

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ОДНОСТУПЕНЧАТЫЕ ТРИГГЕРЫ

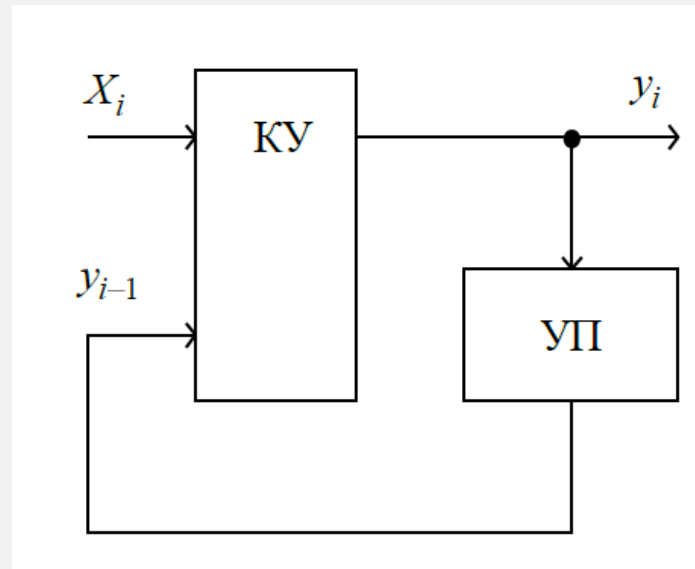
ТРИГГЕРЫ

Простейшим представителем **последовательностных** устройств является *триггер*

Устройства делятся на две группы: *последовательстные* и *комбинационные* (DC, MUX)

Функция, описывающая состояние выхода в i -ый момент времени:

$$y_i = f(X_i, y_{i-1})$$

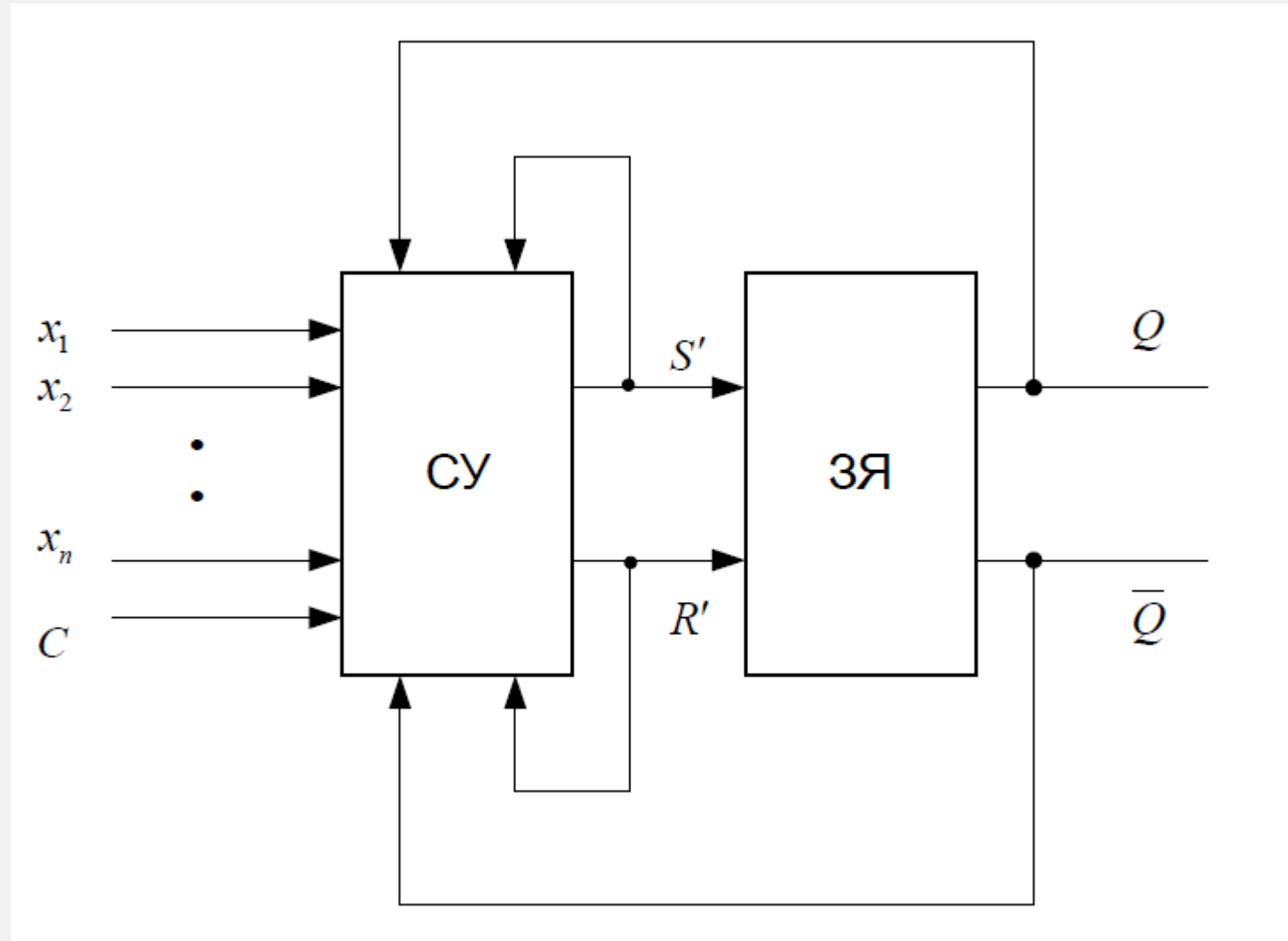


Структура триггера как последовательностного узла

КУ – комбинационный узел

УП – устройство памяти

ТРИГГЕРЫ



КЛАССИФИКАЦИЯ

Триггеры классифицируют по следующим основным признакам.

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.

КЛАССИФИКАЦИЯ

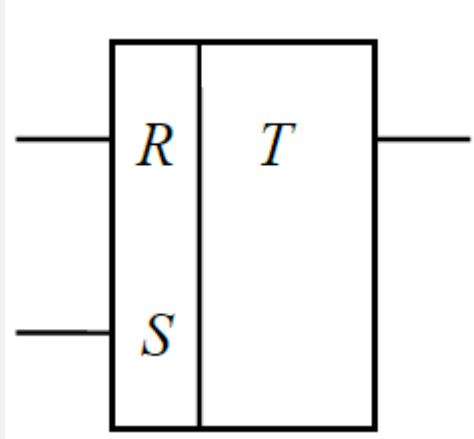
2. По способу записи информации различают триггеры:

- асинхронные (несинхронизируемые);
- 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.

RS-ТРИГГЕР – ПРОСТЕЙШИЙ И БАЗОВЫЙ



$$Q^+ = f(R, S, Q) \quad \text{Функция возбуждения}$$

Таблица 5.2. Таблица функционирования RS-триггера

S	R	Q	Q_{RS}^+
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	*
1	1	1	*

Q_{RS}^+	$S \cdot R$	$\overline{S} \cdot \overline{R}$	$\overline{S} \cdot R$	$S \cdot \overline{R}$
Q		1	1	0
\overline{Q}		1	0	0

Рис. 5.3. Карта Карно RS-триггера

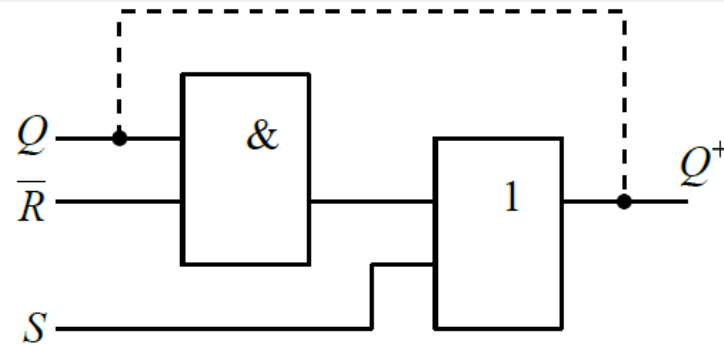
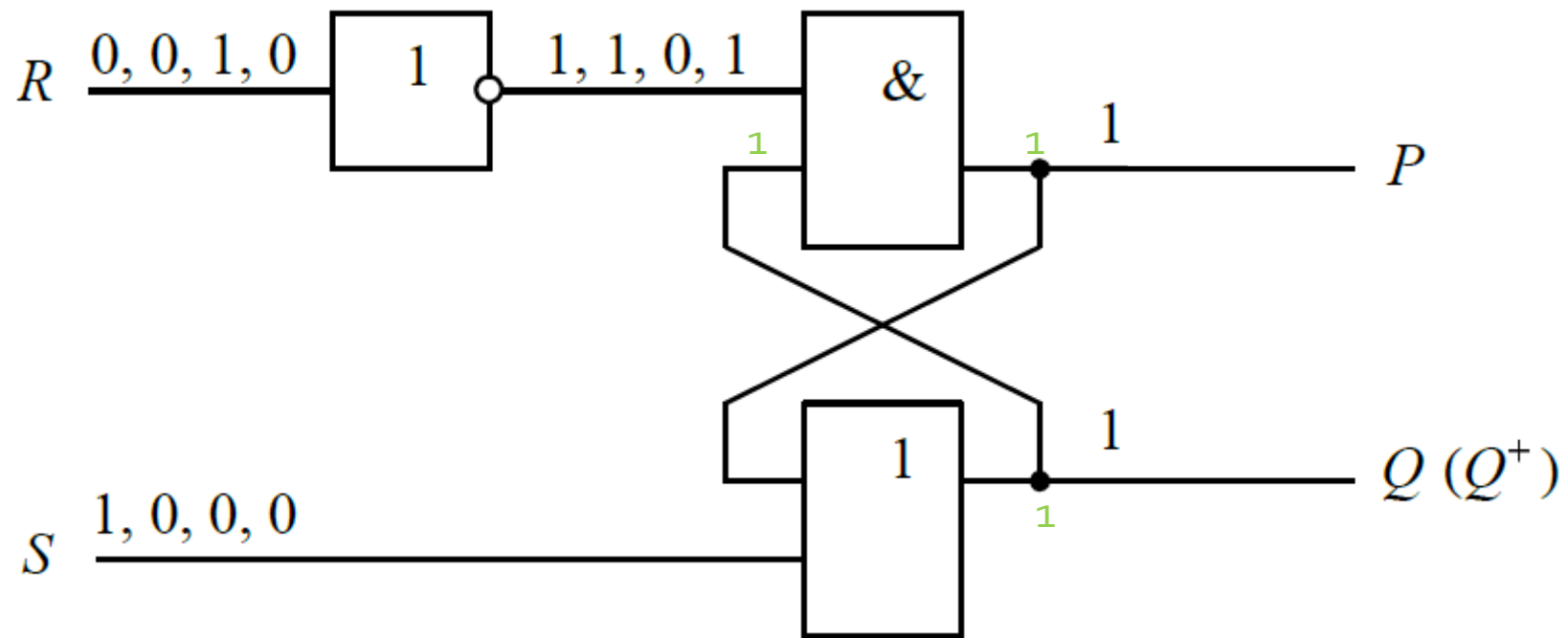


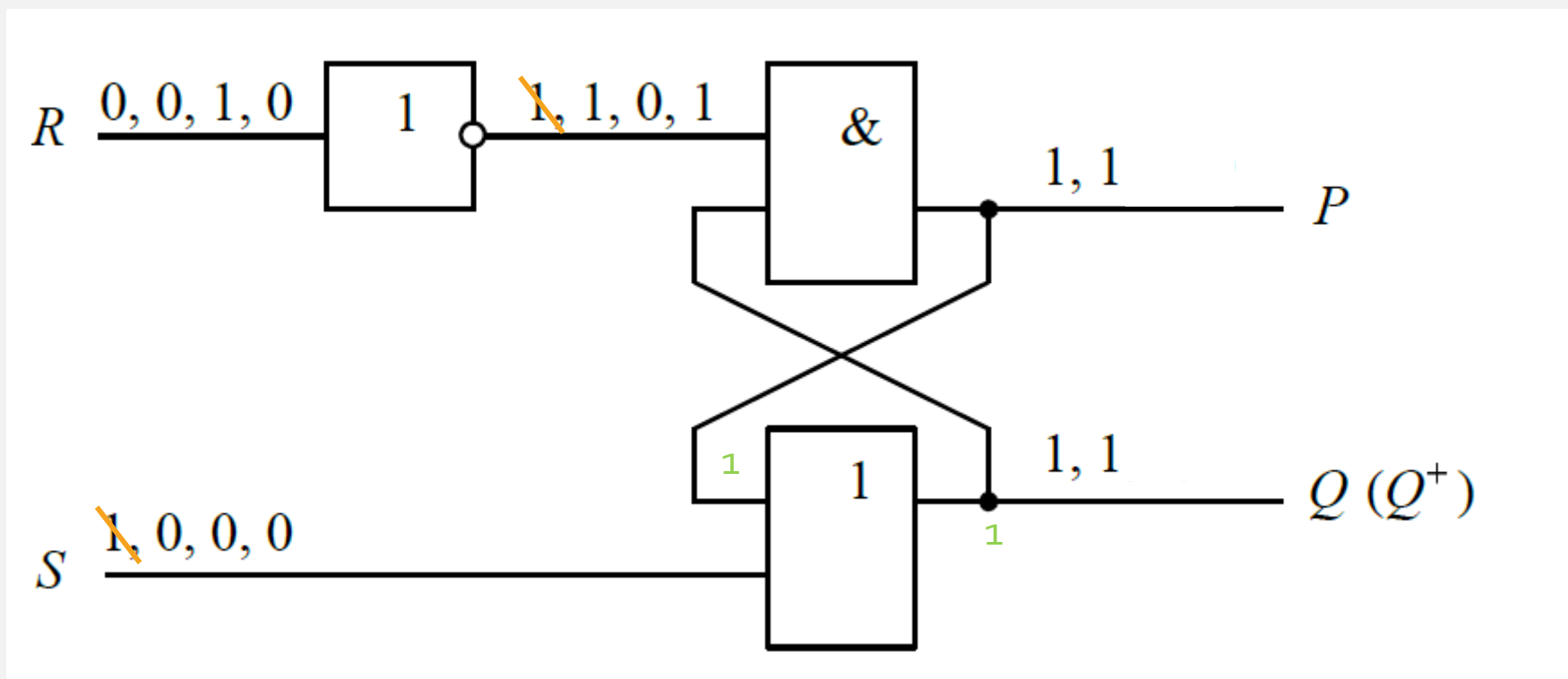
Рис. 5.4. Схема RS-триггера с цепью обратной связи

$$Q_{RS}^+ = S + Q\overline{R}$$

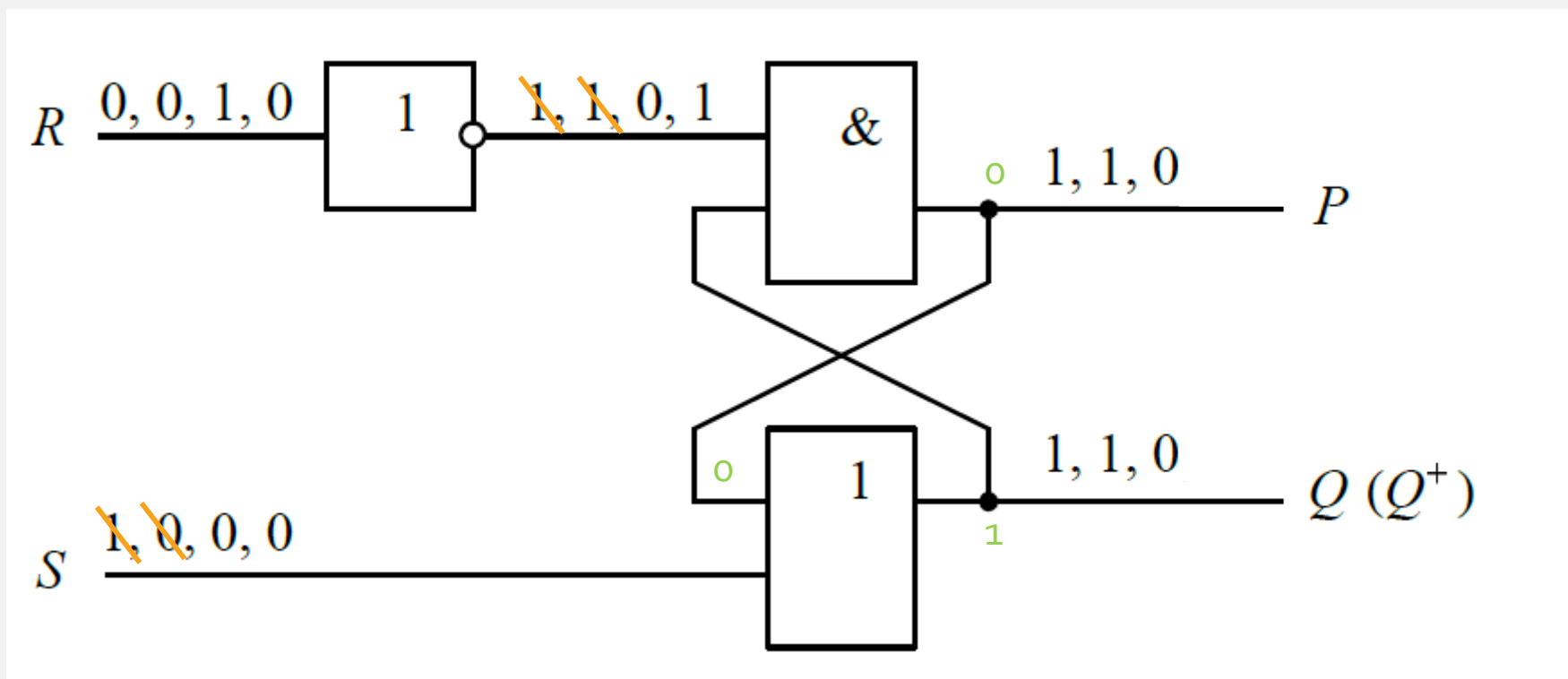
RS-ТРИГГЕР (R – ИНВЕРТИРОВАН)



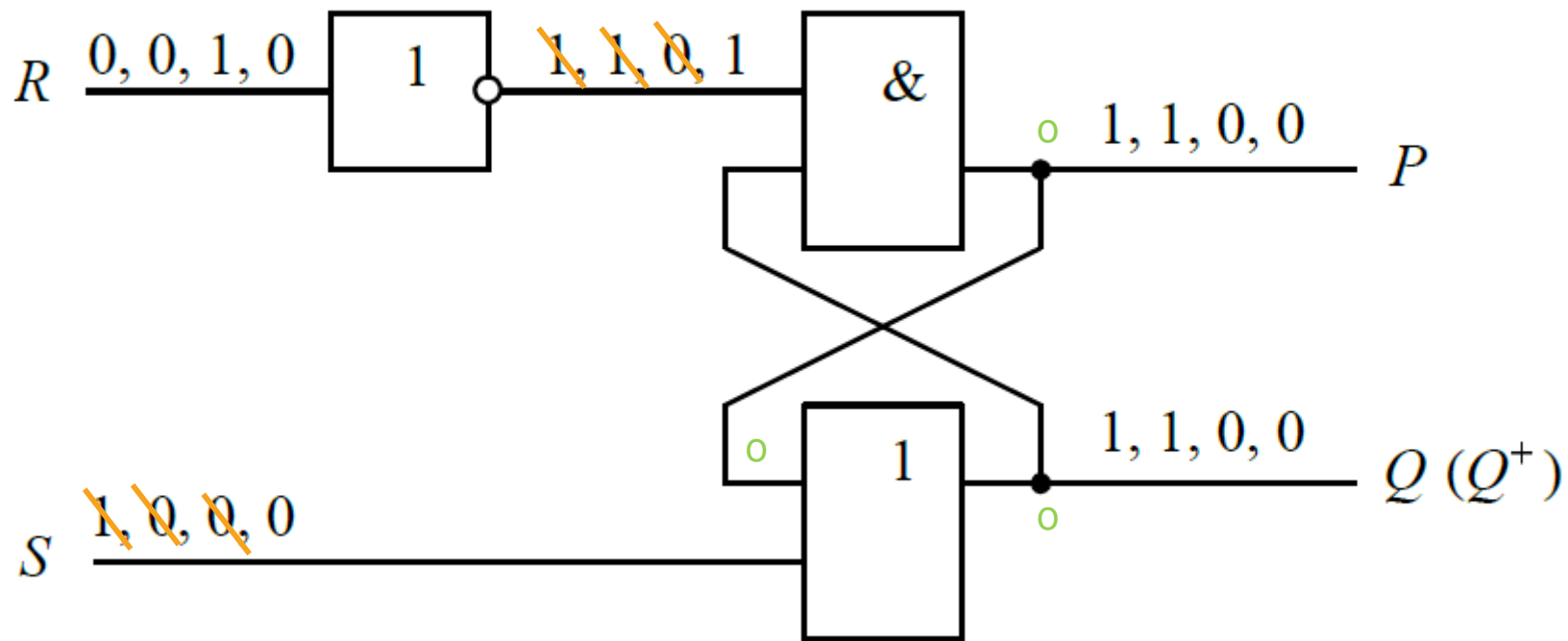
RS-ТРИГГЕР (R – ИНВЕРТИРОВАН)



RS-ТРИГГЕР (R – ИНВЕРТИРОВАН)



RS-ТРИГГЕР (R – ИНВЕРТИРОВАН)



RS-ТРИГГЕР

Таблица 5.1. Таблица функционирования триггеров различных типов

S	R	Q_{RS}^+	Q_R^+	Q_S^+	Q_E^+	Q_{JK}^+
0	0	Q	Q	Q	Q	Q
0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1
1	1	$*$	0	1	Q	\overline{Q}

RS-ТРИГГЕР

Таблица 5.2. Таблица функционирования RS-триггера

S	R	Q	Q_{RS}^+
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	*
1	1	1	*

RS-ТРИГГЕР

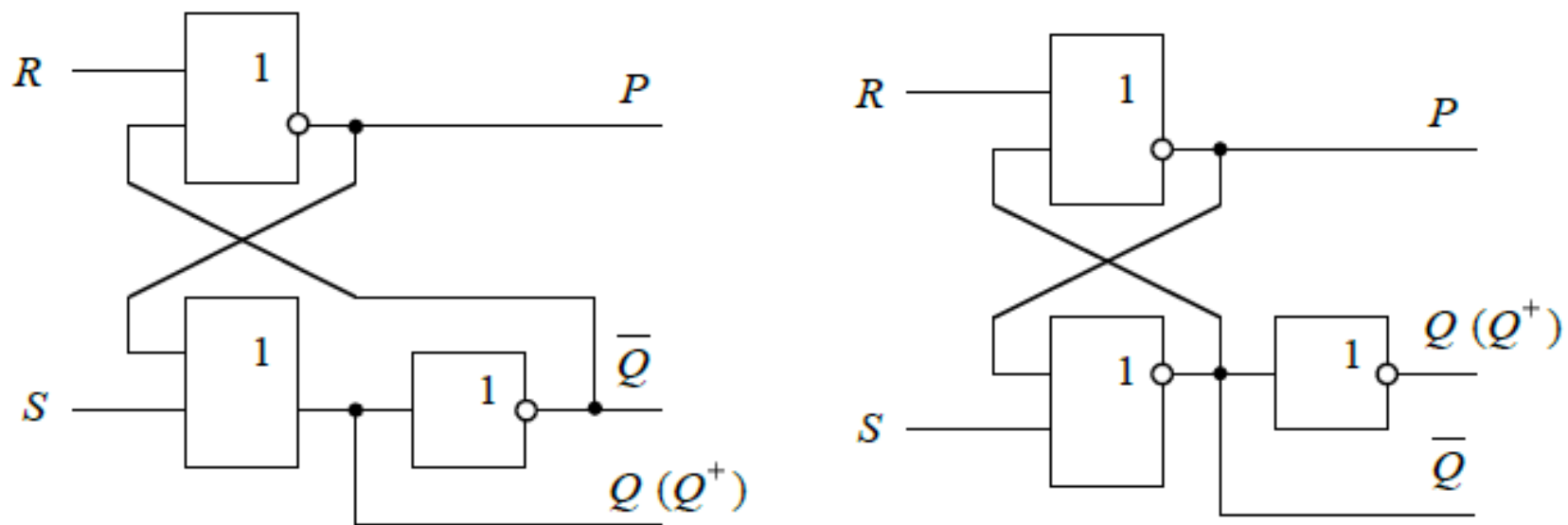
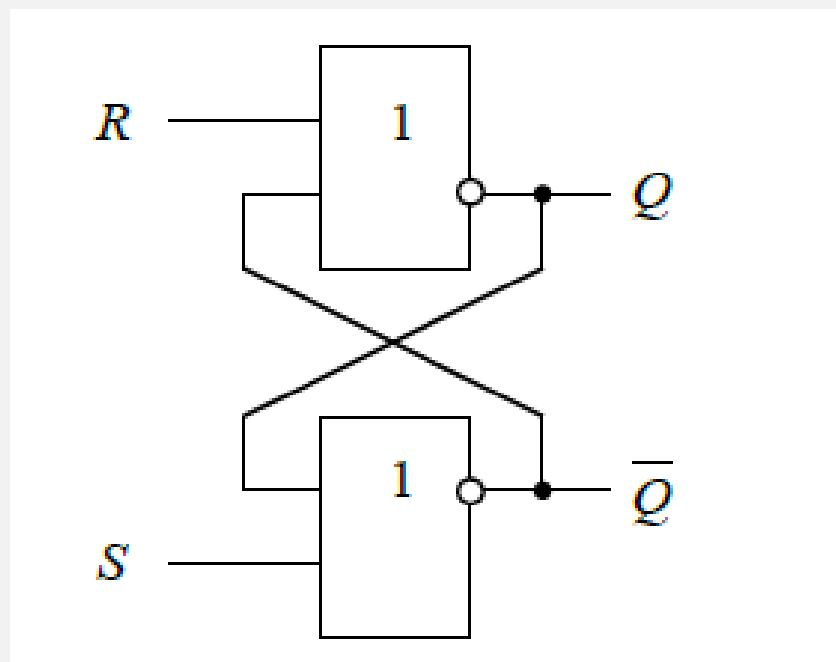
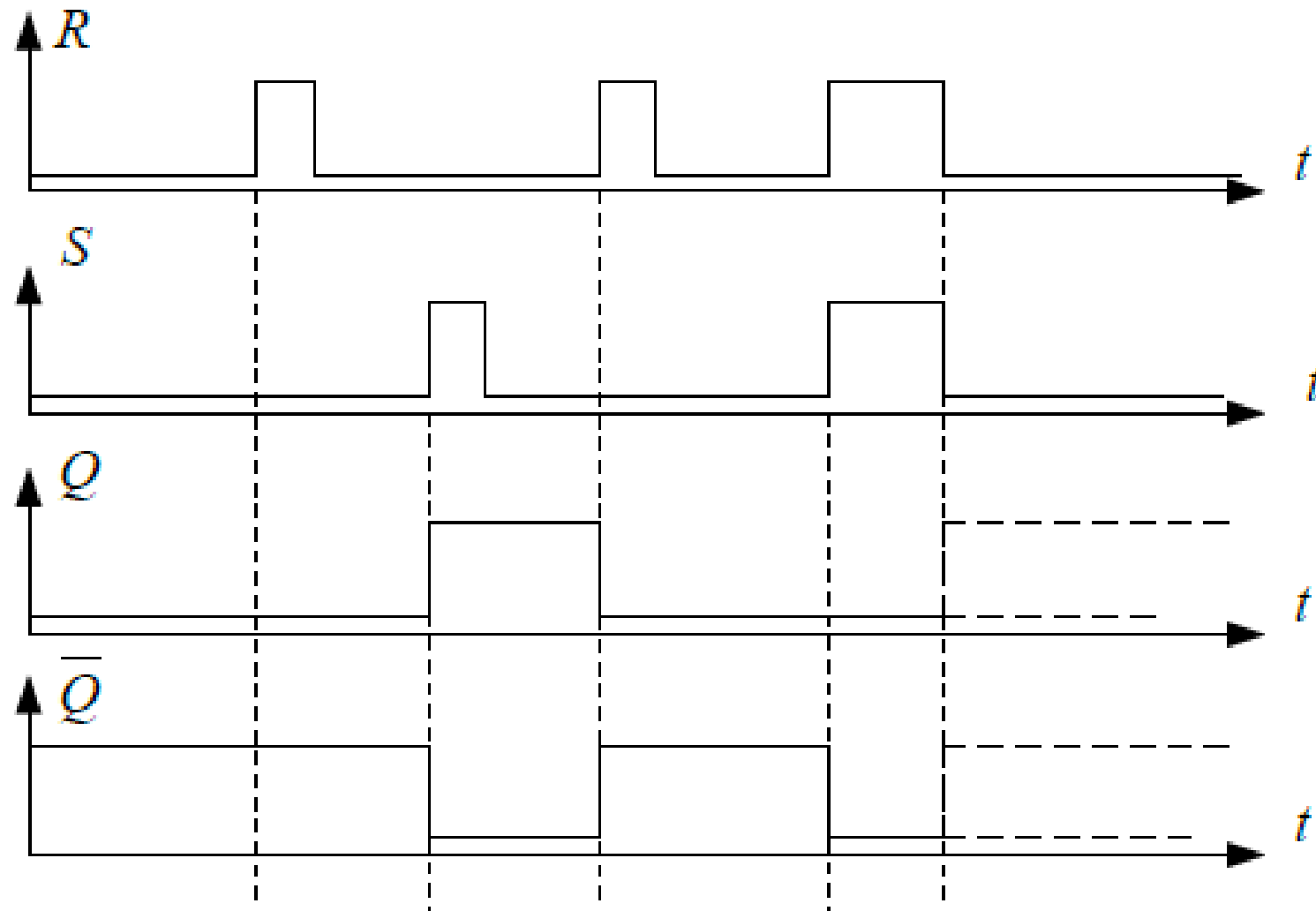


Рис. 5.6. Варианты структур RS -триггера

RS-ТРИГГЕР



ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА (ИДЕАЛЬНАЯ)



ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА (РЕАЛЬНАЯ)

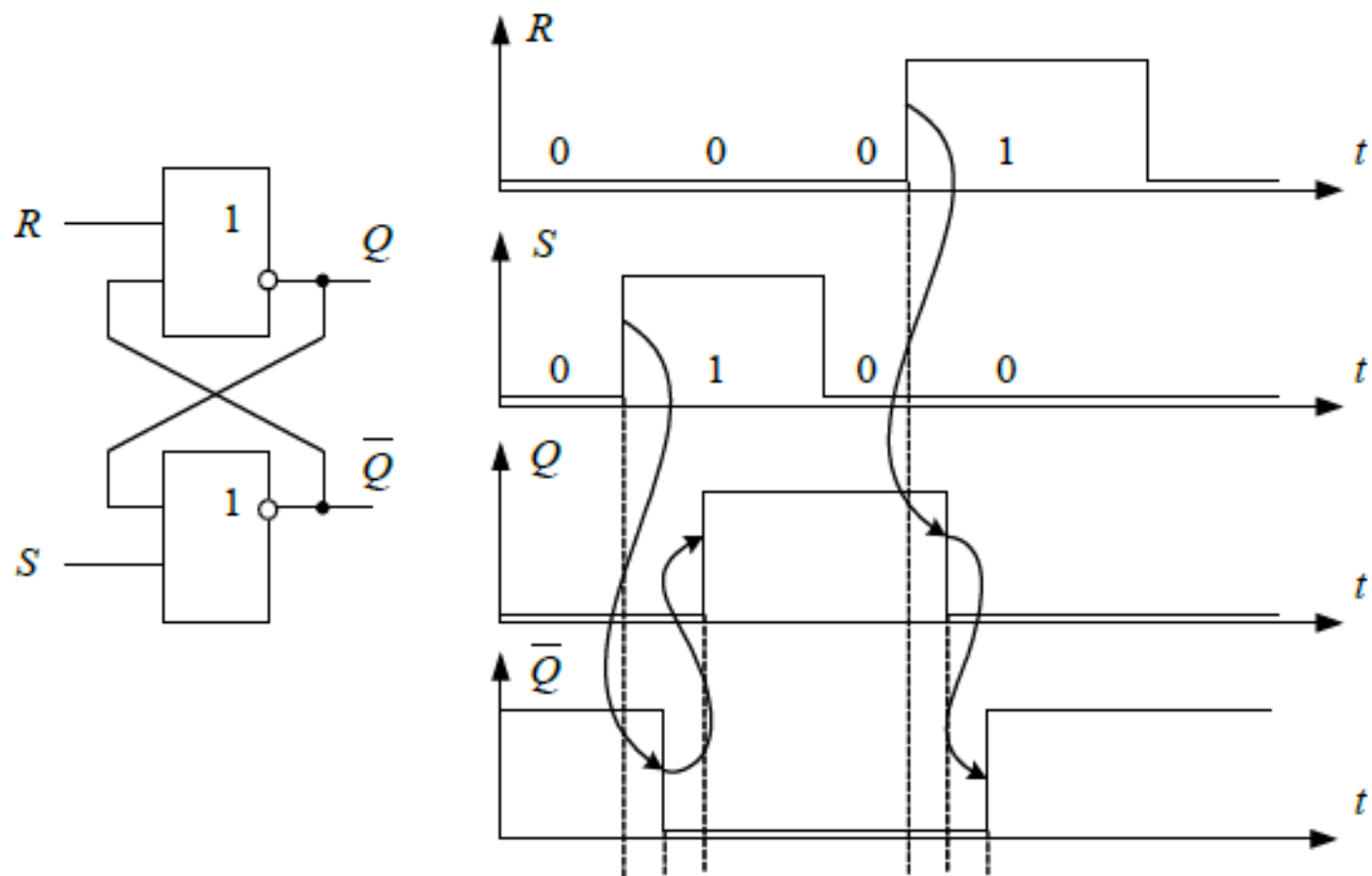
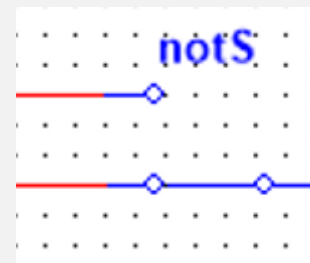


Рис. 5.11. Временная диаграмма переключения RS -триггера
с учетом задержек в логических элементах

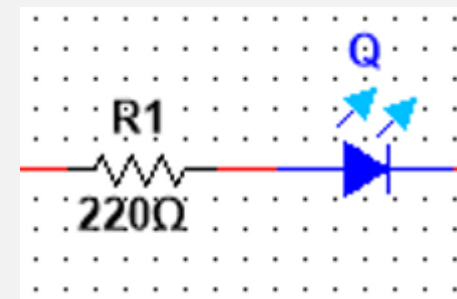
ЗАДАНИЕ 1

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

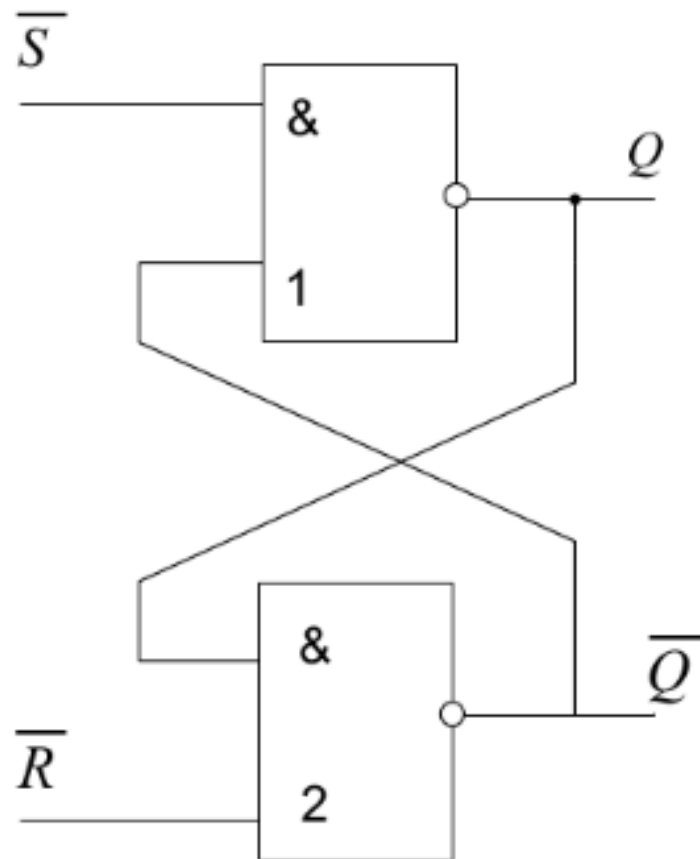
Для задания значений сигналов $\wedge S$, $\wedge R$ использовать ключ



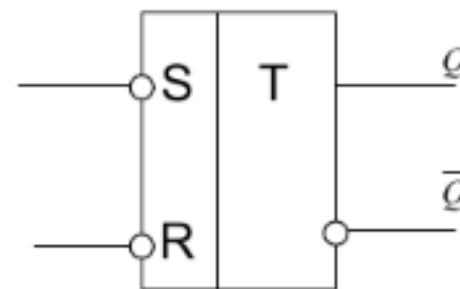
Для того, чтобы не получить «случайных» значений на световом индикаторе, необходимо подключить подтягивающий резистор номиналом 200 Ом



ЗАДАНИЕ 1 (СХЕМА СТАТ.РЕЖИМА)



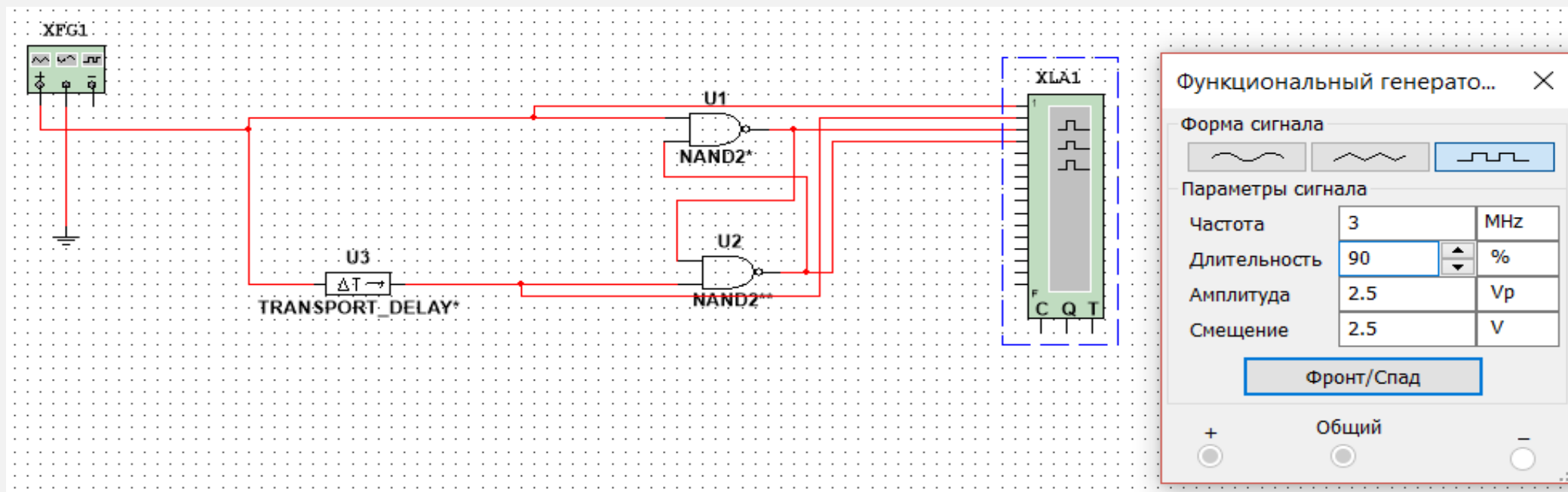
a)



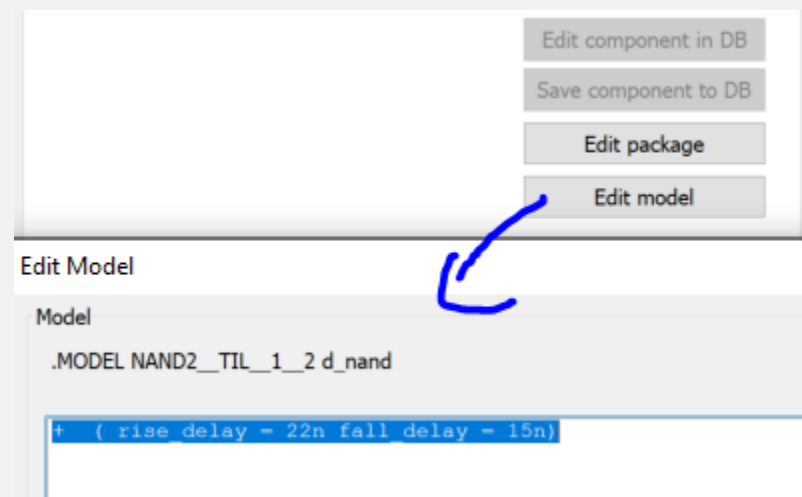
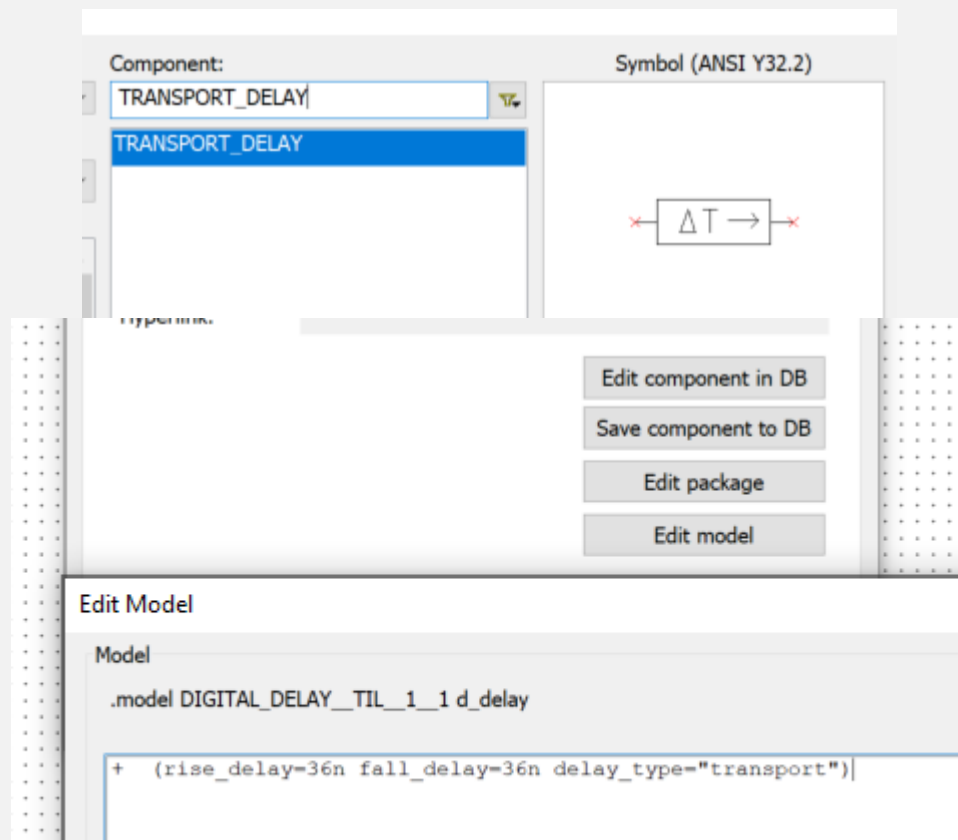
б)

ЗАДАНИЕ 1 (ДИН РЕЖИМ)

Делаем по желанию. Плюсик в карму, если сделаете



ЗАДАНИЕ 1 (ДИН РЕЖИМ)



+ (rise_delay = 22n fall_delay = 15n)

Параметры модели логического элемента (задержка включения 22нс, выключения 15нс)

+ (rise_delay=50n fall_delay=50n delay_type="transport")

Параметры модели линии задержки

ЗАДАНИЕ 2

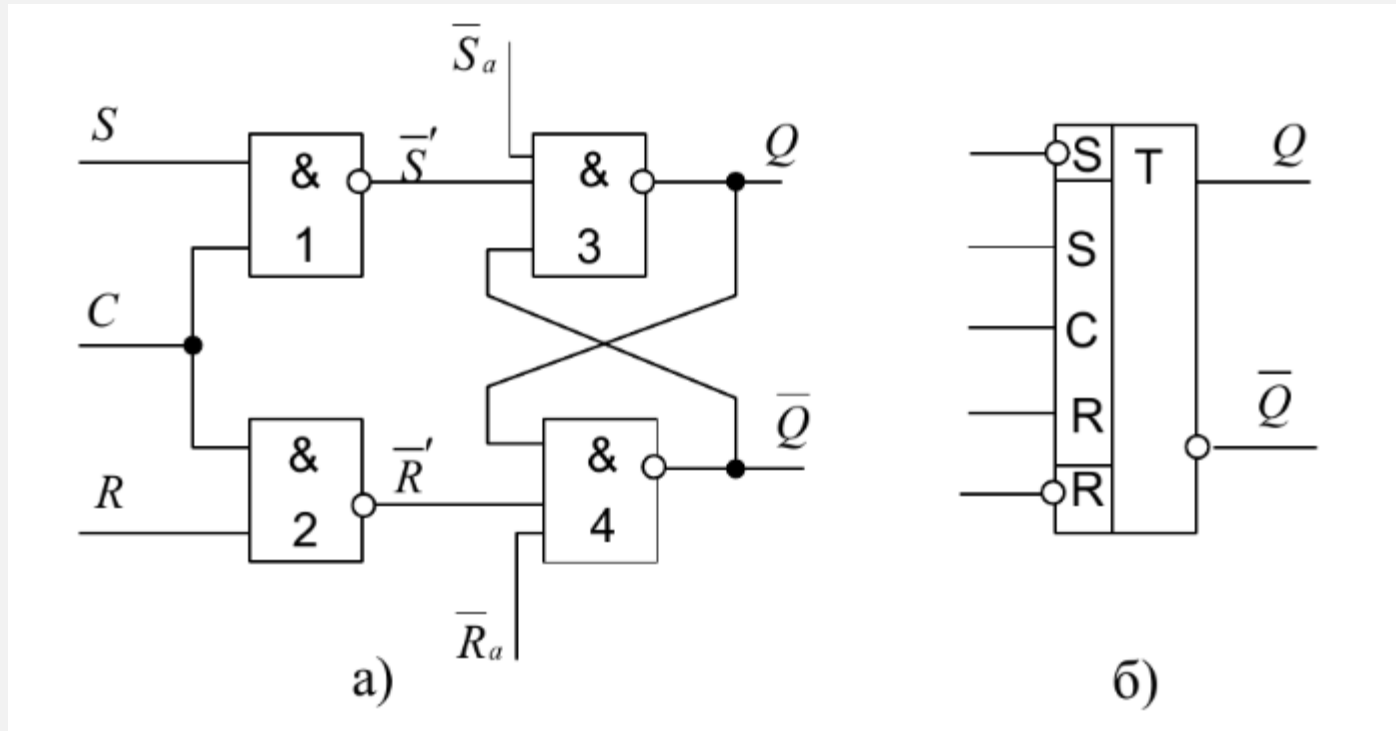
2. Исследовать работу синхронного RS-триггера (см. рис. 4) в статическом режиме.

Для этого необходимо:

- собрать схему RS-триггера на ЛЭ И-НЕ (рис. 4);
- к выходам Q и \bar{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.

+ реализуем схему в динамическом режиме (по желанию)

ЗАДАНИЕ 2



реализуем схему а). Сигналы \bar{S}_a , \bar{R}_a не реализуем на схеме

ЗАДАНИЕ 3

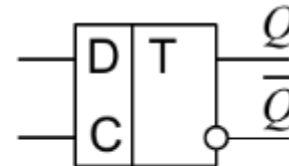
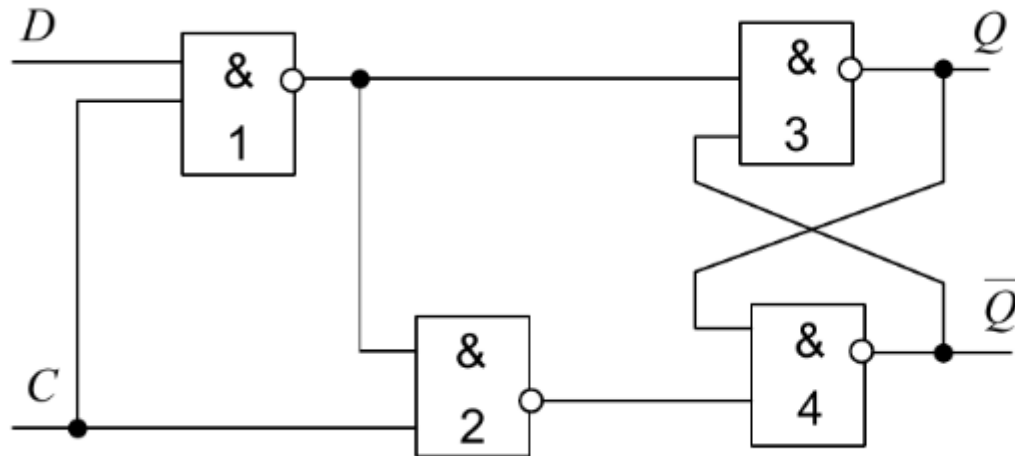
3. Исследовать работу синхронного D-триггера (см. рис. 5) в статическом режиме. Для этого необходимо:

- собрать схему D-триггера на ЛЭ И-НЕ (рис. 5); в приложении Multisim можно использовать макросхему D-триггера;

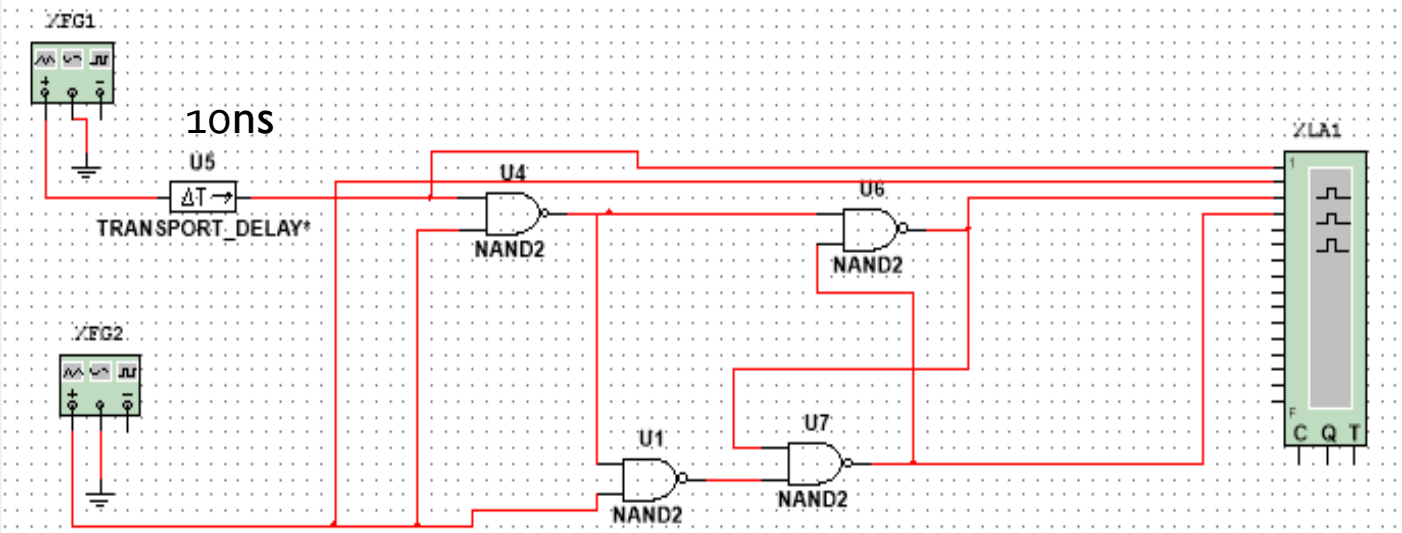
- к выходам Q и \bar{Q} триггера подключить световые индикаторы;

- 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.



ЗАДАНИЕ 3 (ДИН РЕЖИМ)



Функциональный генератор

Форма сигнала

☐ Синусоидальный
 ☐ Треугольный
 ☒ Квадратный

Параметры сигнала

Частота	2	MHz
Длительность	10	%
Амплитуда	2.5	Vp
Смещение	2.5	V

Фронт/Спад

☒ +
 ☐ Общ.
 ☐ -

ЗАДАНИЕ 4

4. 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 \bar{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 .

D-триггер (D_FF)

Component:

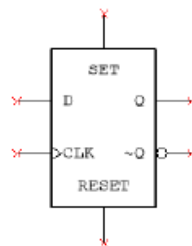
D_FF

D_FF

D_FF_NEGSR

D_FF_POSSR

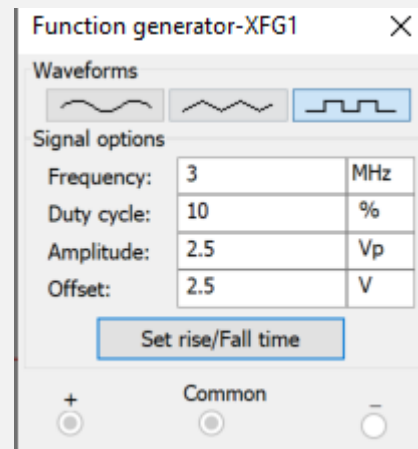
Symbol (ANSI Y32.2)



ЗАДАНИЕ 5

5. 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.



ЗАДАНИЕ 6

6. Исследовать работу DV-триггера, включенного по схеме TV-триггера (рис. 8).

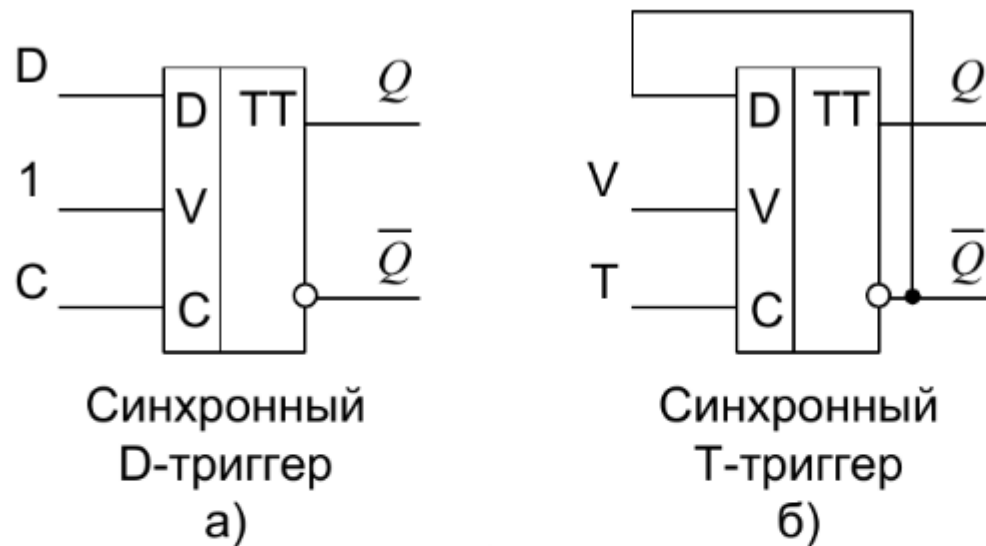


Рис.8

Для этого необходимо:

- на вход D подать сигнал \bar{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.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

- 1) Схема в статическом режиме, таблица переходов для нее
Схема в динамическом режиме, временная диаграмма (задание со * (необязательное)
экспериментально определить время, через которое триггер перестает реагировать на сигнал сброса)
- 2) Схема в статическом режиме, таблица переходов
Схема в дин режиме, таблица переходов
- 3) Схема в статическом режиме, таблица переходов
- 4) Схема в дин режиме, временная диаграмма, таблица переходов,
- 5) Схема в дин режиме, временная диаграмма, объяснить работу DV-триггера (письменные рассуждения)
- 6) Схема в дин режиме, временная диаграмма, объяснить работу Т-триггера (письменные рассуждения)