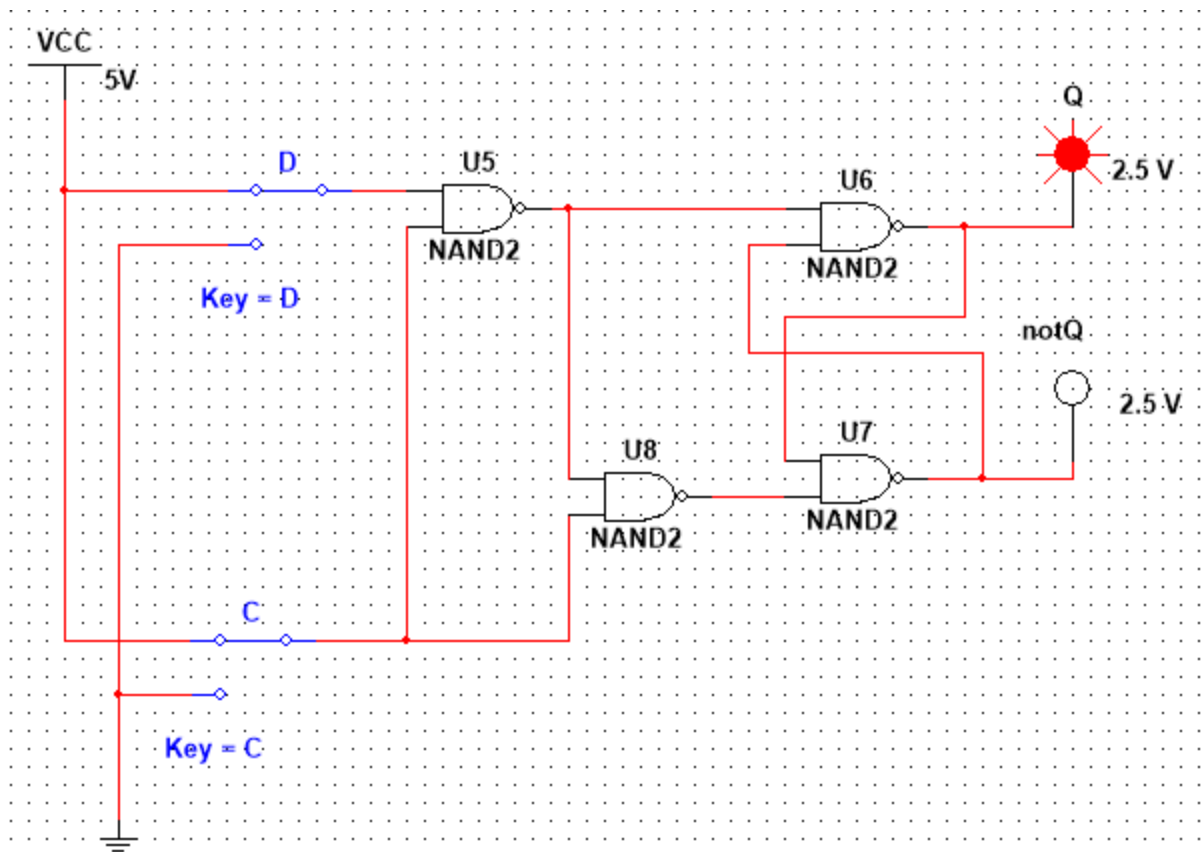
- собрать схему D-триггера на ЛЭ И-НЕ; в приложении Multisim можно использовать макросхему D-триггера;
- к выходам Q и $\sim Q$ триггера подключить световые индикаторы;
- задавая через переключатели необходимые сигналы на входах D и C, протестировать и составить таблицу переходов триггера. В таблице теста

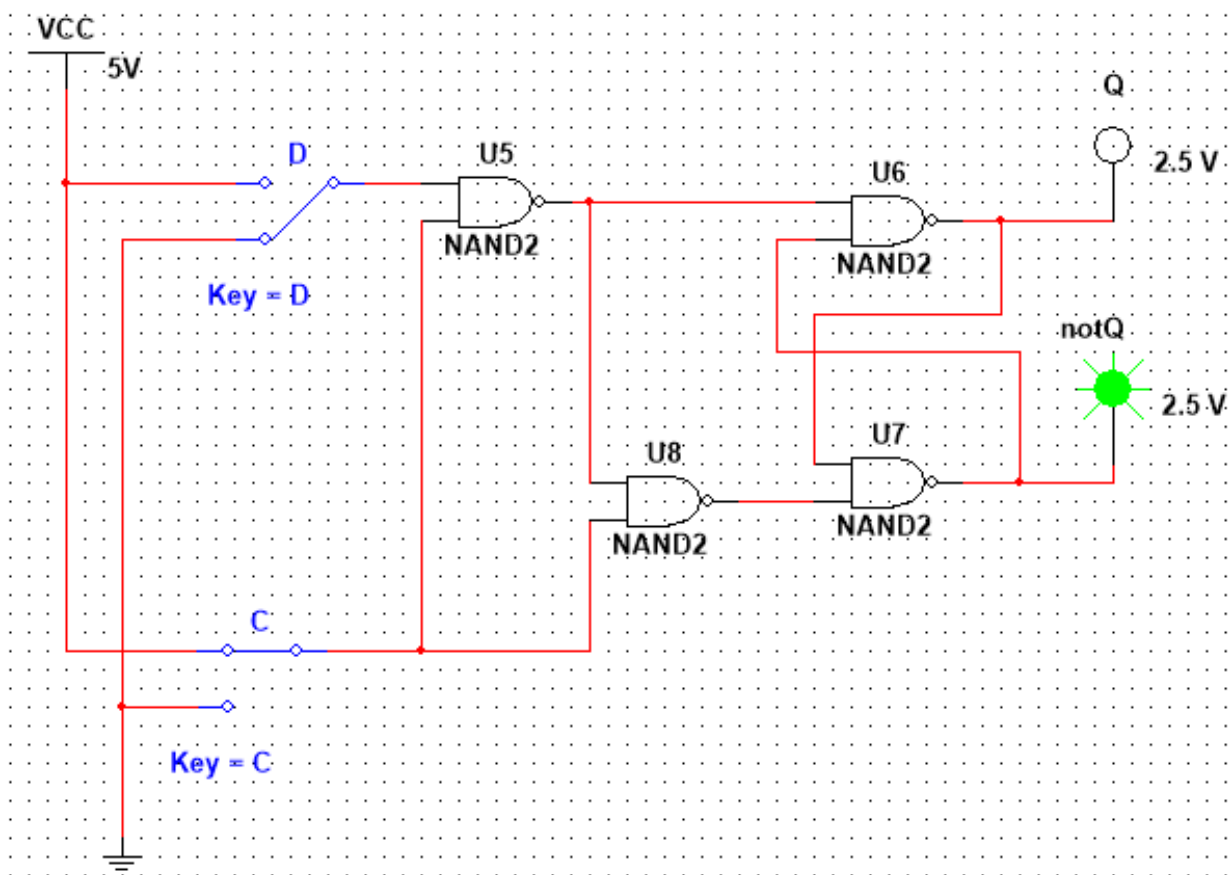
каждому набору D и Q будет соответствовать 3 строки: сначала задать $C=0$ (момент времени t_n), затем при $C=1$ (момент времени t_{n+1}) определяется Q_{n+1} и снова при $C=0$ происходит переход в режим хранения.

Структурная схема



Схема, построенная в Multisim





Соответствующая таблица переходов

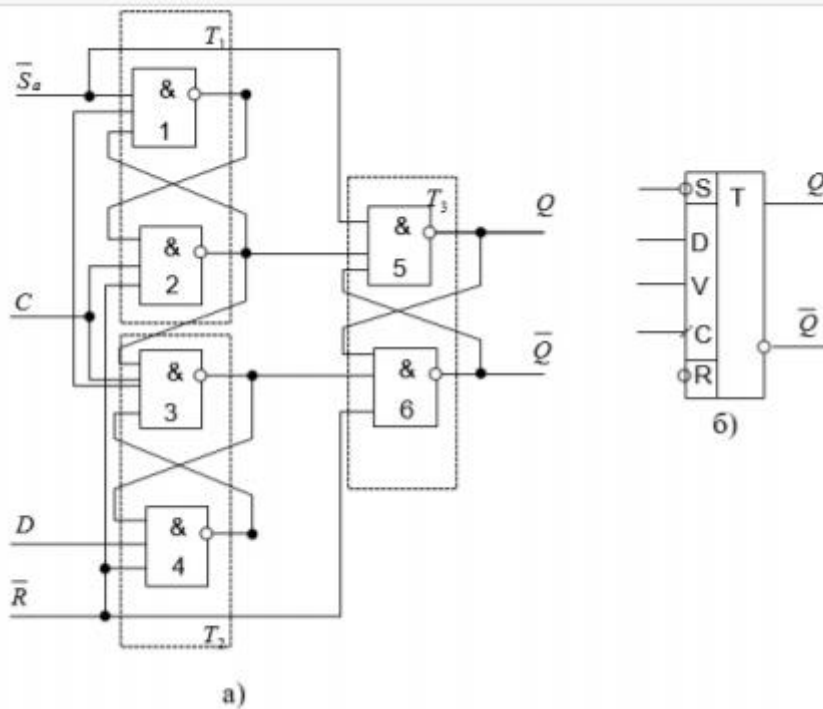
<i>C</i>	<i>D</i>	<i>Q_t</i>	<i>Q_{t+1}</i>	<i>Пояснение</i>
0	0	0	0	Хранение
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	Установка 0
1	0	1	0	
1	1	0	1	Установка 1
1	1	1	1	

4. Синхронный D триггер (с динамическим управлением)

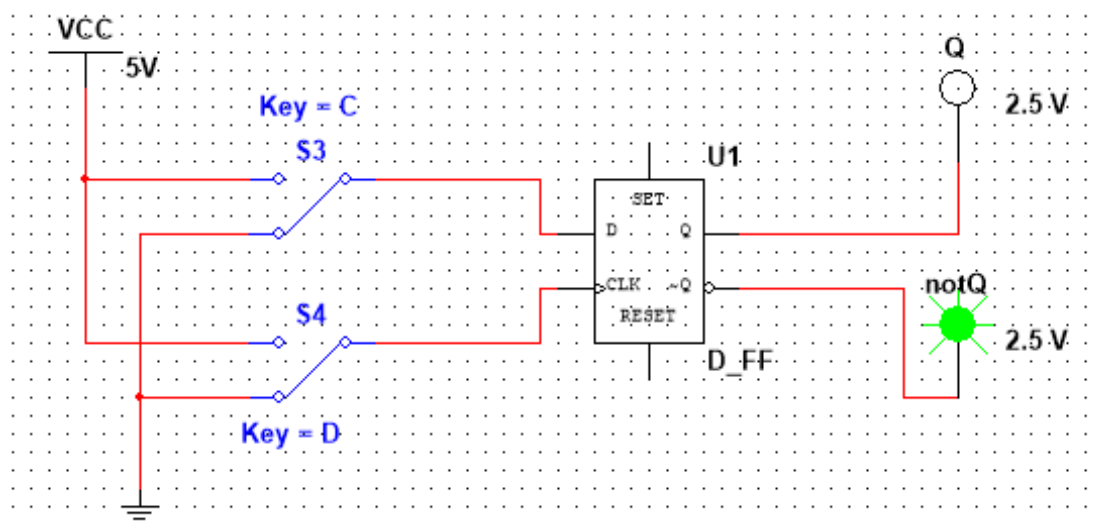
Задание: Исследовать схему синхронного D-триггера с динамическим управлением записью (рис. 6) в статическом режиме. В приложениях Electronics Workbench и Multisim имеются макросхемы такого триггера. Для этого необходимо:

- к выходам Q и $\sim Q$ триггера подключить световые индикаторы;
- задавая через переключатели необходимые сигналы на входах D и C , протестировать и составить таблицу переходов триггера. В таблице теста следует отметить реакцию триггера на изменения сигнала D при $C=0$ и при $C=1$, а также способность триггера принимать сигнал D только по перепаду 0/1 сигнала C .

Структурная схема



Схема, построенная в Multisim с помощью макросхемы



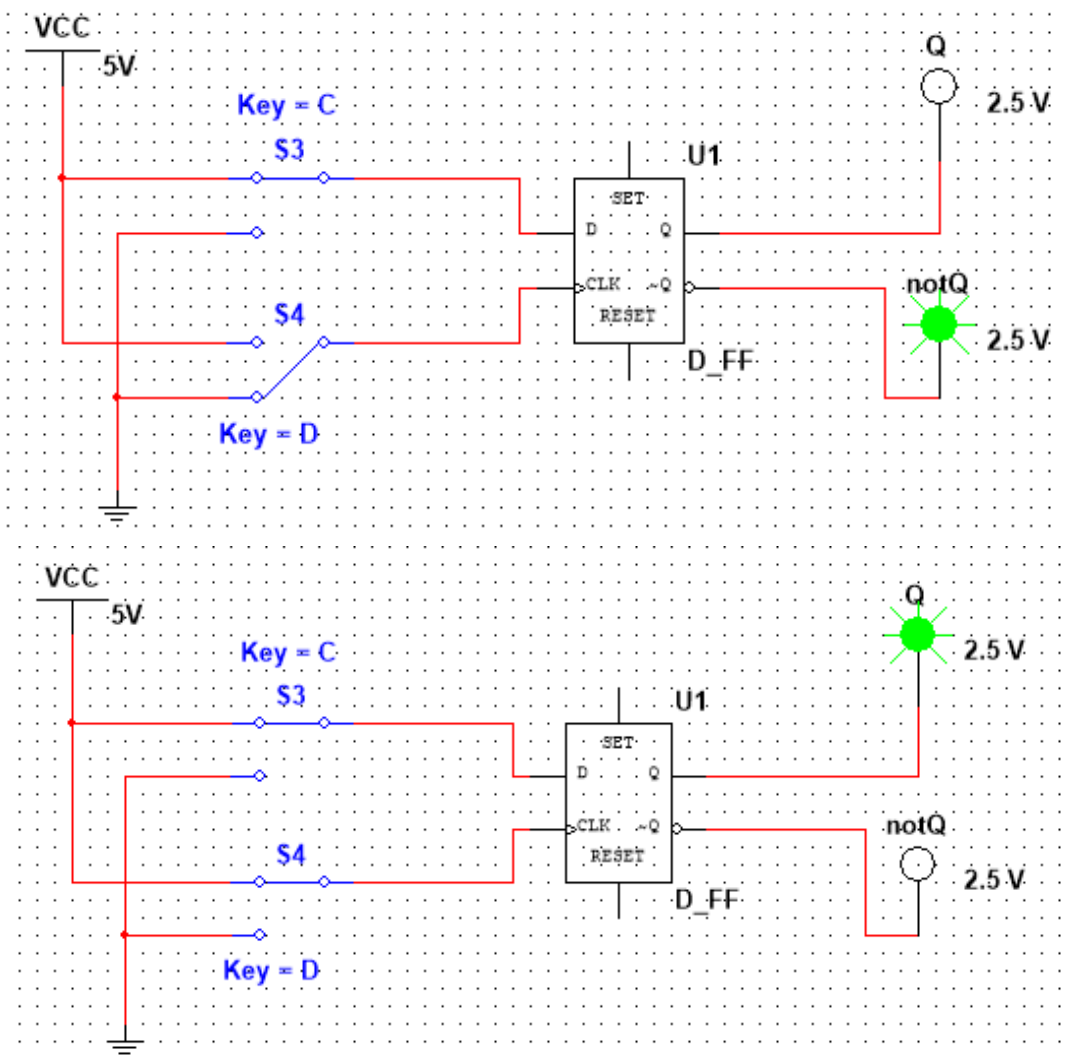


Таблица переходов

<i>C</i>	<i>D</i>	<i>Q_t</i>	<i>Q_{t+1}</i>	<i>Пояснение</i>
0	0	0	0	Хранение
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	1	1	
0->1	0	0	0	Установка 0
0->1	0	1	0	
0->1	1	0	1	Установка 1
0->1	1	1	1	

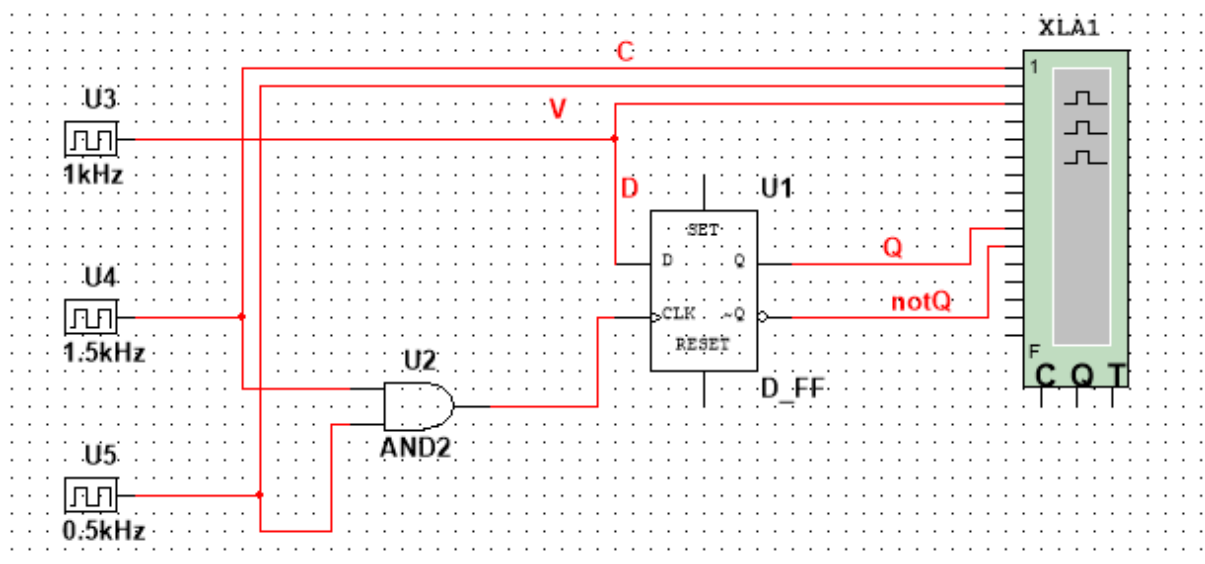
5. Синхронный DV триггер (с динамическим управлением записью)

Задание: Исследовать схему синхронного DV-триггера с динамическим управлением записью в динамическом режиме. Для этого необходимо:

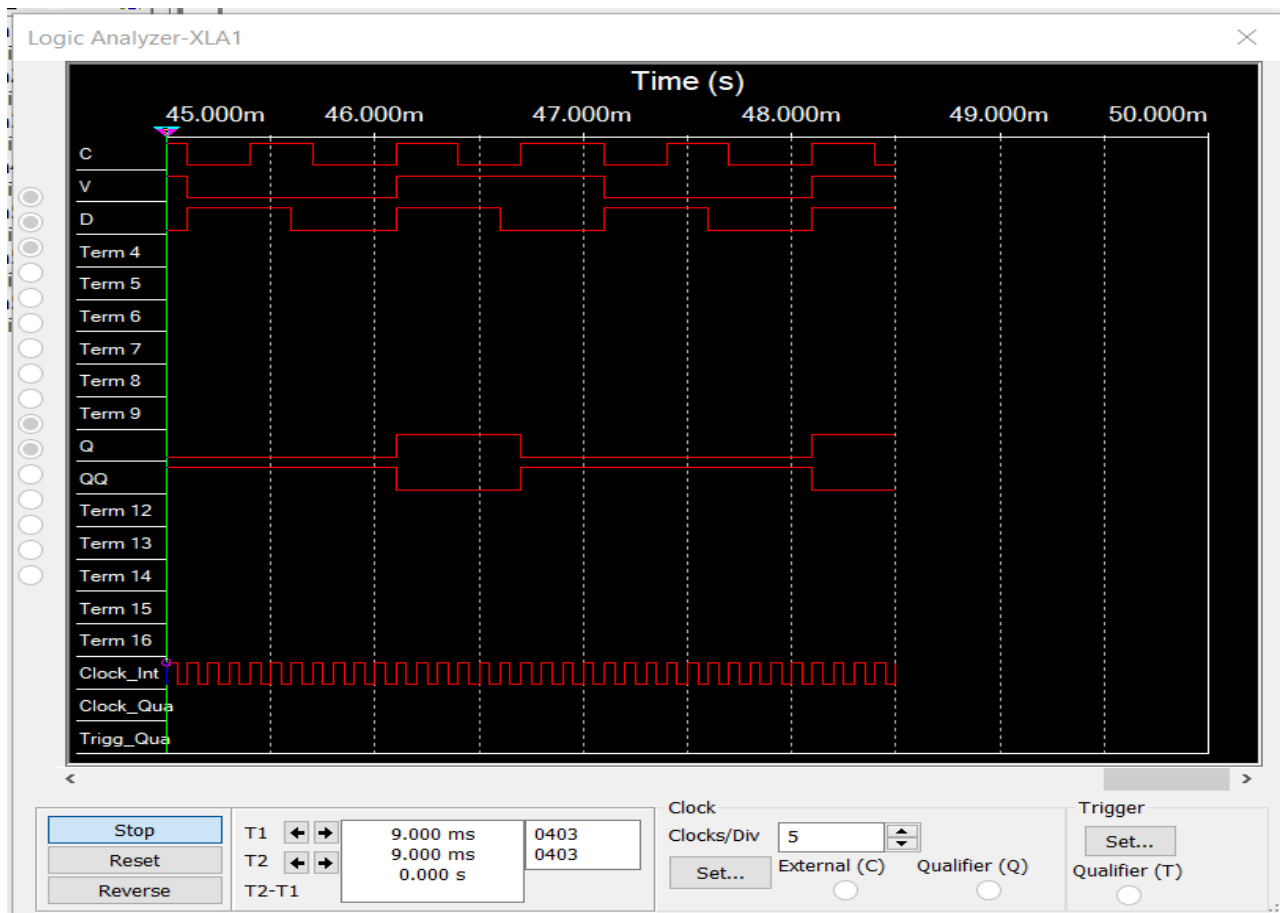
- построить схему синхронного DV-триггера на основе синхронного D-триггера и мультиплексора MS 2-1 (выход MS 2-1 соединить с D-входом триггера, вход 0 MS 2-1 соединить с выходом Q триггера. Тогда вход 1 MS 2-1 будет D-входом, адресный вход A MS 2-1 – входом V синхронного DV-триггера), вход C D-триггера – входом C DV- триггера;
- подать сигнал генератора на вход счетчика и на C-вход DV-триггера;
- подать на входы D и V триггера сигналы с выходов 2-го и 3-го разрядов счетчика;
- снять временные диаграммы синхронного DV-триггера;
- объяснить работу синхронного DV-триггера по временным диаграммам.

Схема, построенная в Multisim

а) Схемы в Multisim



б) Временные диаграммы синхронного DV-триггера



При $C = 0$ имеем $Q_t = Q_{t-1}$ (сохраняется предыдущее состояние). При $C = 1$ и $V = 0$ триггер сохраняет предыдущее внутреннее состояние. При $C = V = 1$ триггер принимает сигнал на входе

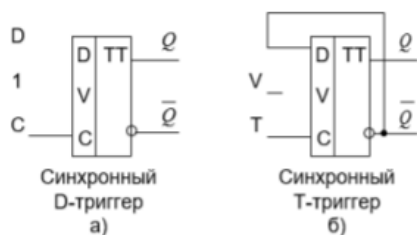
Таблица переходов

C	D	V	Q_t	Q_{t+1}
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

6. Синхронный DV триггер, включенный по схеме TV триггера

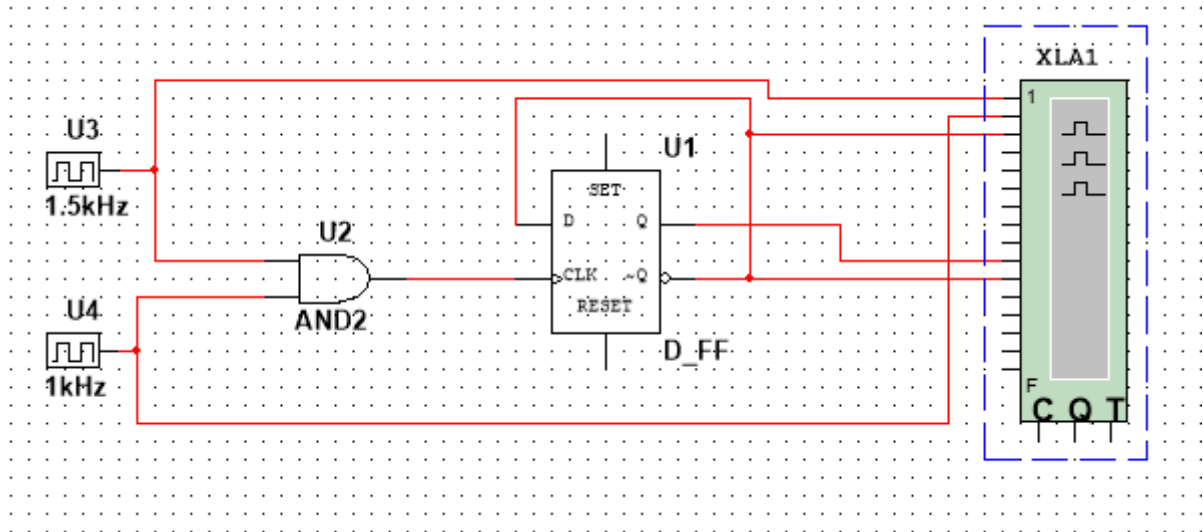
Задание: Исследовать работу DV-триггера, включенного по схеме TV-триггера (рис. 8). Для этого необходимо:

- на вход D подать сигнал Q, на вход C подать сигналы генератора, а на вход V
- с выхода 3-го разряда счетчика;
- снять временные диаграммы Т-триггера;
- объяснить работу синхронного Т-триггера по временным диаграммам



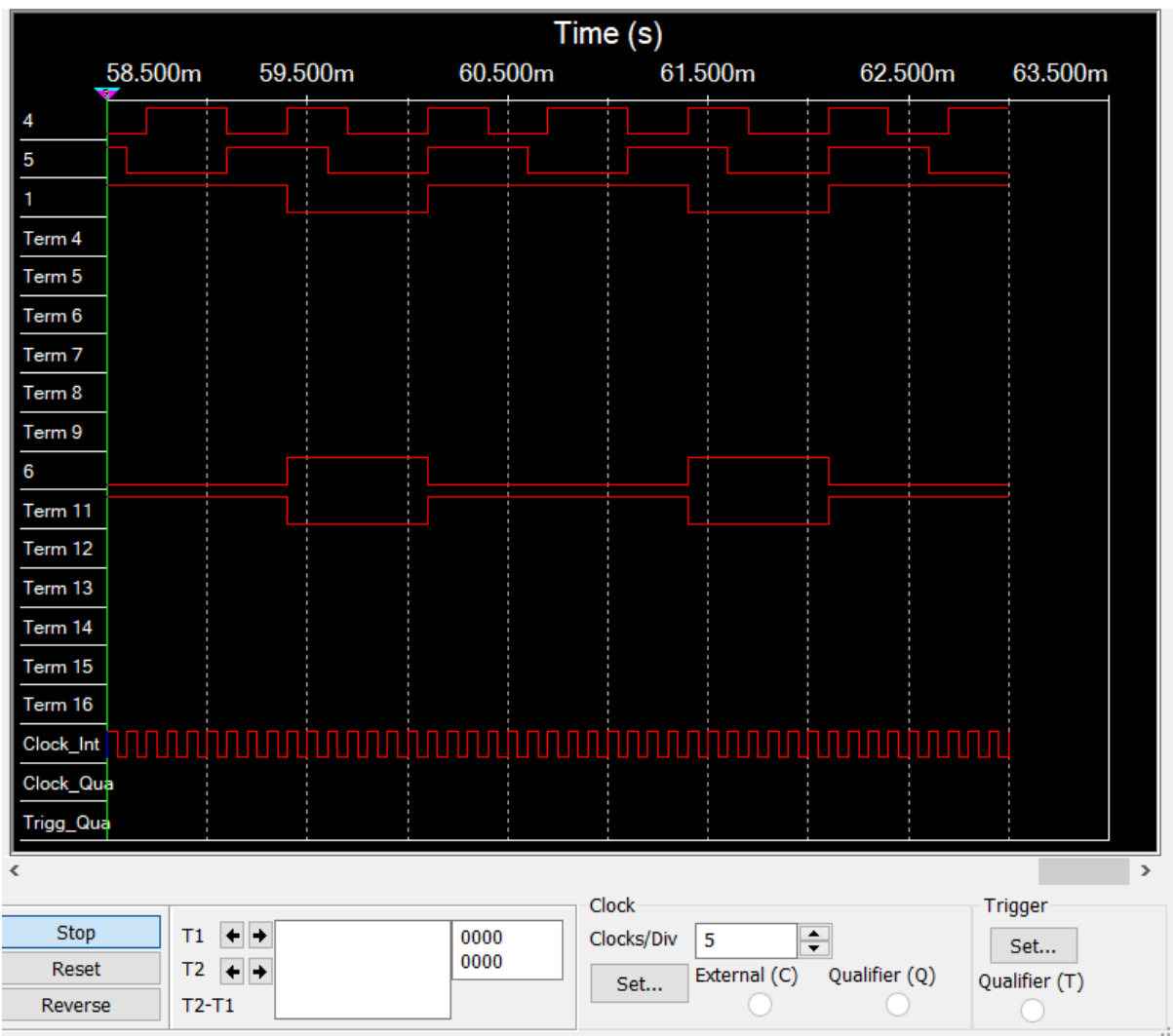
Схема, построенная в Multisim

Схема



Временная диаграмма

gic Analyzer-XLA1



Асинхронный Т-триггер переходит в противоположное состояние каждый раз при подаче на T -вход единичного сигнала. T -триггер реализует счет по модулю 2: $Q_{n+1} = T \oplus Q_n$.

Синхронный Т-триггер имеет вход C и вход T . Синхронный T -триггер переключается в противоположное состояние сигналом C , если на счетном входе T действует единичный сигнал.

Вывод: При выполнении этой лабораторной работы я познакомился с принципом работы, минусами и плюсами, нуждой в какой-либо ситуации и схемами различных триггеров.

Ответы на контрольные вопросы

1. Что называется триггером?

Триггер – запоминающее устройство с двумя устойчивыми состояниями, которые кодируются двоичными цифрами 0 и 1

2. Какова структурная схема триггера?

Структурную схему триггера состоит из запоминающей ячейки (ЗЯ) и схемы управления (СУ).

3. По каким основным признакам классифицируют триггеры?

- 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

- По способу записи информации различают триггеры:
 - асинхронные (не синхронизируемые);
 - синхронные (синхронизируемые), или тактируемые.
- По способу синхронизации различают триггеры: синхронные со статическим управлением записью; синхронные с динамическим управлением записью
- По способу передачи информации с входов на выходы различают триггеры с одноступенчатым и двухступенчатым запоминанием информации

4. Каково функциональное назначение входов триггеров?

S-вход – вход для раздельной установки триггера в состояние "1".

R-вход – вход для раздельной установки триггера в состояние "0".

J-вход – вход для установки состояния "1" в универсальном JK-триггере.

K-вход – вход для установки состояния "0" в универсальном JK-триггере.

D-вход – информационный вход для установки триггера в состояния "1" или "0".

V-вход – подготовительный управляющий вход для разрешения приема информации.

C-вход – исполнительный управляющий вход для осуществления приема информации, вход синхронизации

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 – отображает 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. 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?

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. При $C = 1$ синхронный триггер переключается как асинхронный. Одновременная подача сигналов $S = R = 1$ запрещена. При $S = R = 0$ триггер не изменяет своего состояния.

Таблица переходов - Синхронный RS триггер

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 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 $\sim D$, 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 $C = 0$, 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 T -триггер переходит в противоположное состояние каждый раз при подаче на T -вход единичного сигнала. Таким образом T -триггер реализует счет по модулю 2: $Q_t = T t-1 \oplus Q_{t-1}$. Синхронный T -триггер имеет вход C и вход T . Синхронный T -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 приём 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 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.

Временные диаграммы находятся в разделе *D*-триггеры.

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.

При $C = 0$ DV -триггер, как и синхронные триггеры всех типов, сохраняет предыдущее внутреннее состояние.

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

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

19. Составьте временные диаграммы синхронного DV-триггера.

Временные диаграммы находятся в разделе DV -триггеры

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.