

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.03 Программная инженерия**

## по лабораторной работе № 1

**Название:** Синхронные одноступенчатые триггеры  
со статическим и динамическим управлением записью

Дисциплина: Архитектура ЭВМ

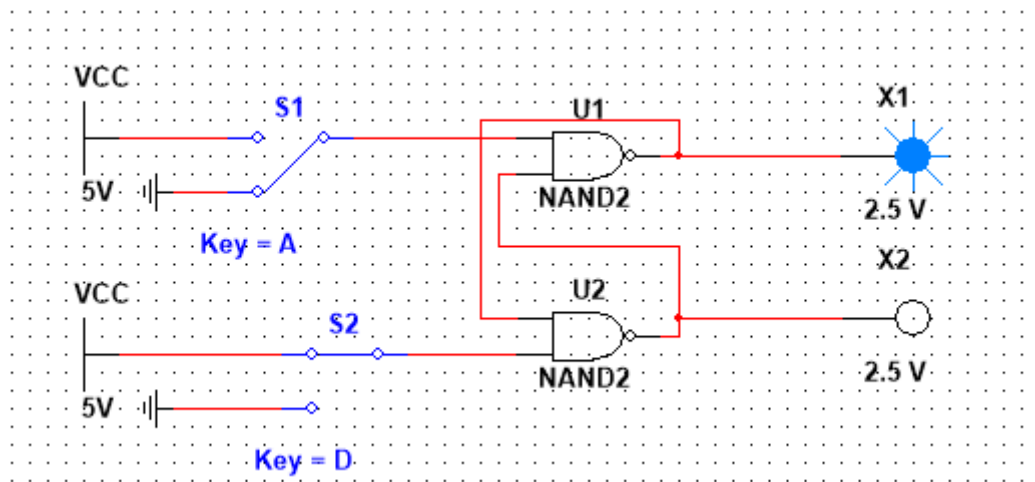
Преподаватель		А.Ю. Попов
	(Подпись, дата)	(И.О. Фамилия)

Москва, 2022

# 0. Цель Работы

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

## 1. Асинхронный RS - триггер с инверсными входами в статическом режиме

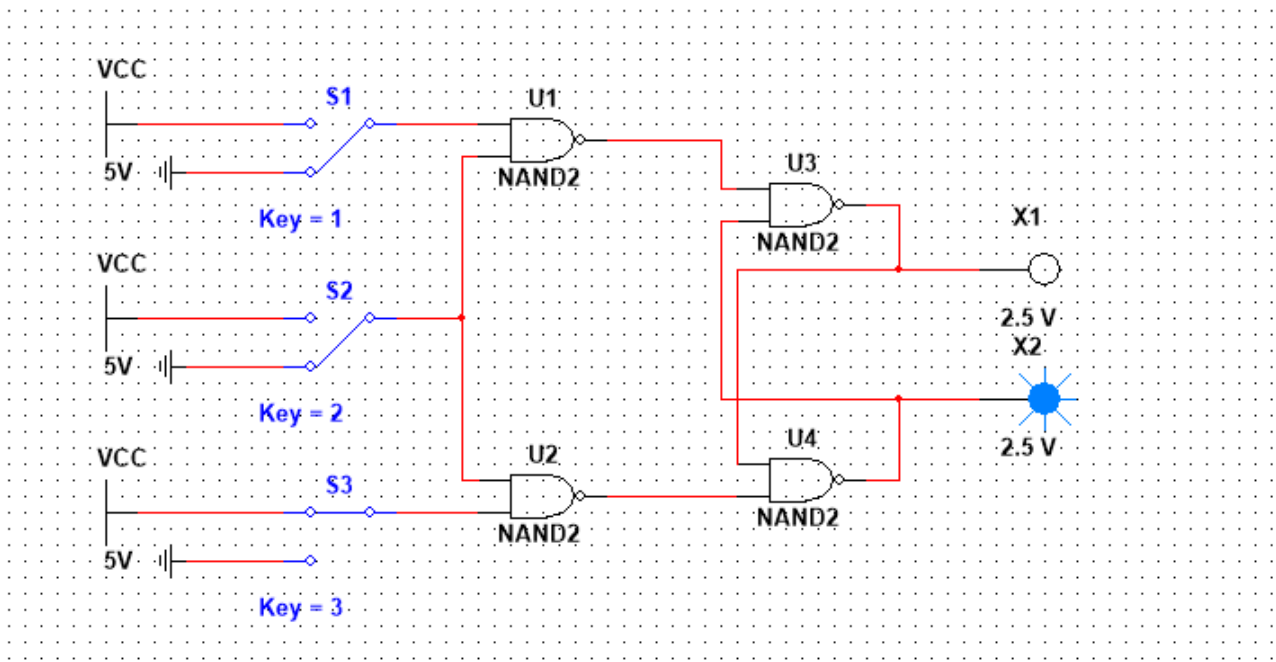


$\neg S$	$\neg R$	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Режим
0	0	0	0	Хранение
0	0	1	1	
0	1	0	0	0
0	1	1	0	
1	0	0	1	1
1	0	1	1	
1	1	0	X	Запрещенное

1	1	1	X	состояние
---	---	---	---	-----------

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

## 2. Синхронный RS - триггер в статическом режиме



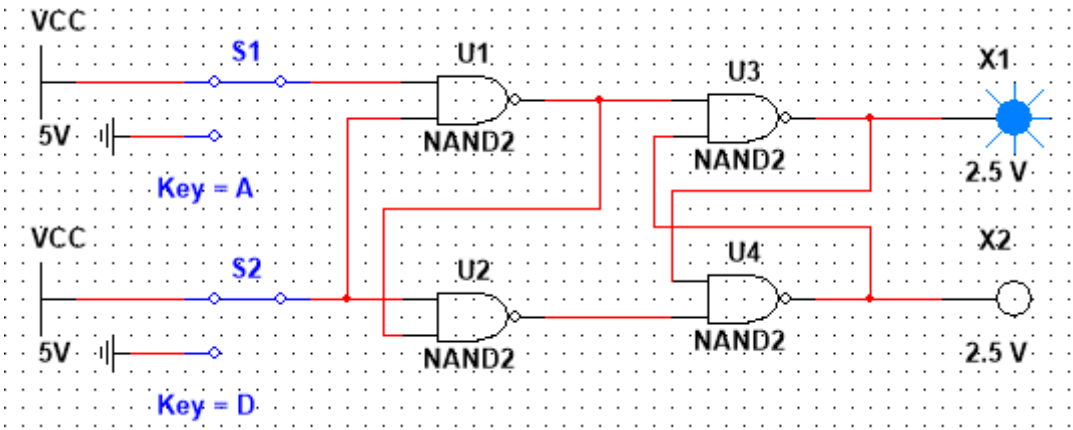
C	$\neg S$	$\neg R$	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Режим
0	*	*	0	0	Хранение
0	*	*	1	1	
1	0	0	0	0	
1	0	0	1	1	
1	0	1	0	0	0

1	0	1	1	0	
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	
1	1	1	0	X	Запрещенное состояние
1	1	1	1	X	

\* - Это ноль или единица

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

### 3. D - триггер в статическом режиме

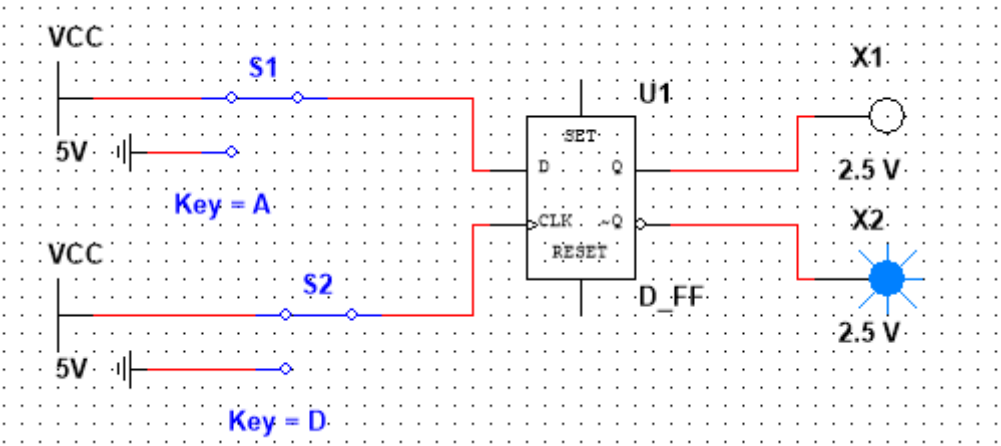


C	D	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Режим
0	*	0	0	Хранение
0	*	1	1	
1	0	0	0	0

1	0	1	0	
1	1	0	1	1
1	1	1	1	

За переключение отвечат C – триггер, а D – статический триггер.

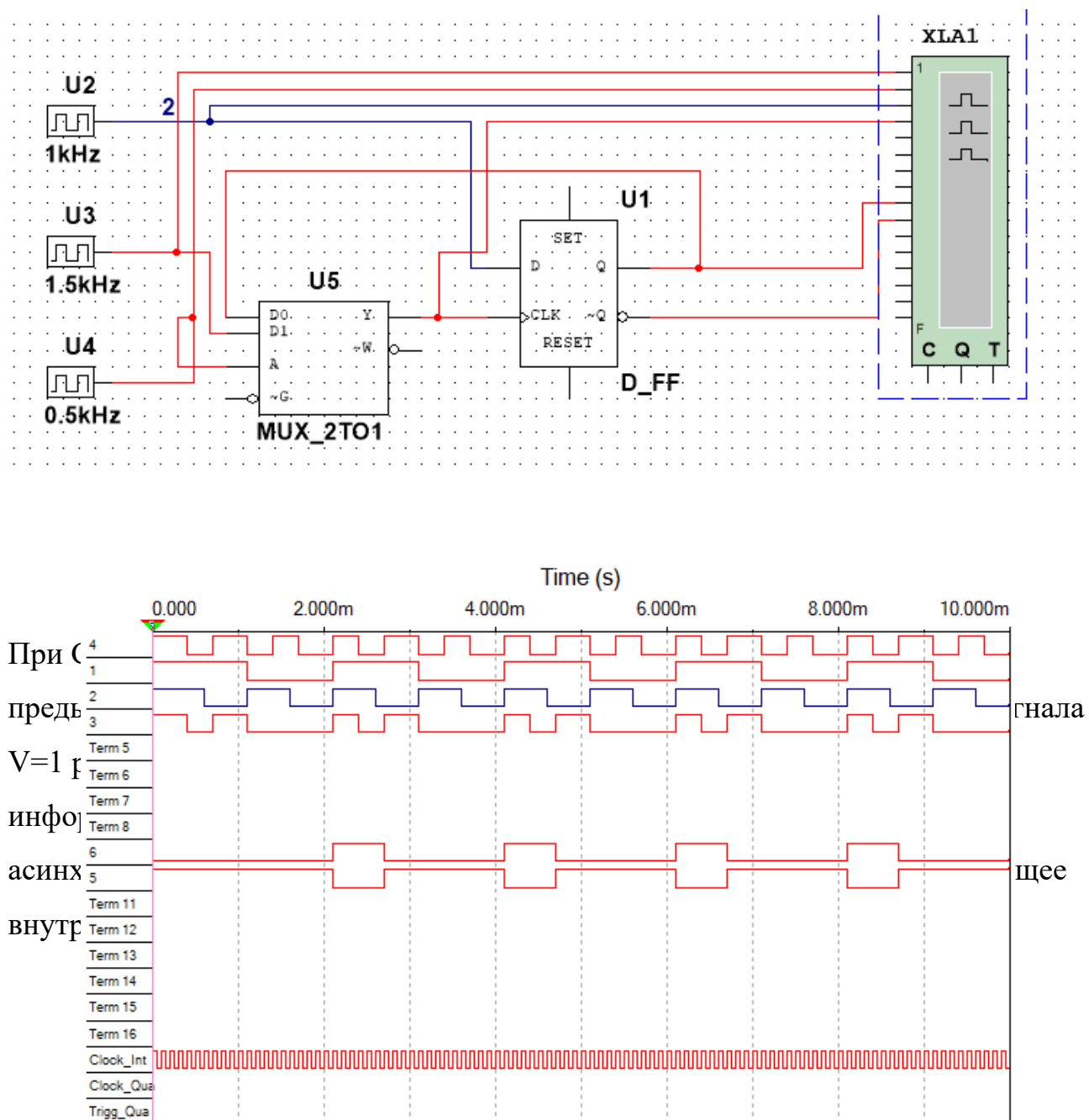
# 4. Синхронный D - триггер с динамическим управлением



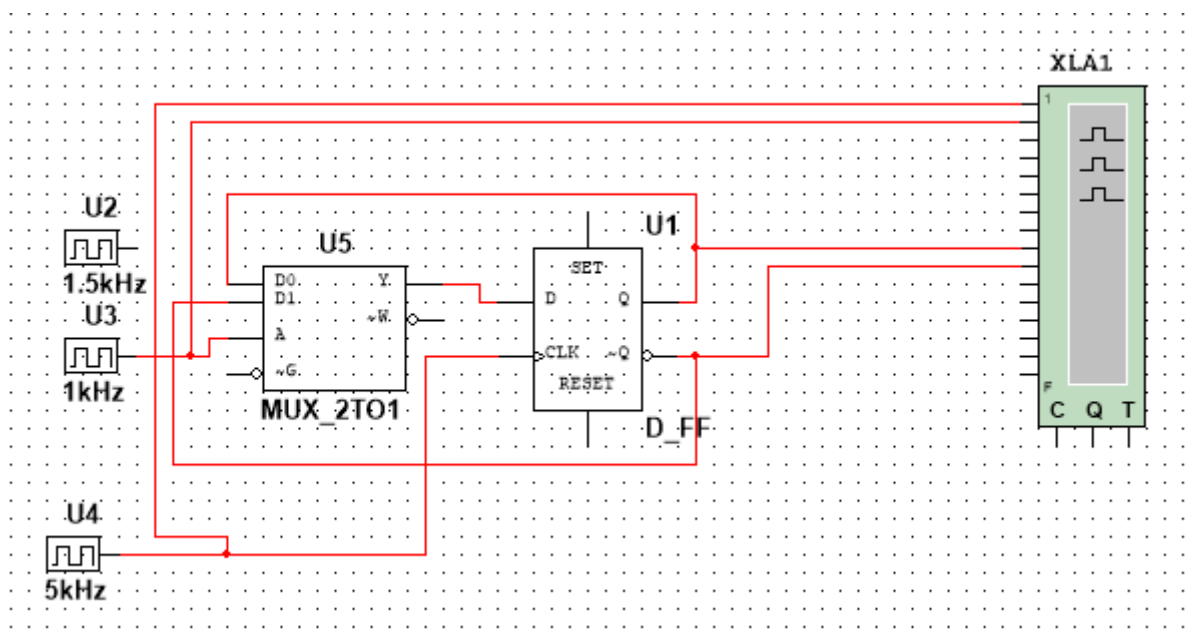
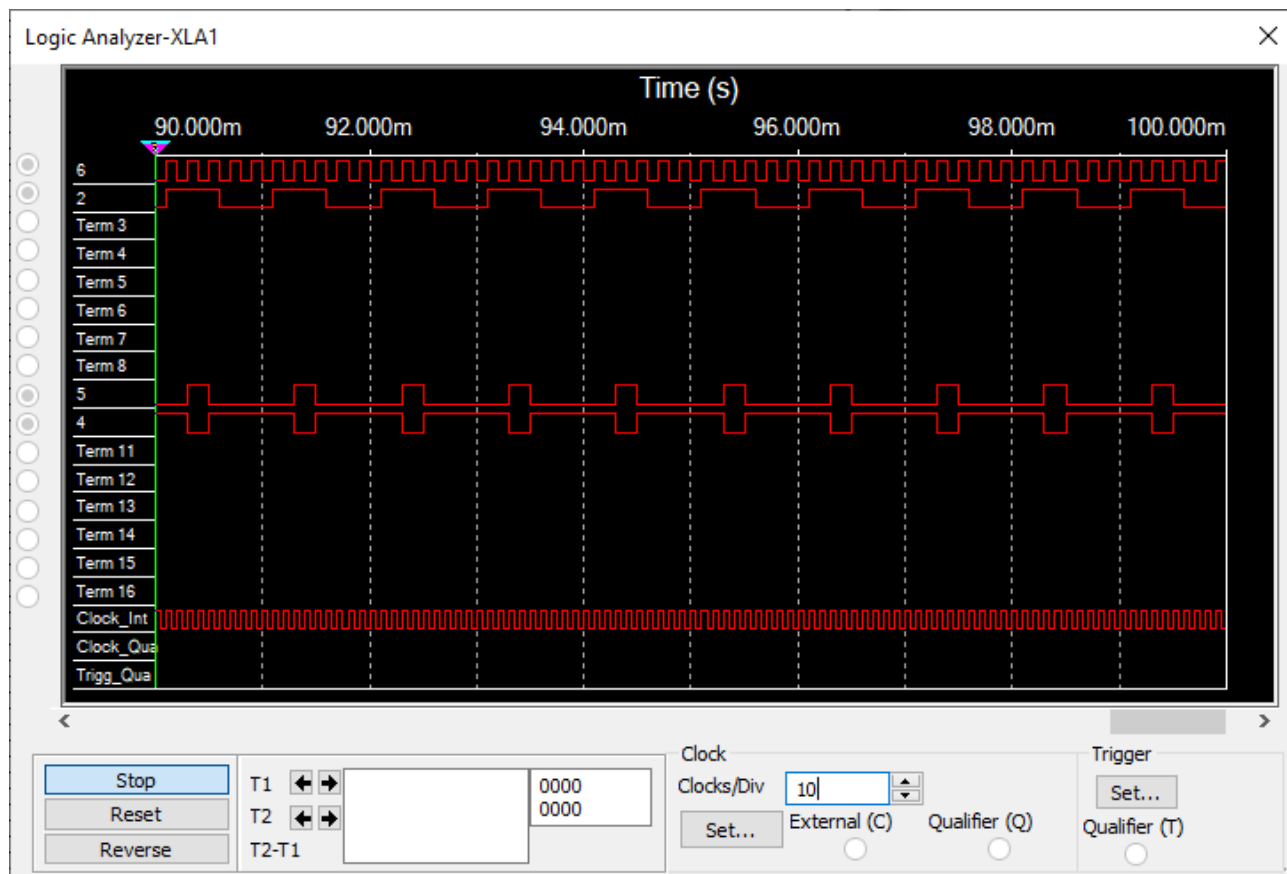
D	C	Q <sub>n</sub>
0	0	0
0	1	
1	0	1
1	1	
X	X	Хранение

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

## 5. Синхронный DV - триггер с динамическим управлением



## 6. DV - триггер, включенный по схеме TV - триггера



**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.

## 8. Вывод

При выполнении данной лабораторной работы были собраны схемы различных триггеров и выяснены принципы их работы.

## 9. Контрольные вопросы

1. Что называется триггером?

**Триггер** – запоминающее устройство, имеющие два устойчивых состояния, которые кодируются двоичными цифрами 0 и 1

2. Какова структурная схема триггера?

**Структурная схема** триггера состоит из **запоминающей ячейки** и **схемы управления**.



### 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  $tn$  до его срабатывания и в момент  $tn+1$  после его срабатывания, различают триггеры:

- а) с раздельной установкой состояний 0 и 1 (*RS*-триггеры)
- б) со счетным входом (-триггеры)
- в) универсальные с раздельной установкой состояний 0 и 1 (*JK*-триггеры)
- г) с приемом информации по одному входу (*D* триггеры)
- д) универсальные с управляемым приемом информации по одному входу (*DV* - триггеры)
- е) комбинированные (например, *RST*-, *JKRS*, *DRS*-триггеры) и т.д.

2) По способу записи информации различают триггеры:

- а) асинхронные (не синхронизируемые).
- б) 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".

**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,  $\Phi$  вход синхронизации.

5. Что такое асинхронный и синхронный триггеры?

**Ассинхронный RS-триггер** – простейший триггер, использующийся 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 (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 . При  $S = 1$  синхронный триггер переключается как асинхронный. Одновременная подача сигналов  $S = R = 1$  запрещена. При  $S = R = 0$  триггер не изменяет своего состояния.

Таблица переходов находится в разделе RS-триггеров.

#### 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  $\overline{D}$ , 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.

DV-триггер, 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  $T$ -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 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  $V = 1$  11

**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.

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

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.