

- **Триггер** (триггерная система) — класс электронных устройств, обладающих способностью длительно находиться в одном из двух устойчивых состояний и чередовать их под воздействием внешних сигналов.
- Применение Используются, в основном, в вычислительной технике для организации компонентов вычислительных систем: регистров, счётчиков, процессоров, ОЗУ.

Типы триггеров

- Информация может записываться в триггеры свободно (непрерывно), то есть при подаче сигналов на вход, состояние выхода меняется в реальном времени. Такие триггеры называются асинхронными. А может информация записываться, только когда активен синхронизирующий сигнал. При отсутствии положительного уровня напряжения на нем, информация на выходах измениться не может – синхронные (тактируемые) триггеры.

RS триггер

- RS триггер получил название по названию своих входов. Вход S (Set — установить *англ.*) позволяет устанавливать выход триггера Q в единичное состояние (записывать единицу). Вход R (Reset — сбросить *англ.*) позволяет сбрасывать выход триггера Q (Quit — выход *англ.*) в нулевое состояние (записывать ноль).

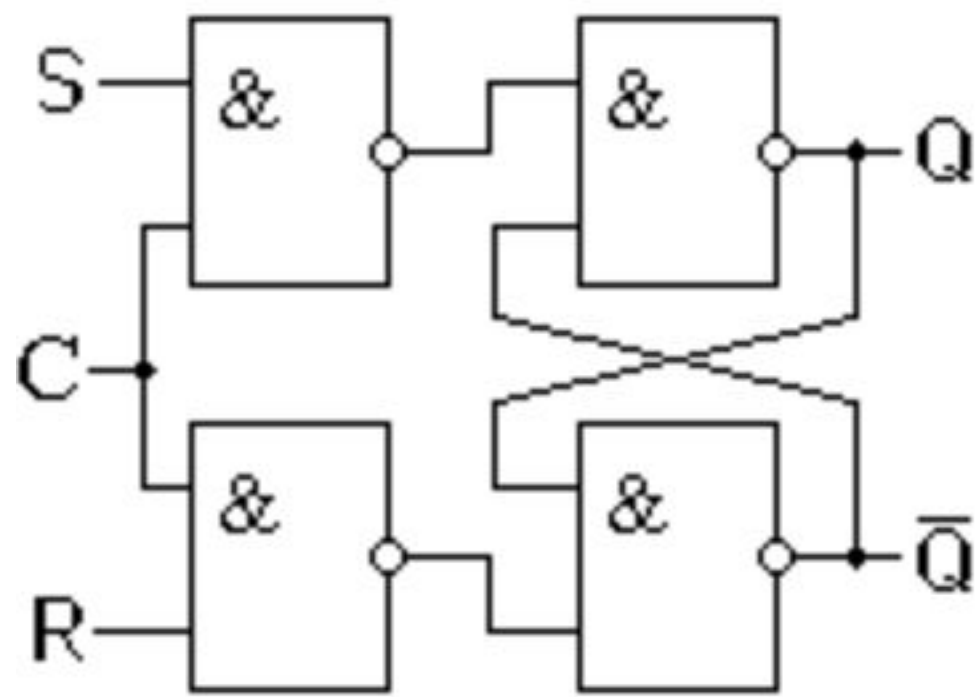
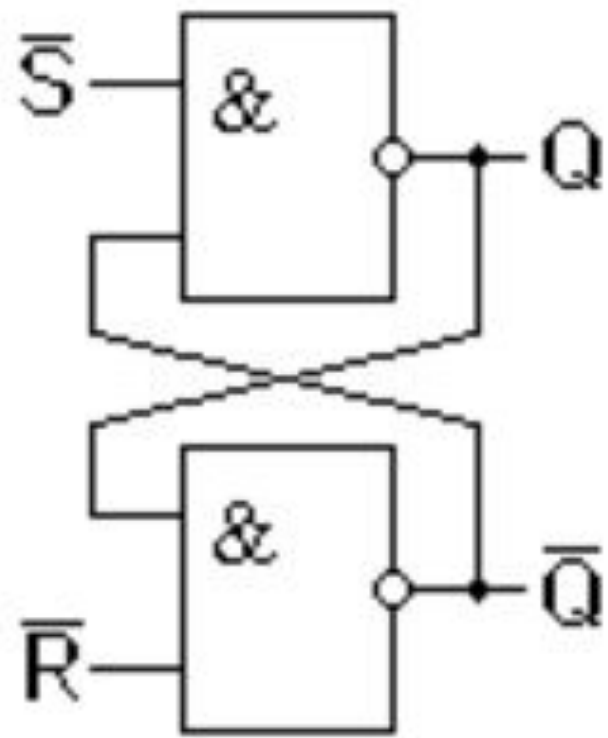
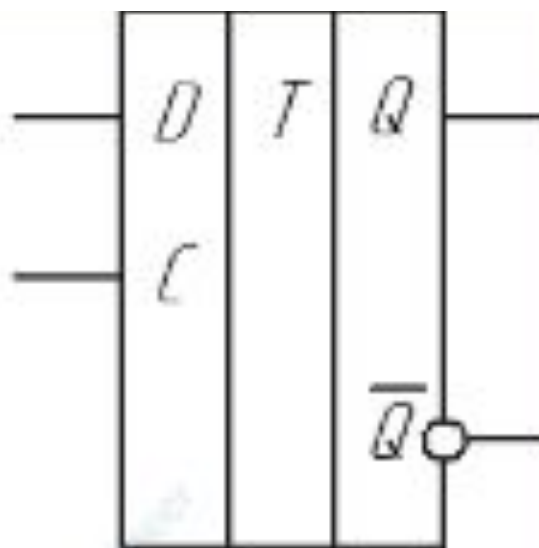
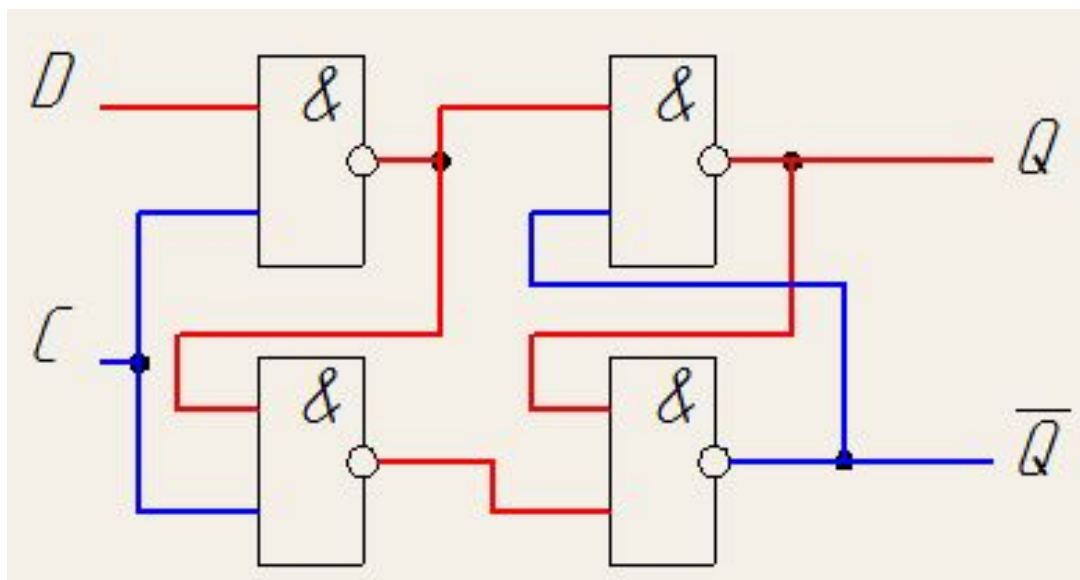


Таблица 1. Таблица истинности RS триггера.

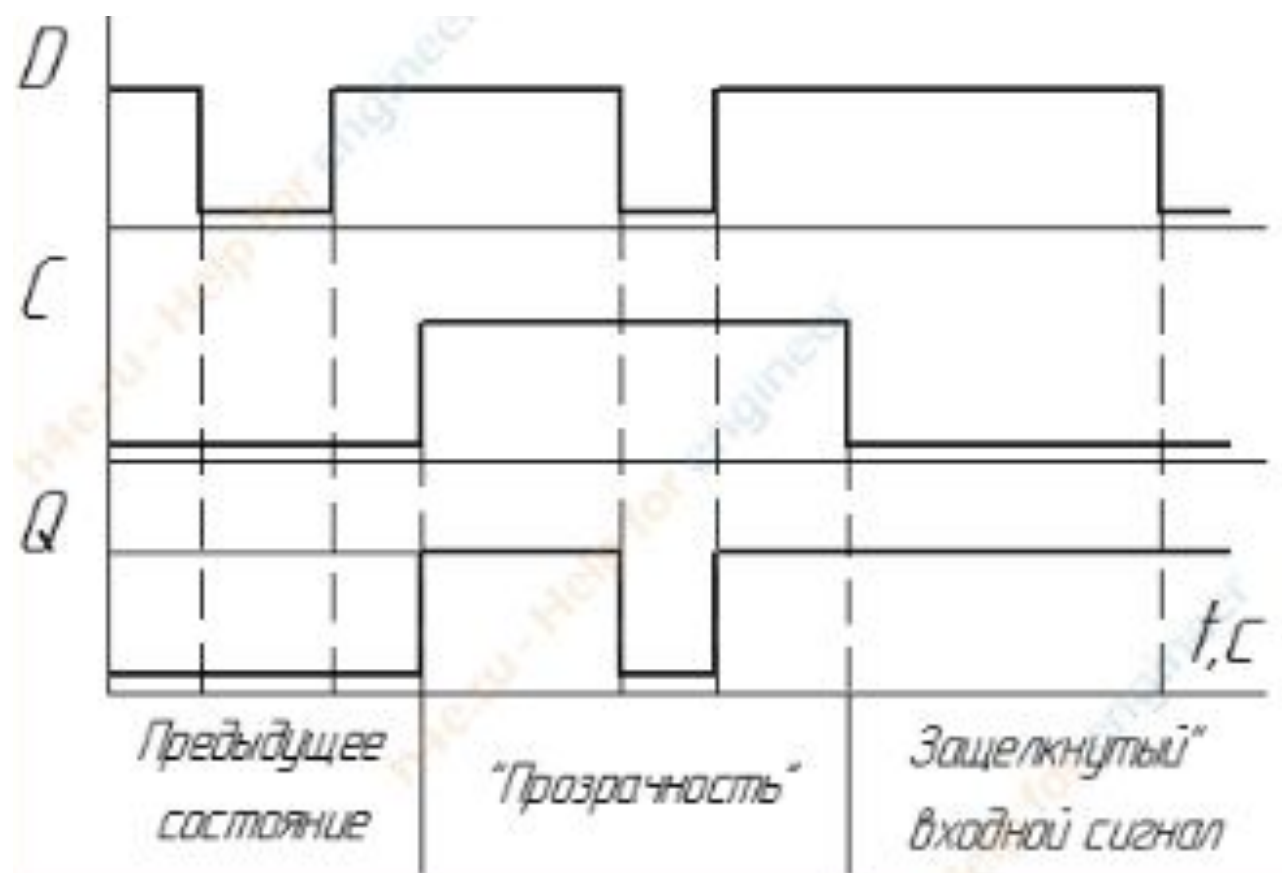
RS	Q	\bar{Q}	Пояснения
0 0	0	0	Режим хранения информации R=S=0
0 0	1	1	
0 1	0	1	Режим установки единицы S=1
0 1	1	1	
1 0	0	0	Режим записи нуля R=1
1 0	1	0	
1 1	0	*	R=S=1 запрещенная комбинация
1 1	1	*	

D-триггер

- D-триггер получил название от английского слова «delay» - задержка, которая реализуется подачей сигналов на вход синхронизации.

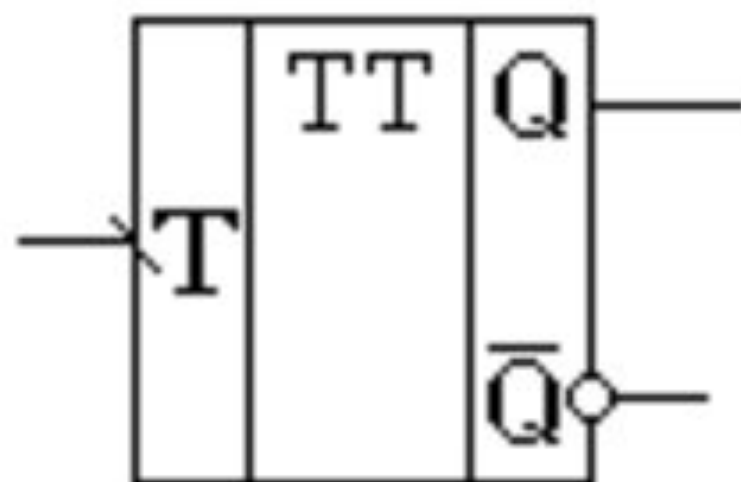
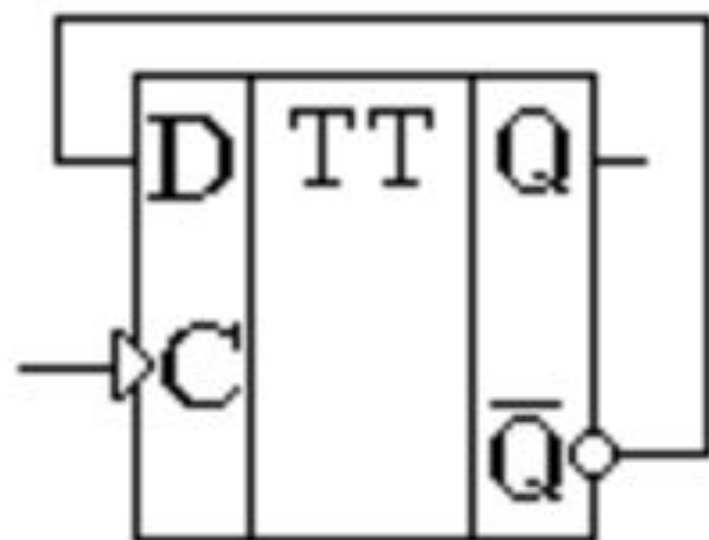


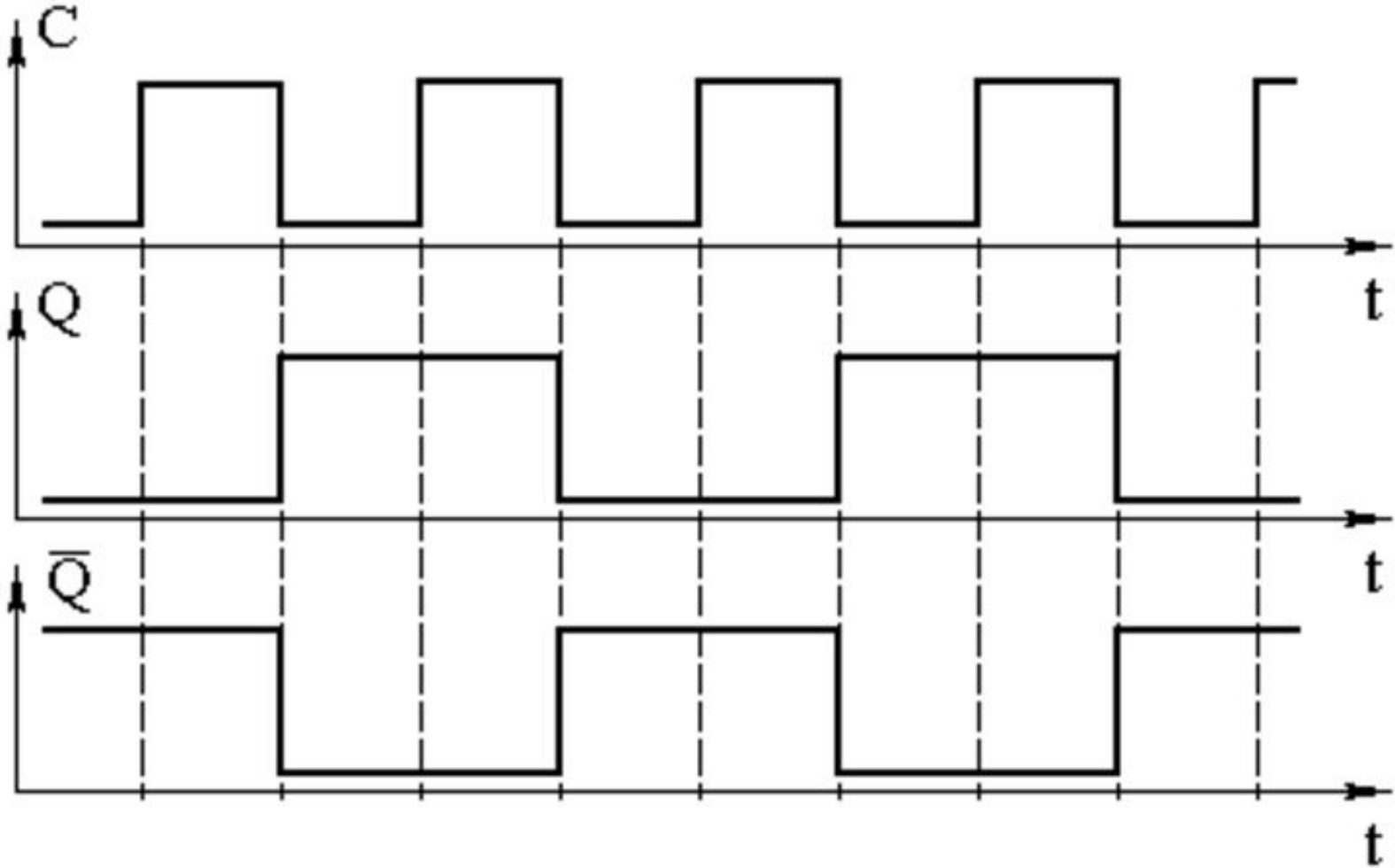
C	D	Q(t)	Q(t+1)	Пояснение
0	X	0	0	Хранение информации
0	X	1	1	
1	0	X	0	Запись информации
1	1	X	1	



T-триггеры

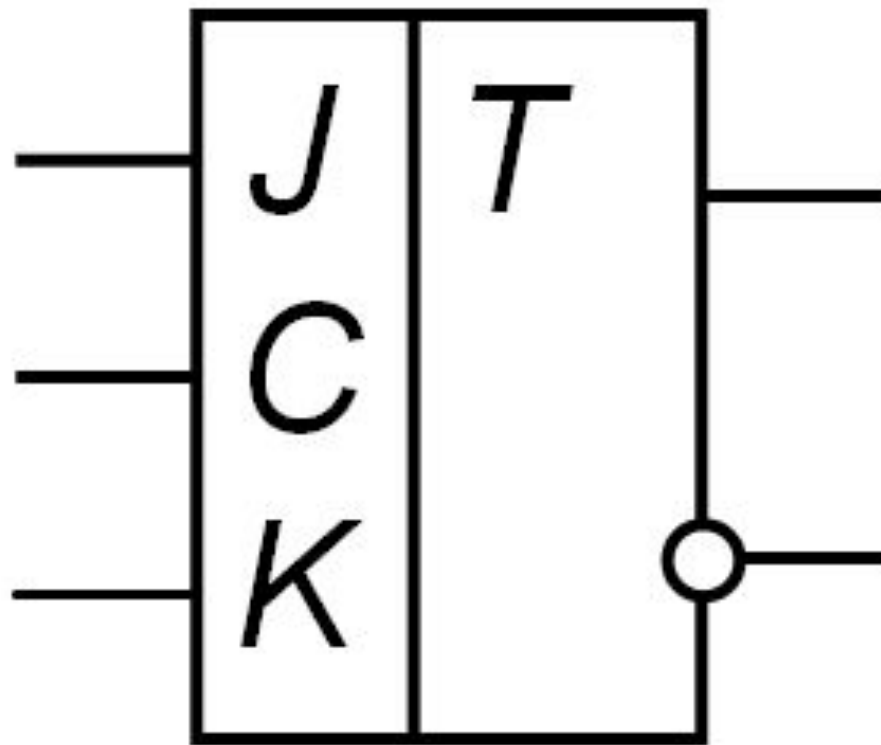
- T-триггер — это счетный триггер. У данного триггера имеется только один вход. Принцип работы T-триггера заключается в следующем. После поступления на вход T импульса, состояние триггера меняется на прямо противоположное. Счётным он называется потому, что T триггер как бы подсчитывает количество импульсов, поступивших на его вход.





JK - триггер

- Таблица истинности jk триггера практически совпадает с таблицей истинности синхронного RS-триггера. Для того чтобы исключить запрещённое состояние, его схема изменена таким образом, что при подаче двух единиц jk триггер превращается в счётный триггер. Это означает, что при подаче на тактовый вход С импульсов этот триггер изменяет своё состояние на противоположное.

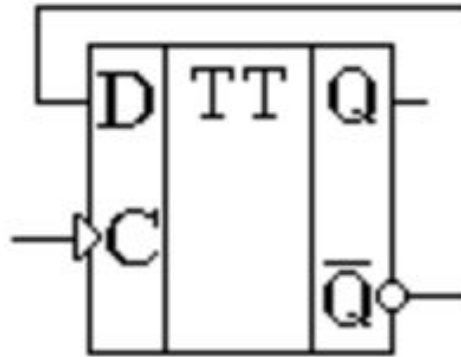


С	К	J	Q(t)	Q(t+1)	Пояснения
0	x	x	0	0	Режим хранения информации
0	x	x	1	1	
1	0	0	0	0	Режим хранения информации
1	0	0	1	1	
1	0	1	0	1	Режим установки единицы J=1
1	0	1	1	1	
1	1	0	0	0	Режим записи нуля K=1
1	1	0	1	0	
1	1	1	0	1	K=J=1 счетный режим триггера
1	1	1	1	0	

Счетчик

- Счётчики используются для построения схем таймеров или для выборки инструкций из ПЗУ в микропроцессорах. Они могут использоваться как делители частоты в управляемых генераторах частоты (синтезаторах). При использовании в цепи ФАП счётчики могут быть использованы для умножения частоты как в синтезаторах, так и в микропроцессорах.

- Простейший вид счётчика — двоичный может быть построен на основе Т-триггера. Т-триггер изменяет своё состояние на прямо противоположное при поступлении на его вход синхронизации импульсов. Для реализации Т-триггера воспользуемся универсальным D-триггером с обратной связью, как это показано на рисунке 1



- **Рисунок 1. Реализация счетного Т-триггера на универсальном D-триггере**
- Так как схема Т-триггера при поступлении на вход импульсов меняет свое состояние на противоположное, то её можно рассматривать как счётчик, считающий до двух.

- Временные диаграммы сигналов на входе и выходах Т-триггера приведены на рисунке 2.

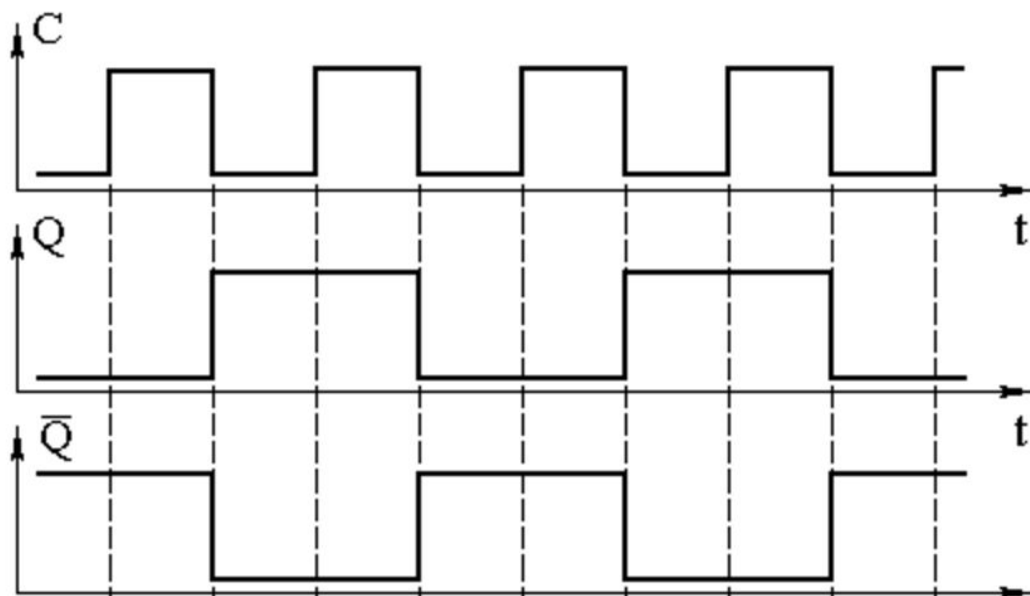


Рисунок 2 Временные диаграммы сигналов на входе и выходах Т-триггера

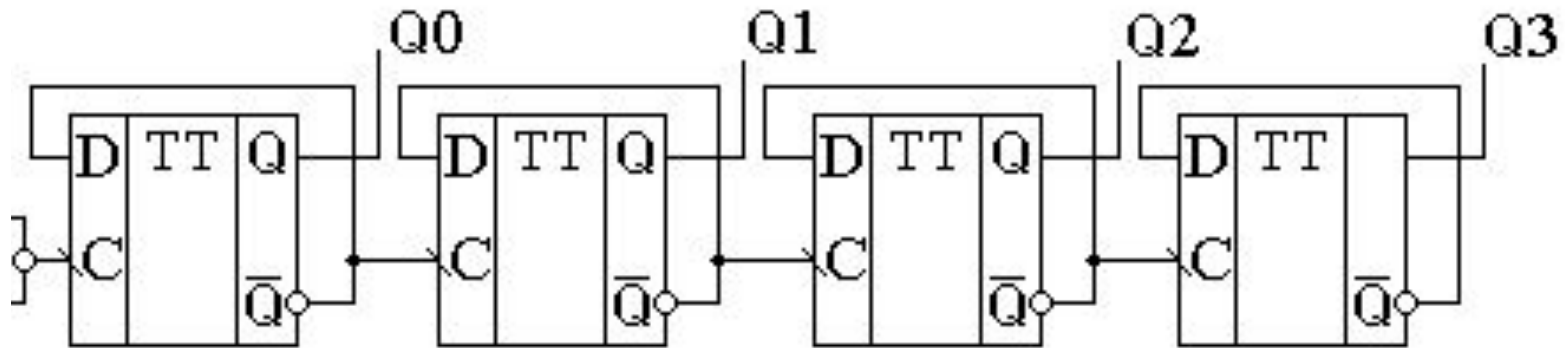
Принцип работы

- Первый разряд счётчика переключается с приходом каждого входного импульса, что соответствует алгоритму работы Т-триггера. На каждые два входных импульса Т-триггер формирует один выходной импульс.
- Второй разряд переключается в состояние «1» после прихода каждого 2-го импульса.
- Третий разряд — после прихода каждого 4-го импульса.
- Четвёртый разряд — после прихода каждого 8-го импульса.
- Таким образом, единичные значения сигналов на выходах триггеров регистра появляются с приходом 1, 2, 4, 8 импульсов, что соответствует весовым коэффициентам двоичного кода. Поэтому с выходов триггеров регистра можно прочитать параллельный двоичный код числа импульсов, поступивших на его вход. Например, после прихода 5 импульсов единичные значения установятся на выходах Q_1 и Q_3 (см. пунктирную линию на рисунке 60,б), что соответствует коду числа 5: 0101В. Аналогично, после прихода 13-и импульсов на выходах триггеров установится код 1101В.

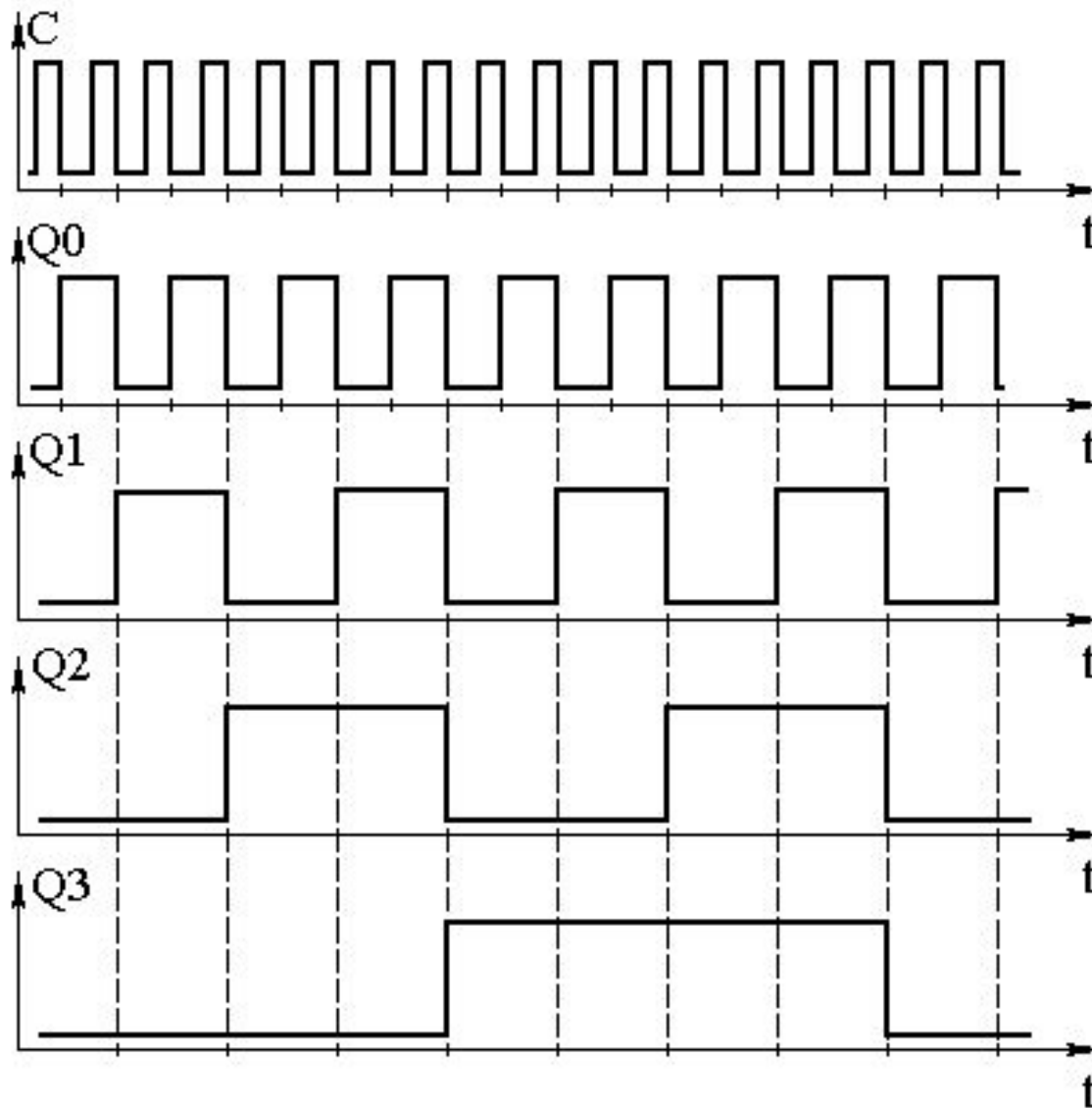
Принцип работы

- Если число входных импульсов $N_{\text{ВХ}} > K_{\text{СЧ}}$, то при $N_{\text{ВХ}} = K_{\text{СЧ}}$ происходит переполнение счётчика, после чего счётчик возвращается в нулевое состояние и повторяет цикл работы.
- После каждого цикла счёта на выходе последнего триггера возникают перепады напряжения, то есть формируется один импульс. Это свойство определяет второе назначение счётчиков — деление числа входных импульсов.
- Если входные сигналы периодичны и следуют с частотой $f_{\text{ВХ}}$, то частота $f_{\text{ВЫХ}}$:
- $f_{\text{ВЫХ}} = f_{\text{ВХ}} / K_{\text{СЧ}}$
- В этом случае коэффициент счёта определяется как коэффициент деления и обозначается $K_{\text{ДЕЛ}}$.
- У счётчика в режиме деления частоты используется сигнал только последнего триггера, а промежуточные состояния остальных триггеров не учитываются.
- Всякий счётчик может быть использован как делитель частоты.

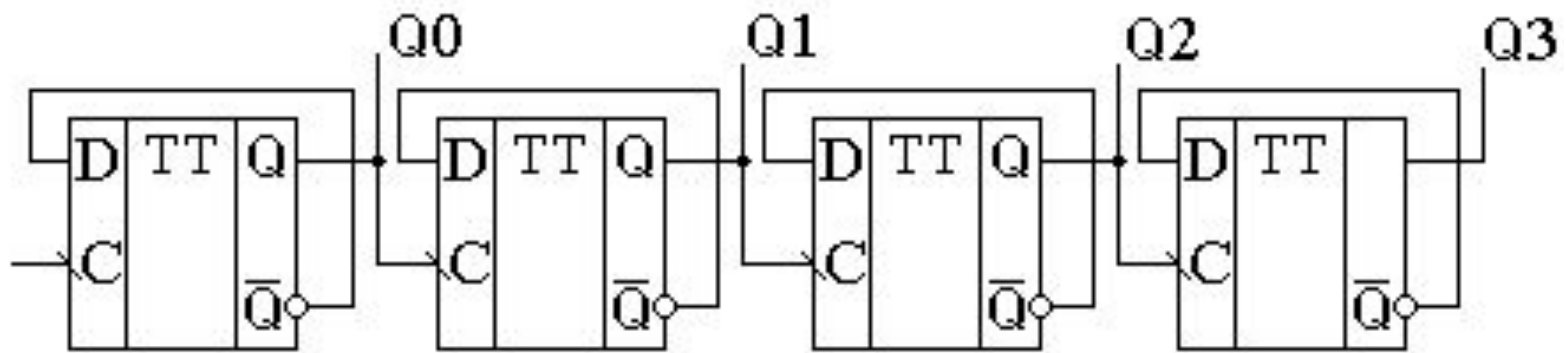
Пример 4х разрядного счетчика



Пример 4х разрядного



Пример 4х разрядного счетчика



Пример 4х разрядного

счетчика

