

# Триггеры

# Триггер

- **Триггером** называется устройство, имеющее два устойчивых состояния и сохраняющее любое из них сколь угодно долго после снятия внешнего воздействия, вызвавшего переход триггера из одного состояния в другое.

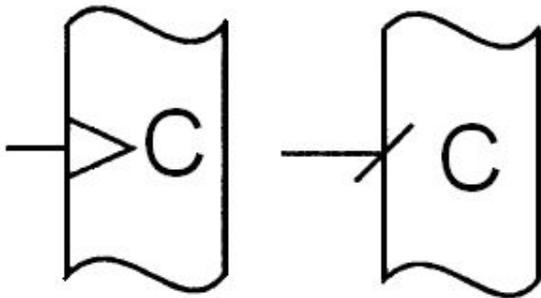
# Триггер

- По способу записи информации триггеры могут быть ***асинхронными*** и ***синхронными***.
- Триггер называют **асинхронным**, если сам сигнал, несущий информацию, вызывает его переключение.
- В **синхронных (тактируемых)** триггерах информация записывается при одновременном воздействии информационного сигнала и синхронизирующего (разрешающего) импульса.

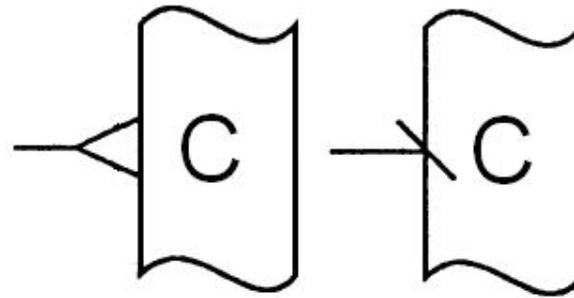
- Синхронизация может осуществляться
- 1) импульсом (потенциалом)
- 2) перепадом потенциала (фронтом или срезом импульса).
- В первом случае (**статическое управление**) сигналы на информационных входах оказывают влияние на состояние триггера в течение всего времени наличия синхроимпульса.
- Во втором случае (**динамическое управление**) воздействие информационных сигналов проявляется только в моменты изменения потенциала на входе синхронизации, т. е. при переходе его от 0 к 1 (фронт) или от 1 к 0 (срез).

# Триггер

- Динамические входы изображают на схемах треугольником.
- Если вершина треугольника обращена в сторону микросхемы, то триггер срабатывает по фронту входного импульса (а), если от нее - по срезу (б).
- Еще в схемах встречаются обозначения / и \
- / – по фронту импульса
- \ – по срезу импульса.



а



б

# Триггер

- По функциональному признаку различают
- ***RS***-триггеры,
- ***D***-триггеры,
- ***T***-триггеры

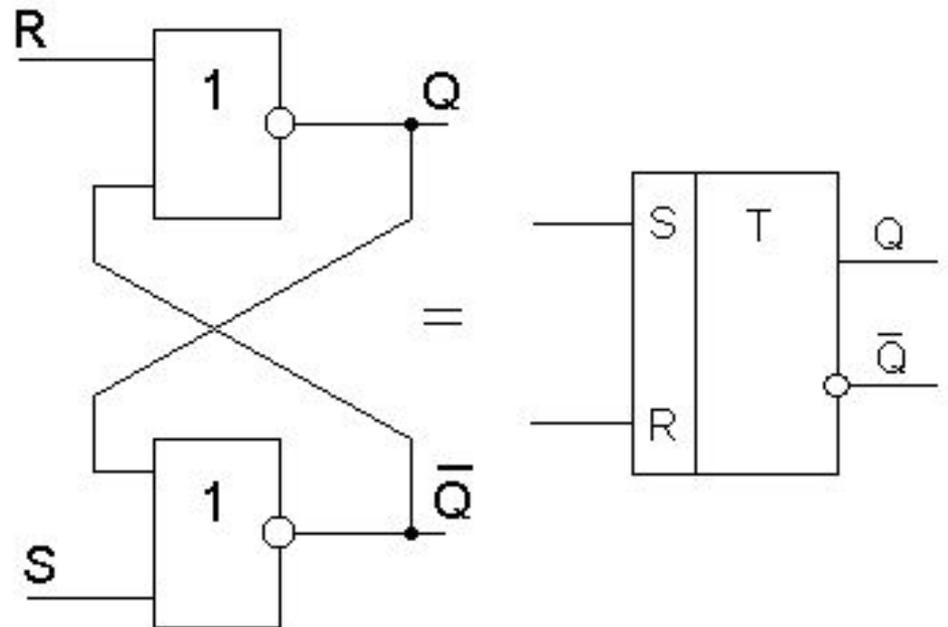
# Асинхронный RS-триггер

- В зависимости от логической структуры различают RS-триггеры с прямыми и инверсными входами.

# Асинхронный RS-триггер

- **Асинхронный** (неактивируемый) **RS-триггер** с прямыми входами, выполнен на логических элементах **ИЛИ-НЕ**.
- Два входа: вход  $S$  (Set) и вход  $R$  (Reset).
- При  $S=1$  и  $R=0$  -  $Q = 1$  (запись 1)
- При  $S = 0$  и  $R = 1$  -  $Q = 0$  (запись 0)

При  $S = 0$  и  $R = 0$   
(хранение либо 0  
либо 1)



# Асинхронный RS-триггер

- Если одновременно на входы подать, а затем снять логическую 1 с обоих входов ( $S=R=1$ ), то состояние триггера после снятия входных сигналов будет неопределенным.
- Такая комбинация на входах триггера является **запрещенной**.

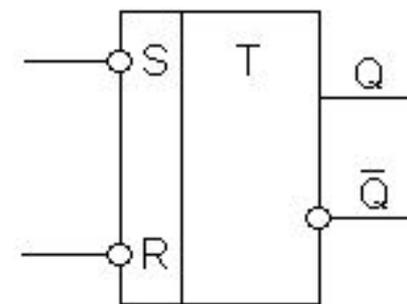
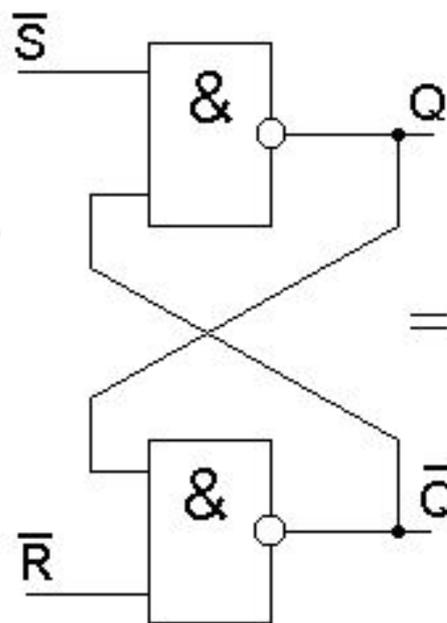
# Асинхронный RS-триггер

- **Асинхронный RS-триггер** с инверсными входами
- Выполнен на логических элементах **И-НЕ**.
- При  $S=0$  и  $R=1$  -  $Q = 1$  (запись 1)
- При  $S = 1$  и  $R = 0$  -  $Q = 0$  (запись 0)

При  $S = 1$  и  $R = 1$

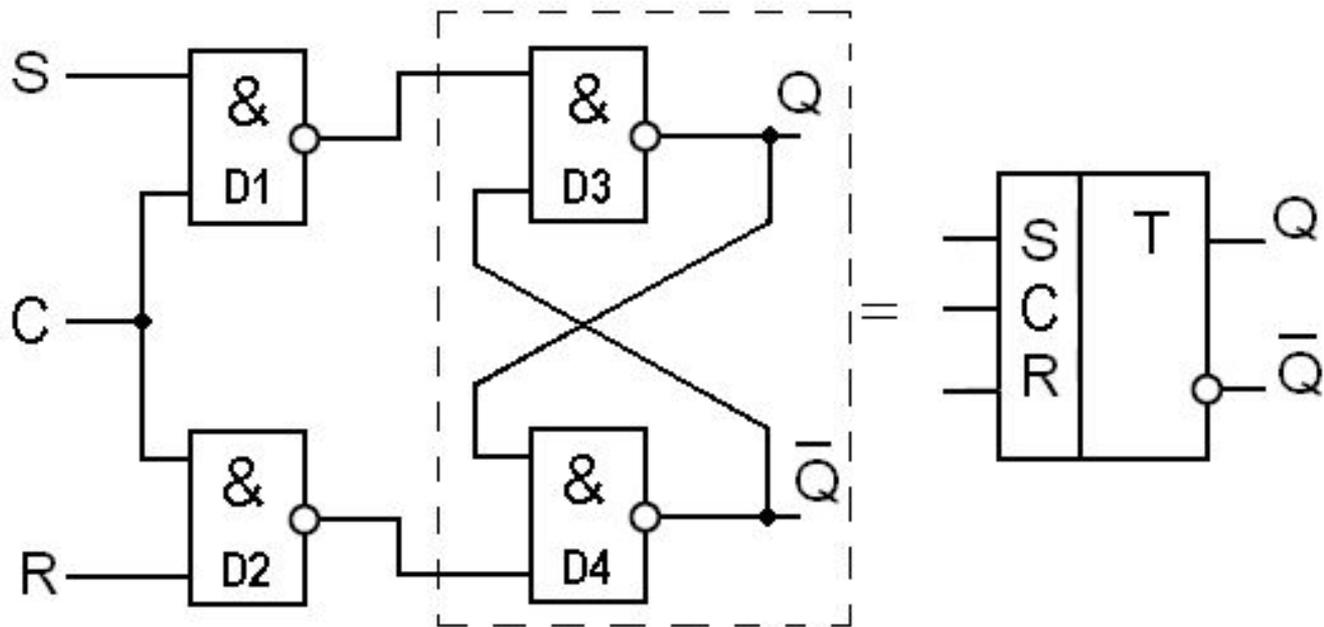
(хранение либо 0 либо 1)

При  $S = 0$  и  $R = 0$  –  
запрещенное состояние

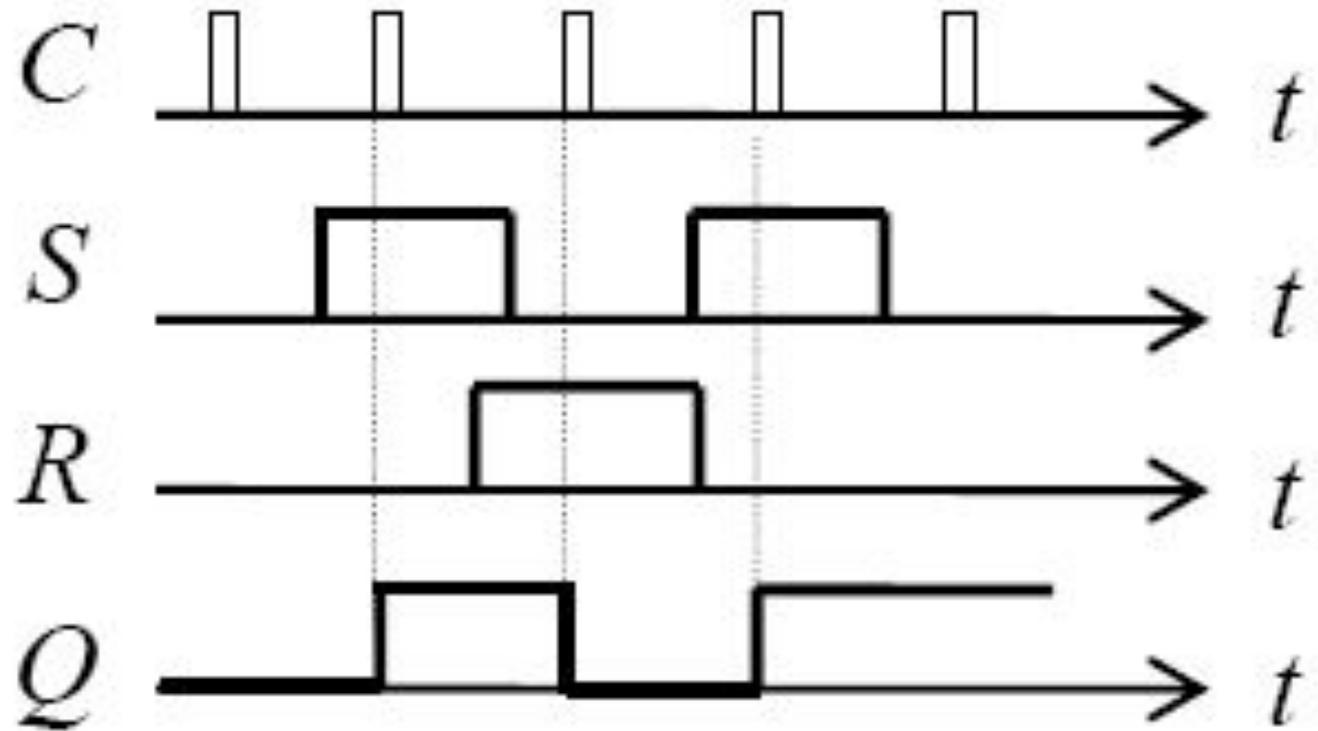


# Синхронный RS-триггер

- **Синхронный RS-триггер** может изменить свое состояние только с приходом тактового импульса на вход **C**. Помехи, действующие на информационных входах **R** и **S** между тактовыми импульсами, не влияют на работу триггера.



# Тактируемый RS-триггер



# Тактируемый RS-триггер

- Запрещенным является состояние  $C=R=S = 1$ .
- При  $S = 1$  и  $C = 1$  - триггер устанавливается в единичное состояние.
- При  $R = 1$  и  $C = 1$  - триггер сбрасывается в нулевое состояние.

# Недостатки RS-триггера:

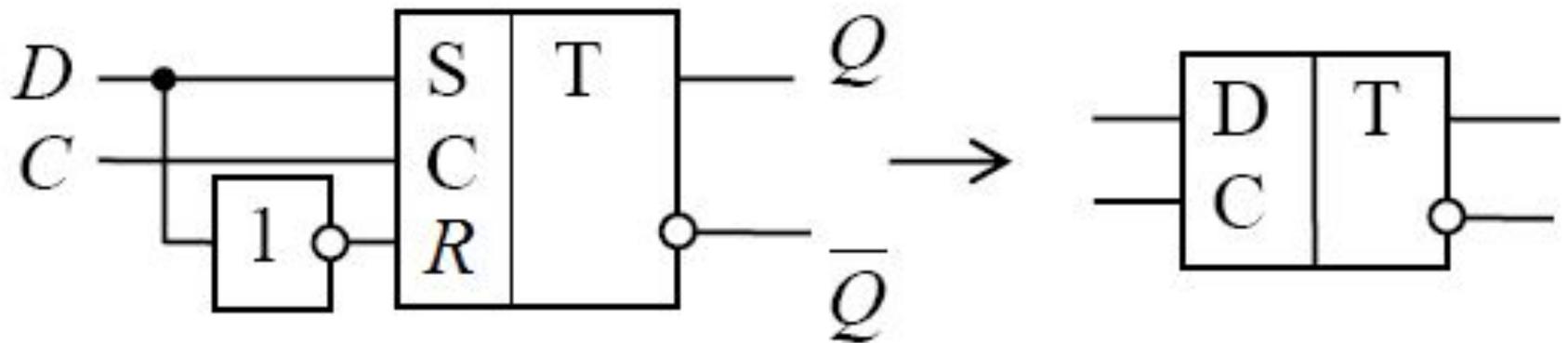
- наличие запрещенной комбинации входных сигналов,
- подача информации по двум отдельным цепям (R, S),
- низкая помехоустойчивость.

# D-триггеры

- ***D-триггер*** (от английского Delay — задержка) имеет
- информационный вход **D** (*D* — Data — данные)
- тактируемый вход **C** (*C* — Clock — тактовая последовательность)

# Статический D-триггер

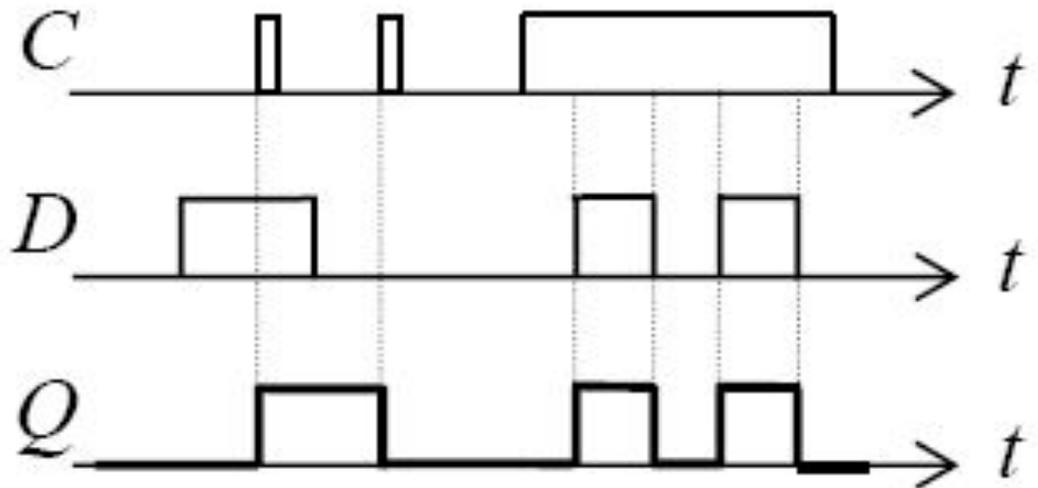
- Можно получить из  $RS$ -триггера, подав на  $R$ -вход инвертированный сигнал с  $S$ -входа.



# Статический D-триггер

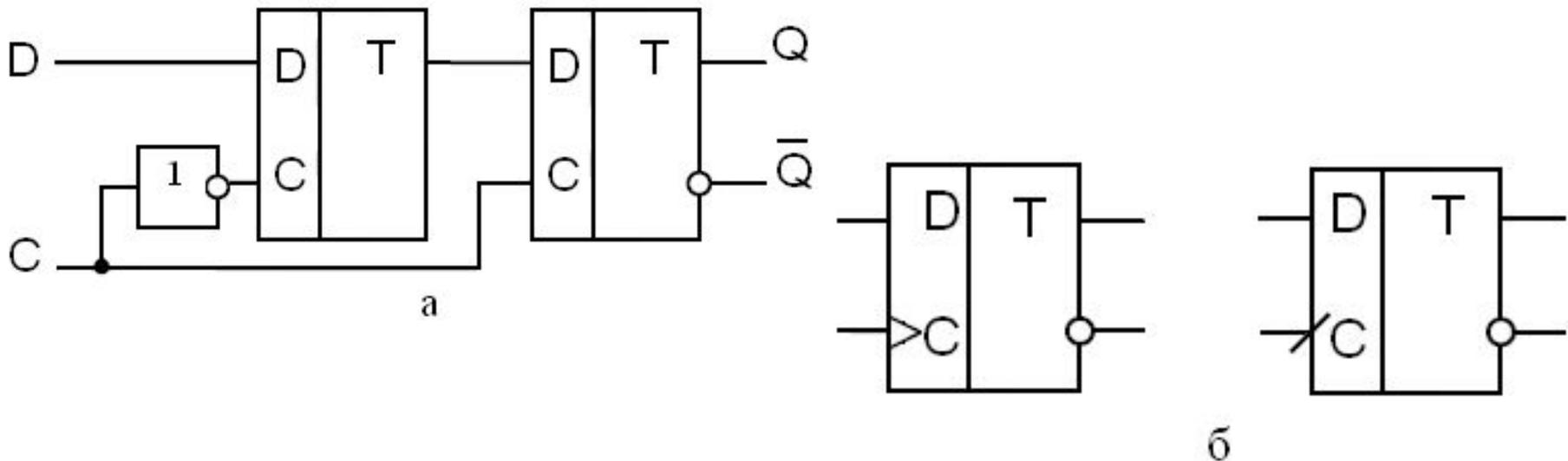
- При  $C = 1$  триггер работает как повторитель ( $Q = D$ )
- при переходе сигнала на входе  $C$  от логической 1 к логическому 0 триггер запирается и переходит в режим хранения (защелкивает информацию со входа  $D$ ).

$D$ -триггер не имеет запрещенного состояния.



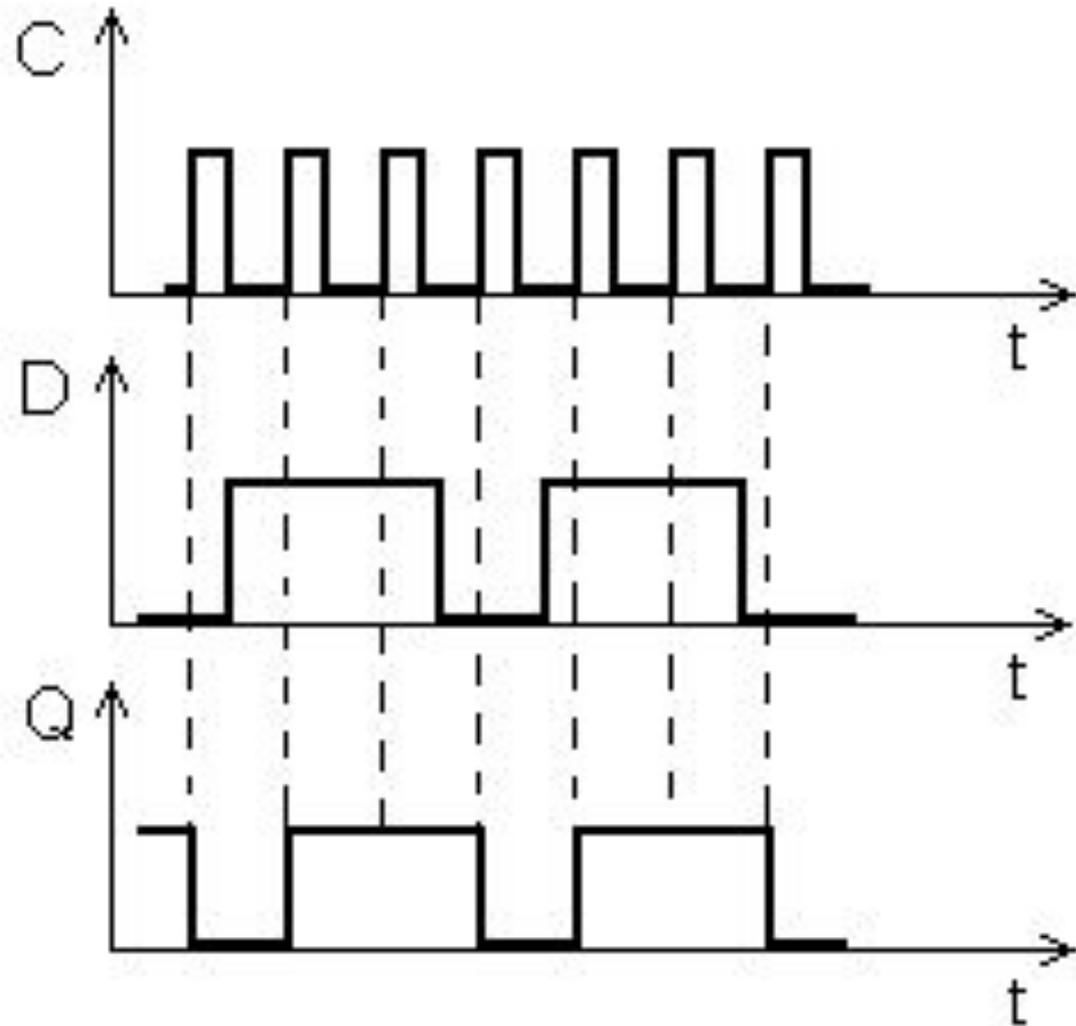
# Динамический D-триггер

- ***D-триггер с динамическим управлением***, тактируемый фронтом тактового импульса, можно выполнить по двухступенчатой схеме, показанной на рис.



# Динамический D-триггер

Временная  
диаграмма

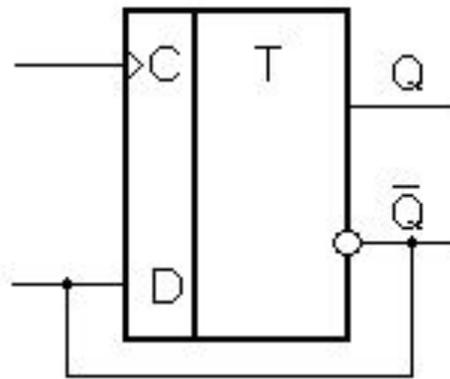


# T-триггер

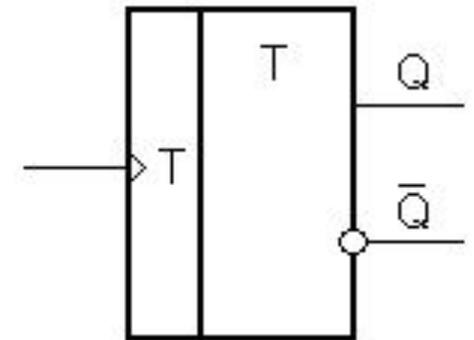
- ***T-триггер*** (от английского toggle — опрокидываться, кувыркаться).
- Имеет только тактовый вход  $T$
- Меняет свое состояние на противоположное по фронту или срезу каждого нового тактового импульса

# T-триггер

- Может быть создан на базе динамического D-триггера, если его инверсный выход соединить с информационным входом.



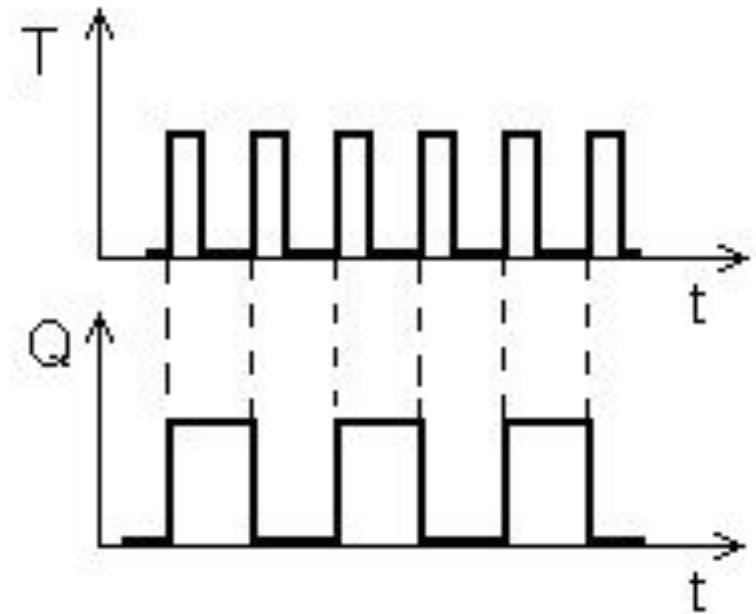
а



б

# T-триггер

- Каждый раз по фронту сигнала  $T$  изменяется уровень напряжения на выходе  $Q$ .



# T-триггер

- Частота изменения потенциала на выходе  $T$ -триггера в два раза меньше частоты импульсов на его тактовом входе.
- Это свойство  $T$ -триггера используется при построении двоичных счетчиков, а  $T$ -триггер называют также счетным триггером.