



Последовательностная логика
RS триггер

Sequential Logic
SR Latch

Что можно сделать из двух инверторов?

В рамках комбинаторной логики единственный вариант:



Без учета задержки только тривиальная функция

$$\textit{Output} = \textit{Input}$$

Схема с обратной связью

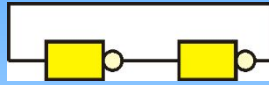
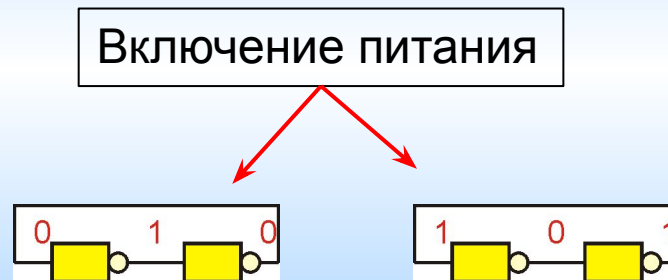
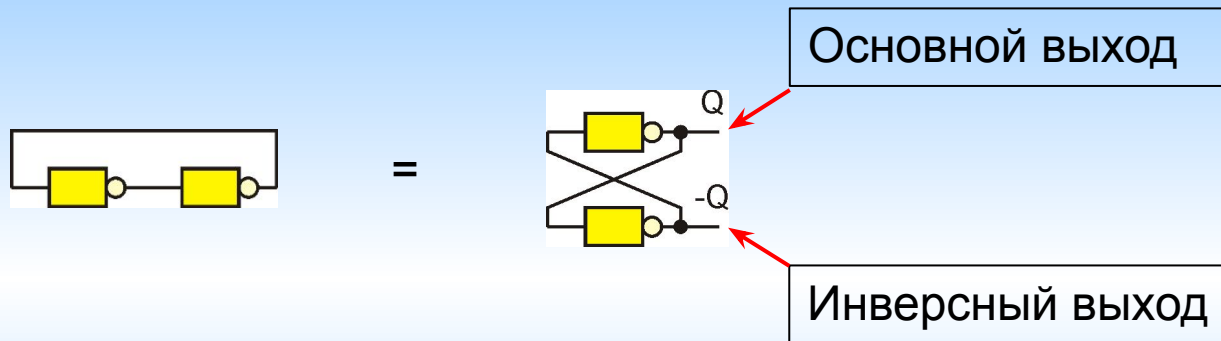


Схема управляет сама собой.

Возможны 2 устойчивых состояния



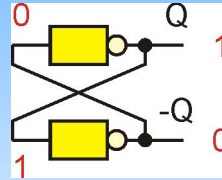
Другое начертание схемы



Как управлять такой схемой?

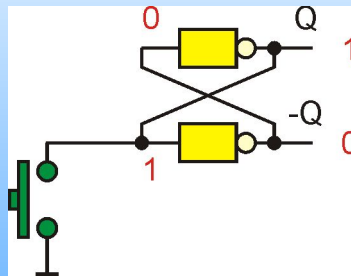
Управление триггером

Допустим после включения питания триггер встал в положение 1
(положение определяется по основному выходу):

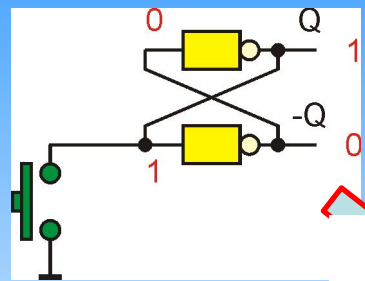


Требуется изменить состояние.

Можно подключить кнопку.

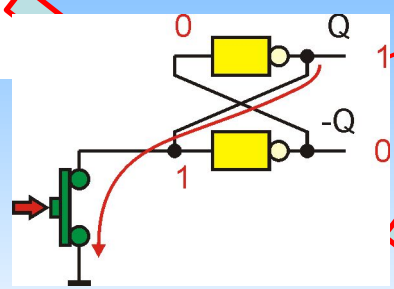


Большая кнопка побеждает маленькую микросхему

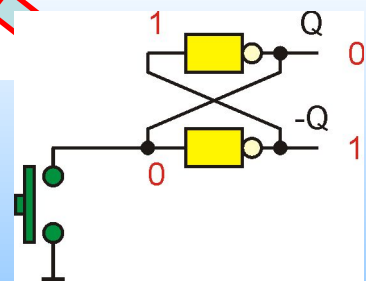
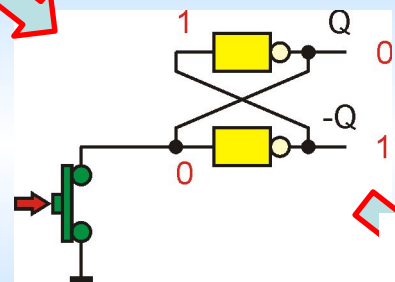


Начальное состояние

Ток короткого замыкания



Несколько наносекунд.
Сгореть не успеет.



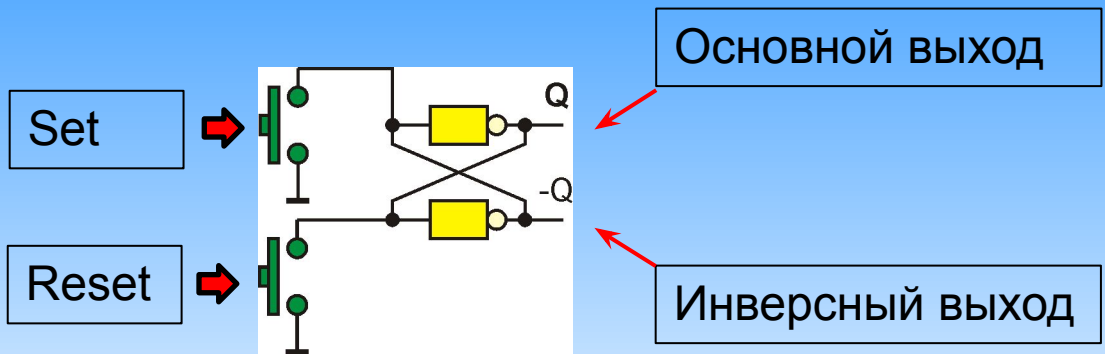
Большая кнопка побеждает маленькую микросхему



Новое состояние сохраняется и после отпускания кнопки. Это функция памяти.

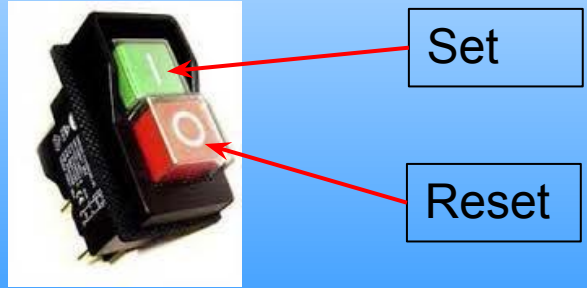
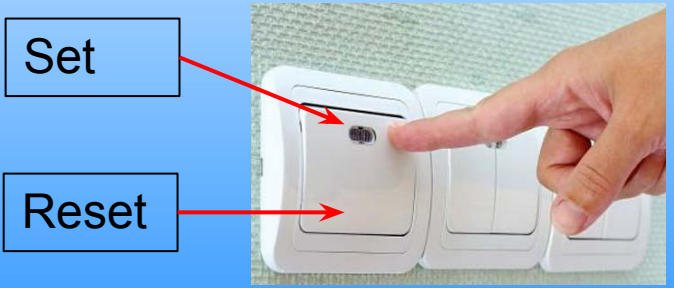
Дальнейшие нажатия кнопки не повлияют на состояние триггера

Входы управления: Reset, Set.

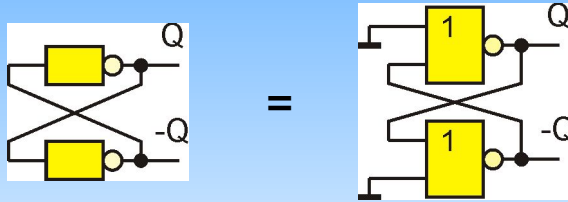
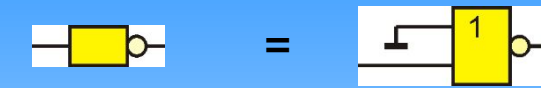


Кнопки		Выходы		Операция
Reset	Set	Q	-Q	
		Q_{n-1}	$-Q_{n-1}$	Хранение
	Нажатие	1	0	Установка
Нажатие		0	1	Сброс
Нажатие	Нажатие	КЗ	КЗ	Запрещенная комбинация, приводящая к разрушению инверторов

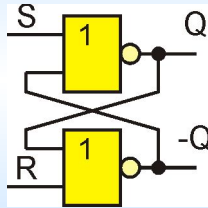
Аналоги



RS триггер на элементах ИЛИ-НЕ



Схема



Обозначение



Таблица истинности

Входы		Выходы		Операция
Reset	Set	Q	-Q	
0	0	Q_{n-1}	$-Q_{n-1}$	Хранение
0	1	1	0	Установка
1	0	0	1	Сброс
1	1	0	0	Нежелательная комбинация

Нежелательное состояние. Почему?

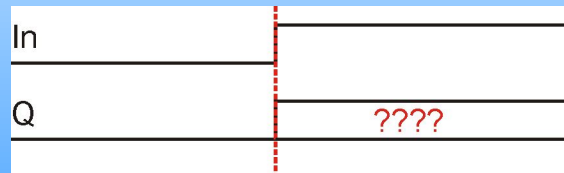
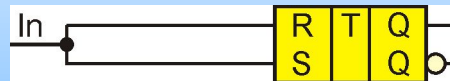
Таблица истинности

Входы		Выходы		Операция
Reset	Set	Q	-Q	
0	0	Q_{n-1}	$-Q_{n-1}$	Хранение
0	1	1	0	Установка
1	0	0	1	Сброс
1	1	0	0	Нежелательная комбинация



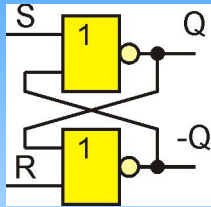
При такой комбинации ничего не сгорит,
НО

Переход из $R=1, S=1$ в $R=0, S=0$ приведет к неопределенному состоянию триггера.

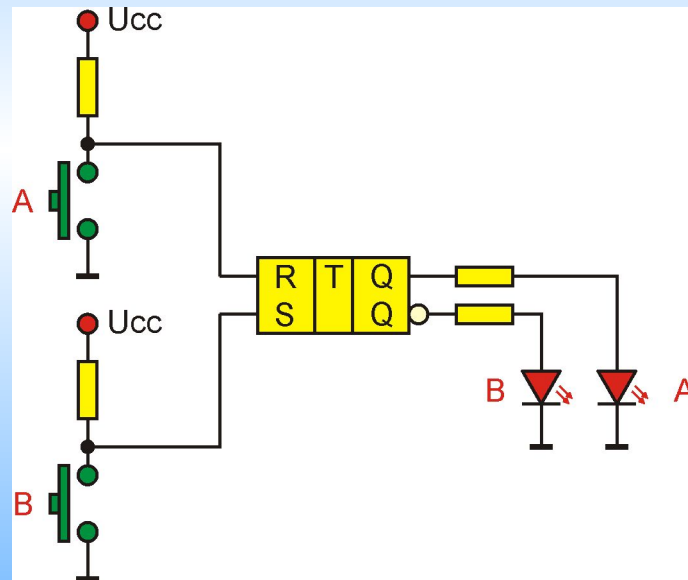


Гонки

Гонки. Игра «кто быстрее?»

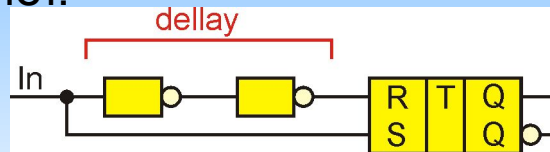


Входы		Выходы		Операция
Reset	Set	Q	-Q	
0	0	Q_{n-1}	$-Q_{n-1}$	Хранение
0	1	1	0	Установка
1	0	0	1	Сброс
1	1	0	0	Нежелательная комбинация

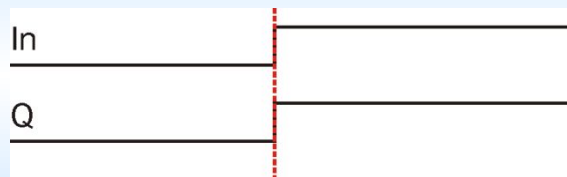


Если контролировать порядок снятия сигналов Set и Reset то использовать нежелательную комбинацию входных сигналов вполне можно.

На следующей схеме неопределенности нет.

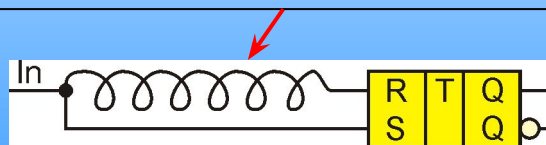


Сигнал Set обгоняет сигнал Reset

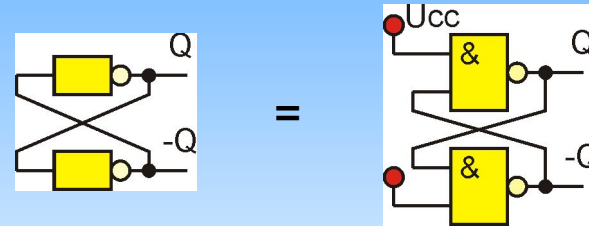


Играют роль не только задержки в логических элементах, но и в соединительных линиях.

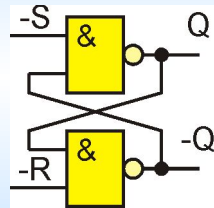
Электрическая длина этого проводника больше.



RS триггер на элементах И-НЕ



Схема



Обозначение

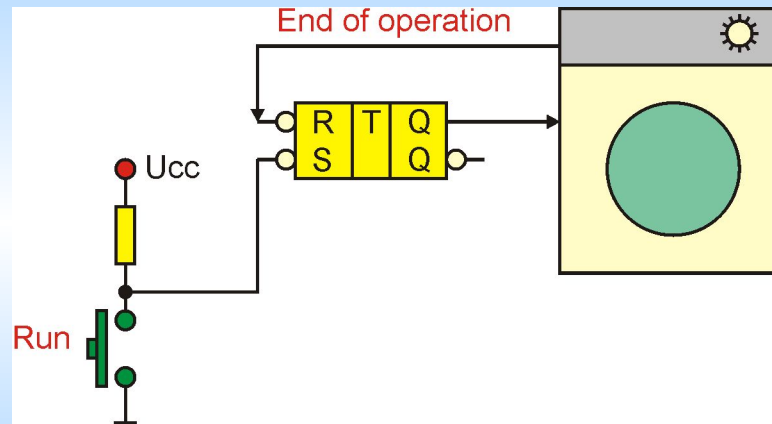


Таблица истинности

Входы		Выходы		Операция
$-R$	$-S$	Q	$-Q$	
1	1	Q_{n-1}	$-Q_{n-1}$	Хранение
1	0	1	0	Установка
0	1	0	1	Сброс
0	0	0	0	Нежелательная комбинация

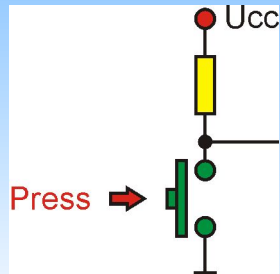
Применение RS триггеров 1

Включение из одного места, а выключение из другого.

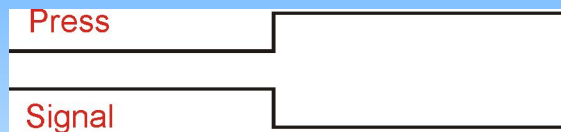


Применение RS триггеров 2

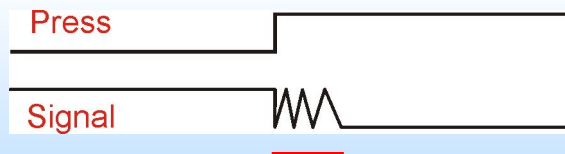
Дребезг контактов Switch Bounce



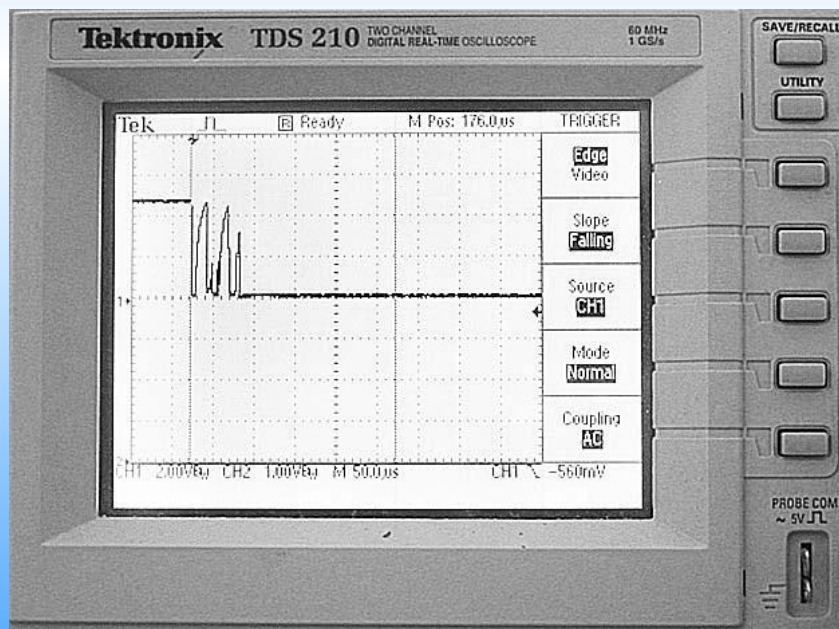
Идеальный случай



В реальности так:

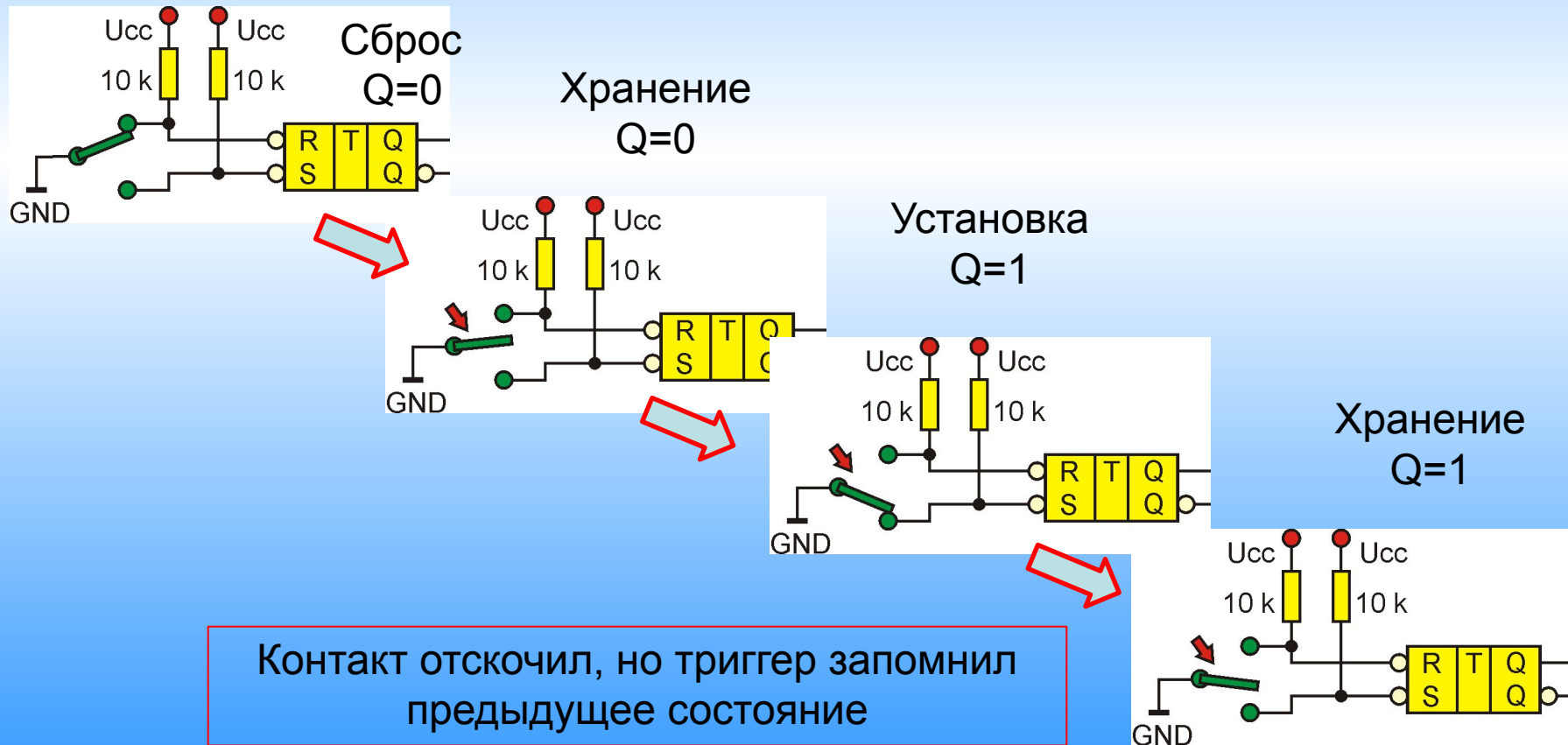
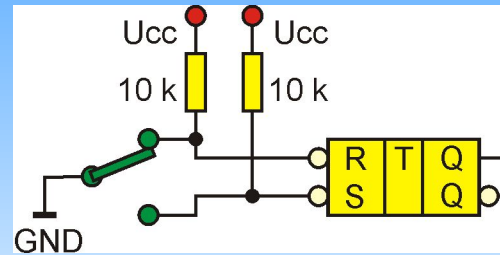


10÷100 мс



Применение RS триггеров 2

Устранение дребезга контактов Switch Debouncing



RS триггер является основой для построения всех других типов триггеров