

Языки описания схем

mk.cs.msu.ru → Лекционные курсы → Языки описания схем

Блок 6

Комбинационные схемы с обратной связью
Основные триггеры

Лектор:

Подымов Владислав Васильевич

E-mail:

valdus@yandex.ru

ВМК МГУ, 2024/2025, осенний семестр

Вступление

Элемент задержки:

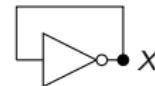


время	1	2	3	4	5	6	...
x	1	1	0	1	0	1	...
y	0	1	1	0	1	0	...

Как «в реальности» выглядит z , и как сохранить в z заданный потенциал?

Откуда в «реальной» схеме берётся дискретное время?

Комбинационные схемы с обратной связью



В СФЭ, согласно определению и семантике,
категорически запрещены циклы

Комбинационная схема — это описание «реального» объекта
(например, совокупности МОП-транзисторов),
и ничто не запрещает добавить в схему цикл
(например, соединить проводником выбранные точки схемы)

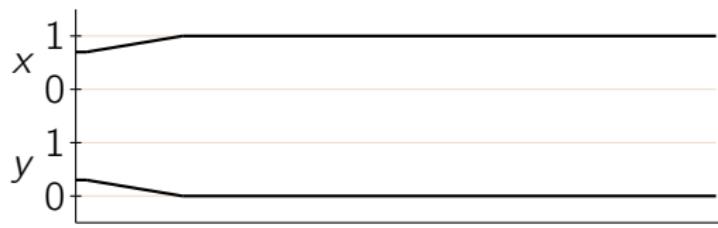
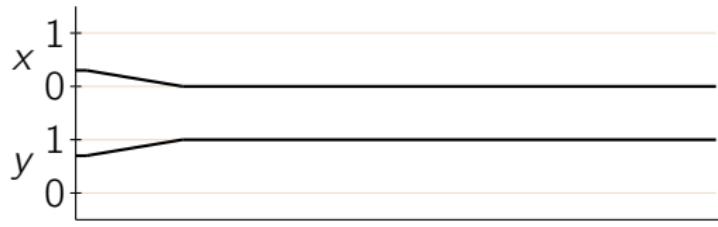
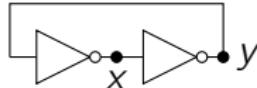
Комбинационные схемы, содержащие циклы,
называются схемами **с обратной связью**

Некоторые схемы с обратной связью «бессмысленны»,
как схема на правом рисунке:



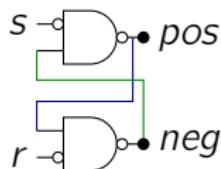
Комбинационные схемы с обратной связью

Некоторые схемы с обратной связью «осмысленны»,
хотя и могут быть «бесполезными»:

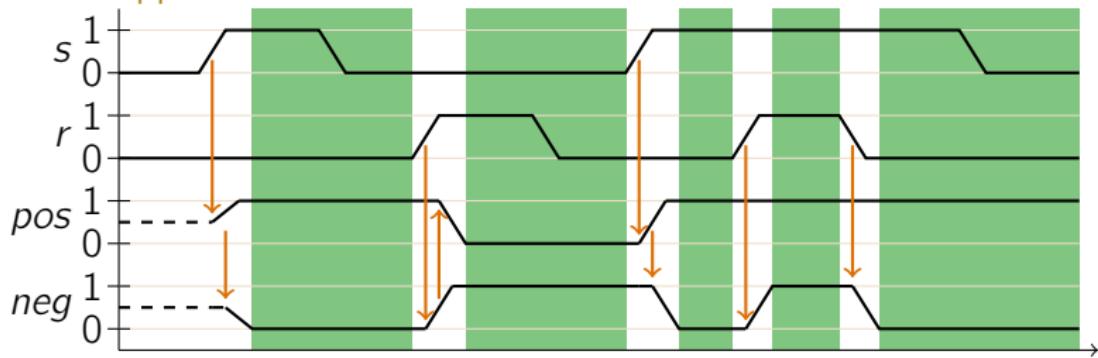


Кроме того, существуют комбинационные схемы с обратной связью,
одновременно «осмысленные» и «полезные»

Основные триггеры

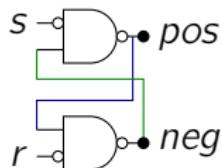


Выполнение этой схемы согласно упрощённой семантике со скроенными фронтами:

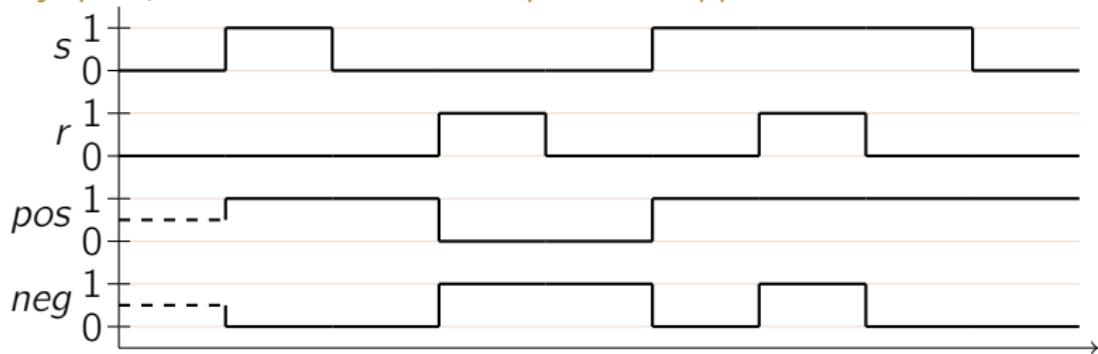


«...» — значение сигнала неизвестно

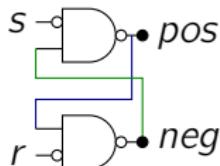
Основные триггеры



То же в упрощённой семантике с прямыми фронтами:



Основные триггеры



«Таблица значений», описывающая поведение схемы:

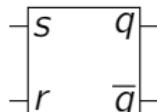
s	r	pos	neg
0	0	pos	neg
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	*	*

Трактовка имени сигнала x в столбце «значений» сигнала y :

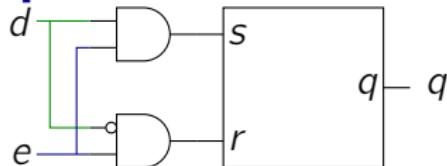
значение y равно последнему известному значению сигнала x
(то есть последнее значение x **сохраняется** в сигнале y)

«*» — значение не специфицировано (зависит от реализации)

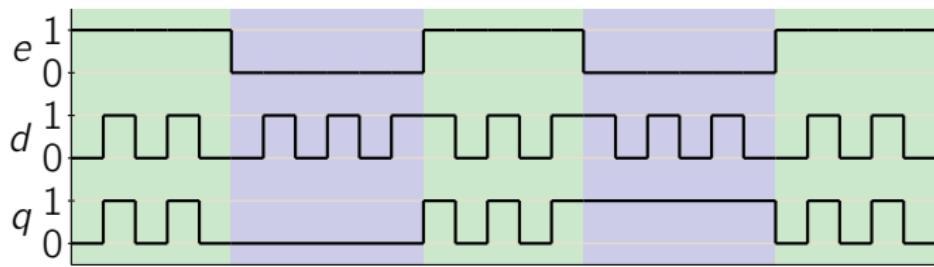
Название схемы с таким поведением: **RS-защёлка**, или **RS-триггер**



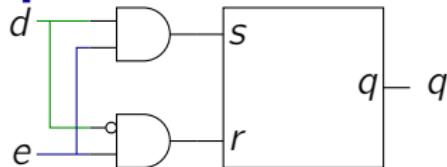
Основные триггеры



Выполнение этой схемы согласно упрощённой семантике с прямыми фронтами:



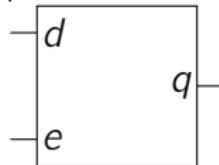
Основные триггеры



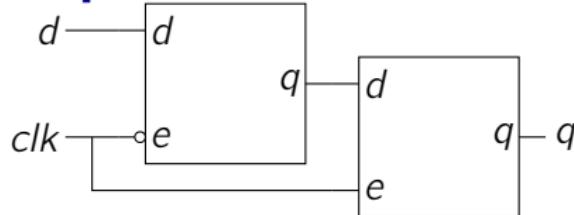
«Таблица значений», описывающая поведение схемы:

e	d	q
0	0	q
0	1	q
1	0	0
1	1	1

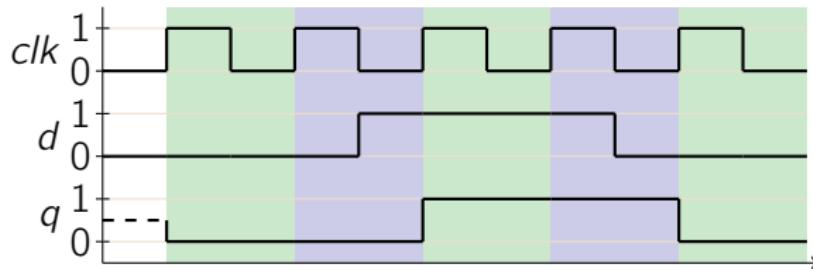
Название схемы с таким поведением: **D-зашёлка**



Основные триггеры



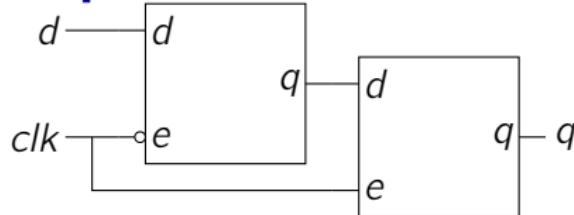
Выполнение этой схемы согласно **упрощённой семантике с прямыми фронтами**:



Поведение схемы:

- ▶ в момент **положительного фронта** сигнала clk значение q приравнивается значению d
- ▶ в остальные моменты значение q не изменяется

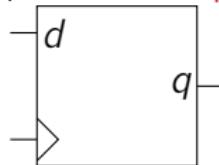
Основные триггеры



Поведение схемы другими словами:

- ▶ значение d **сохраняется**
в момент каждого положительного фронта сигнала clk
- ▶ значение на выходе q всегда совпадает
с последним сохранённым значением

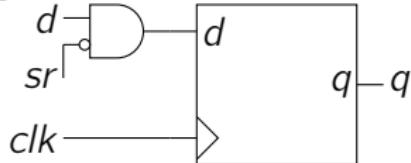
Название схемы с таким поведением: **D-триггер**



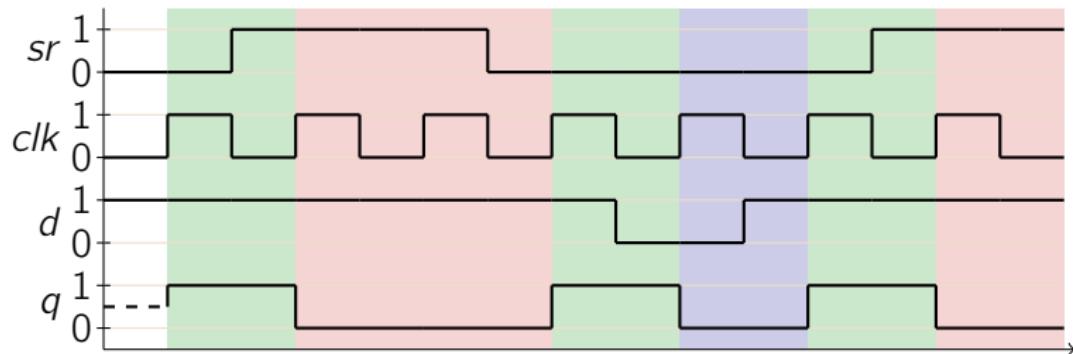
Названия входов D-триггера:

d — **информационный**; clk (▷) — **тактовый**, или **синхронизирующий**

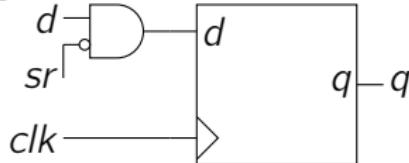
Основные триггеры



Выполнение этой схемы согласно **упрощённой семантике с прямыми фронтами**:



Основные триггеры

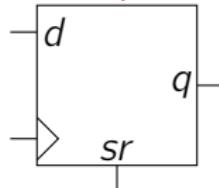


Поведение схемы:

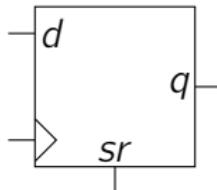
- ▶ в момент каждого положительного фронта сигнала clk в схеме **сохраняется** булево значение:
 - ▶ если $sr = 0$, то сохраняется значение d
 - ▶ если $sr = 1$, то сохраняется значение 0,
то есть сохранённое значение **сбрасывается**
- ▶ значение на выходе q всегда совпадает
с последним сохранённым значением

Название схемы с таким поведением:

D-триггер с синхронным сбросом



Основные триггеры



Множество моментов положительных фронтов сигнала clk **не более чем счётно**, а значит, с их помощью можно отсчитывать **дискретное время**

Начнём отсчёт положительных фронтов сигнала clk сразу после **сброса** триггера

Для i -го по счёту положительного фронта объявим значение сигнала

- ▶ d в этот момент i -м входным значением
- ▶ q непосредственно перед этим моментом i -м выходным значением

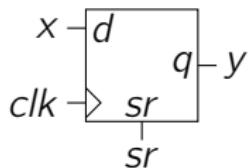
Тогда поведение D-триггера со сбросом переформулируется так:

- ▶ Первое выходное значение — 0
- ▶ $(i + 1)$ -е выходное значение равно i -му входному значению

Переформулированное поведение D-триггера — это

в точности поведение элемента задержки

Основные триггеры



Пример соответствующих выполнений элемента задержки и D-триггера с синхронным сбросом:

	1	2	3	4	5	6	...
x	1	1	0	1	0	1	...
y	0	1	1	0	1	0	...

