



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 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. (ИУ7)

О Т Ч Е Т

по лабораторной работе № 1

Название: Синхронные одноступенчатые триггеры со статическим и
динамическим управлением записью

Дисциплина: Архитектура ЭВМ

Студент

ИУ7-43Б

(Группа)

А. Н. Паламарчук

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

А. Ю. Попов

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

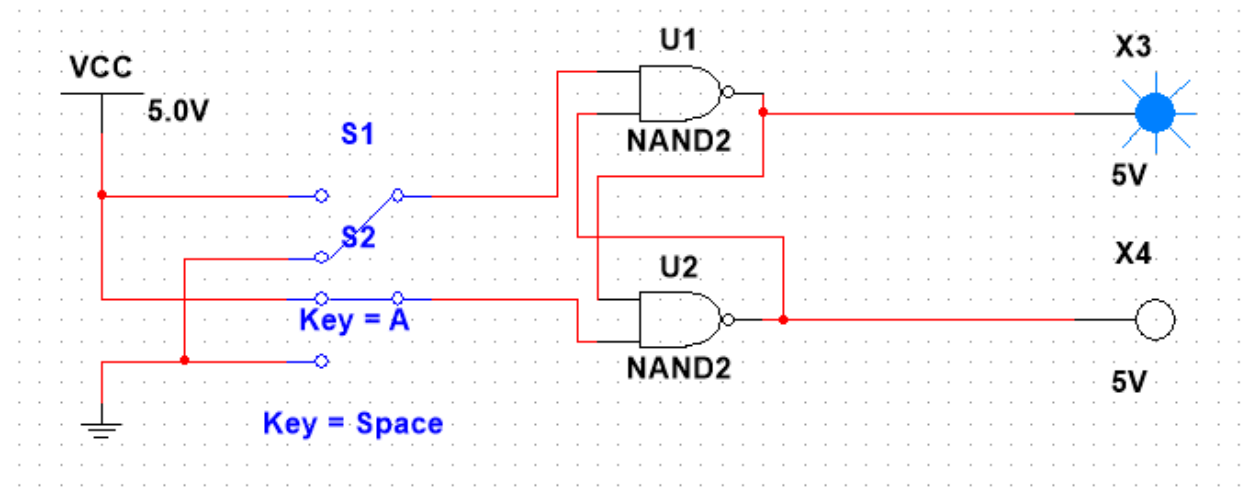
Москва 2024

1. Исследовать работу асинхронного RS-триггера с инверсными входами (см. рис. 3) в статическом режиме.

Задание:

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

Решение:



\bar{S}	\bar{R}	Q_n	Q_{n+1}	Режим
0	0	0	-	Запрещенное состояние
0	0	1	-	
0	1	0	1	Установить 1
0	1	1	1	
1	0	0	0	Установить 0
1	0	1	0	
1	1	0	0	Хранение
1	1	1	1	

S

устанавливает триггер в состояние единицы, а R триггер в состояние нуля. Одновременное включение S, R триггер — запрещенное состояние.

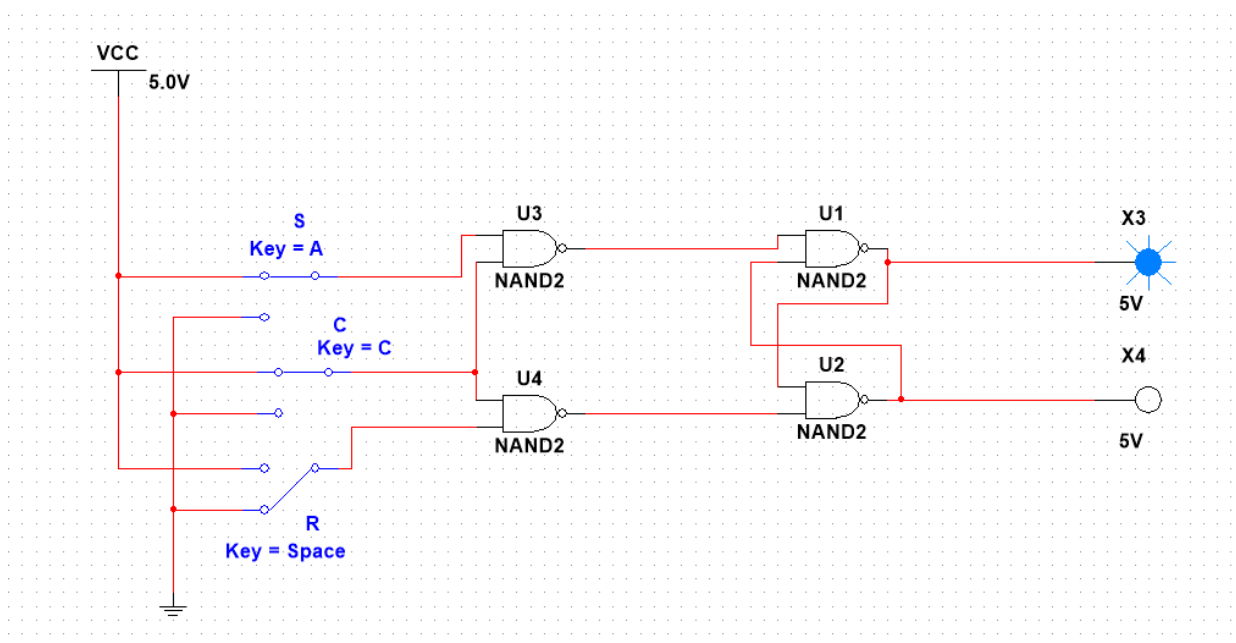
2. Исследовать работу синхронного RS-триггера в статическом режиме.

Задание:

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

Решение:

Вход С позволяет внести контроль над сигналом, входящим в триггер.



C	\bar{S}	\bar{R}	Q_n	Q_{n+1}	Режим
1	1	1	0	-	Запрещенное состояние
1	1	1	1	-	
1	1	0	0	1	Установить 1
1	1	0	1	1	
1	0	1	0	0	Установить 0
1	0	1	1	0	
0	-	-	0	0	Хранение
0	-	-	1	1	
1	0	0	0	0	
1	0	0	1	1	

3. Исследовать работу синхронного D-триггера в статическом режиме.

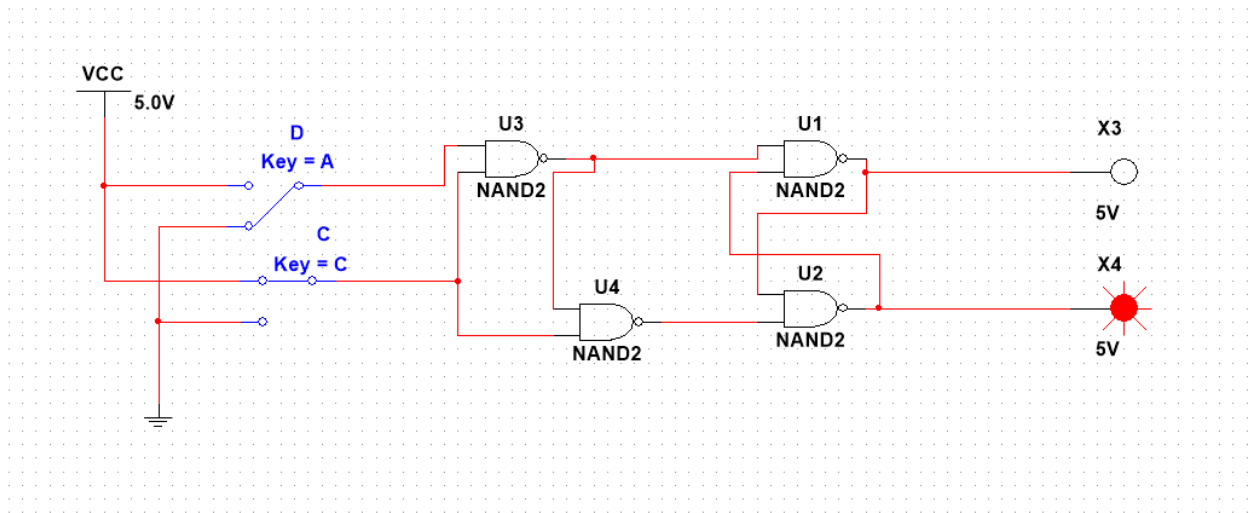
Задание:

1. собрать схему D-триггера на ЛЭ И-НЕ; в приложении Multisim можно использовать макросхему D-триггера;

2. к выходам Q и $\neg Q$ триггера подключить световые индикаторы;
3. 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.

Решение:

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.



C	D	Q_n	Q_{n+1}	Режим
1	1	0	1	Установить 1
1	1	1	1	
1	0	0	0	Установить 0
1	0	1	0	
0	-	0	0	Хранение
0	-	1	1	

4. Исследовать схему синхронного D-триггера с динамическим управлением записью в статическом режиме

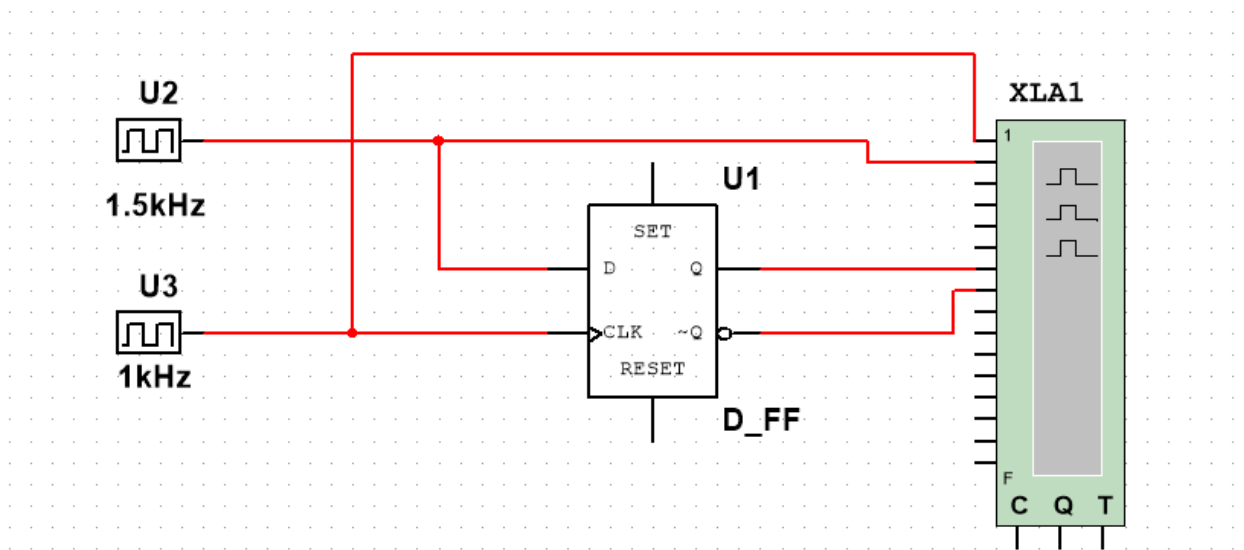
Задание:

1. к выходам Q и $\neg Q$ триггера подключить световые индикаторы;
2. 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

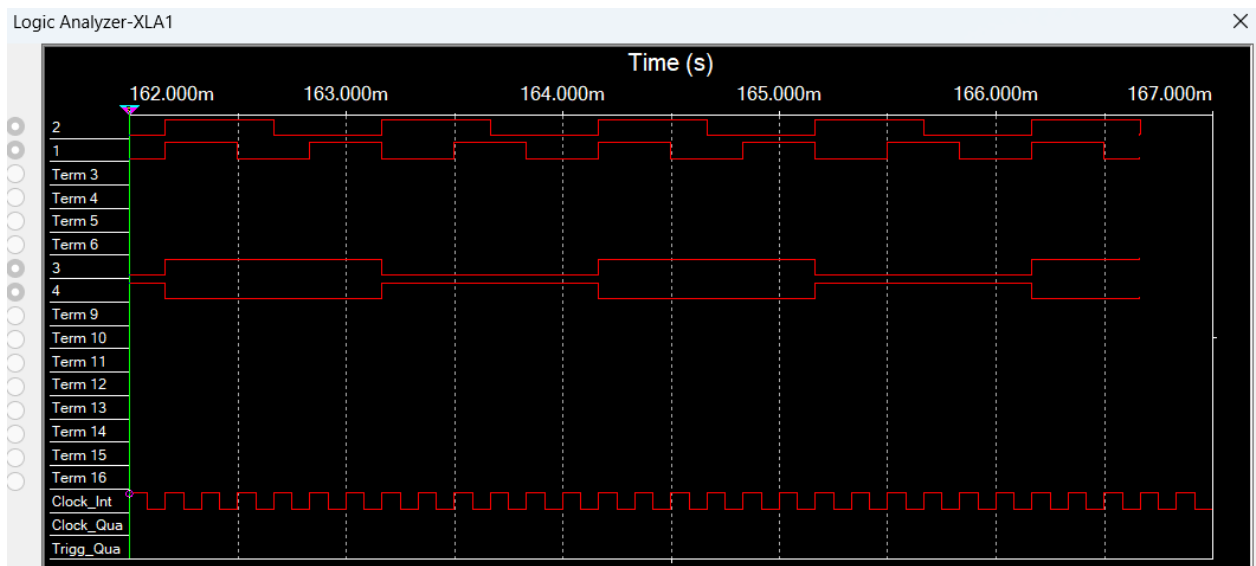
C=0 и при C=1, а также способность триггера принимать сигнал D только по перепаду 0/1 сигнала C.

Решение:

Сигнал D в данном случае меняется только тогда, когда сигнал C меняется. (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. особенностью синхронных триггеров с динамическим управлением является перепад синхросигнала)



C	D	Q_n	Q_{n+1}	Режим
0->1	1	0	1	Установить 1
0->1	1	1	1	
0->1	0	0	0	Установить 0
0->1	0	1	0	
0	0	0	0	Хранение
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	1	1	



5. Исследовать схему синхронного DV-триггера с динамическим управлением записью в динамическом режиме.

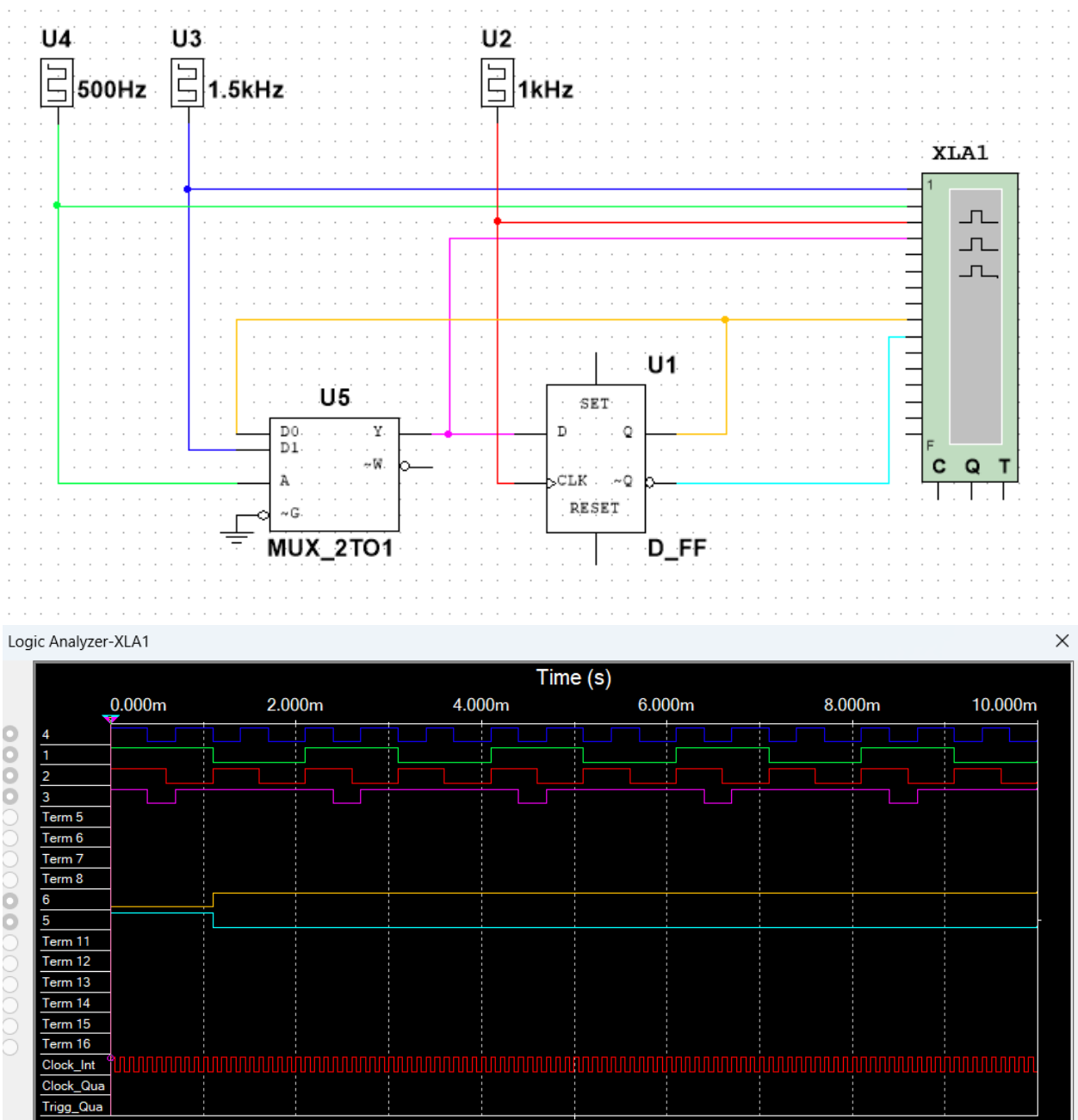
Задание:

1. 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;
2. подать сигнал генератора на вход счетчика и на C-вход DV-триггера;
3. подать на входы D и V триггера сигналы с выходов 2-го и 3-го разрядов счетчика;
4. снять временные диаграммы синхронного DV-триггера;

Решение:

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

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



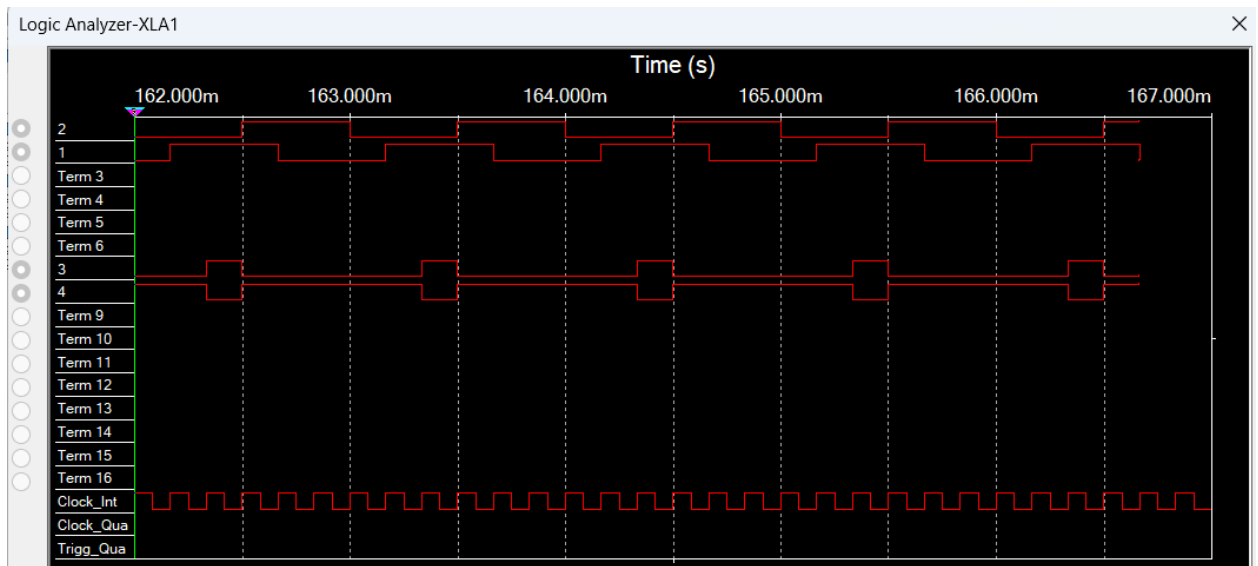
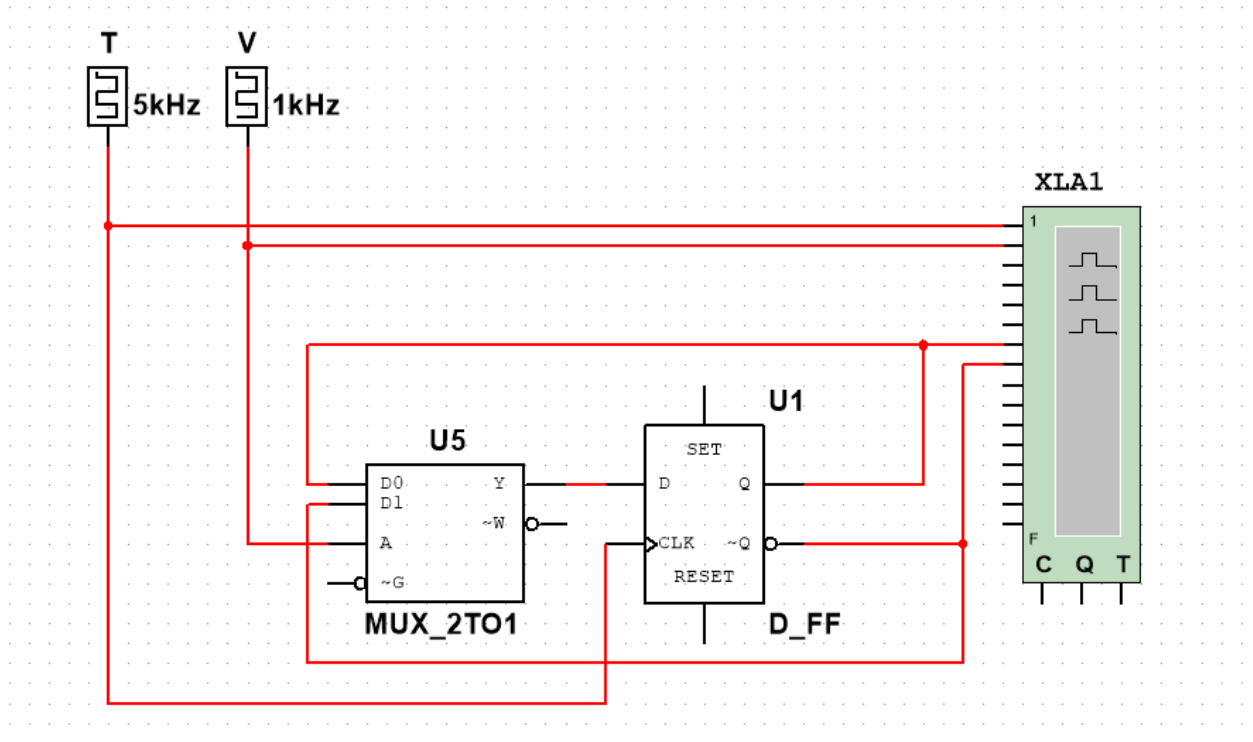
При $C=0$ DV-триггер, как и синхронные триггеры всех типов, сохраняет предыдущее внутреннее состояние, т.е. $Q_t = Q_{t-1}$. При $C=1$ и при наличии сигнала $V=1$ разрешения приема информации DV-триггер принимает информационный сигнал, действующий на входе D, т.е. работает как асинхронный DV-триггер.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

6. Исследовать работу DV-триггера, включенного по схеме TV-триггера

Задание:

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

Решение:



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.

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 раздельной установки триггера в состояние "1" (Set – установка)

R-вход – вход для раздельной 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	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 T-триггер? Какова его таблица переходов?

T-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 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. $Q_t = DV + VQ_{t-1} = DVC + (V + C)Q_{t-1}$ 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.