

Языки описания схем

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

Блок 6

Комбинационные схемы с обратной связью
Основные триггеры

Лектор:

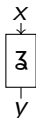
Подымов Владислав Васильевич

E-mail:

valdus@yandex.ru

Вступление

Элемент задержки:

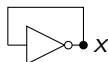


время	1	2	3	4	5	6	...
x	1	1	0	1	0	1	...
y	0	1	1	0	1	0	...

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)

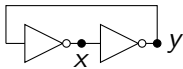
Комбинационные схемы, содержащие циклы,
называются схемами **с обратной связью**

Некоторые схемы с обратной связью “бессмысленны”,
как схема на правом рисунке:



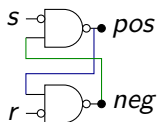
Комбинационные схемы с обратной связью

Некоторые схемы с обратной связью “осмысленны”,
хотя и могут быть “бесполезными”:

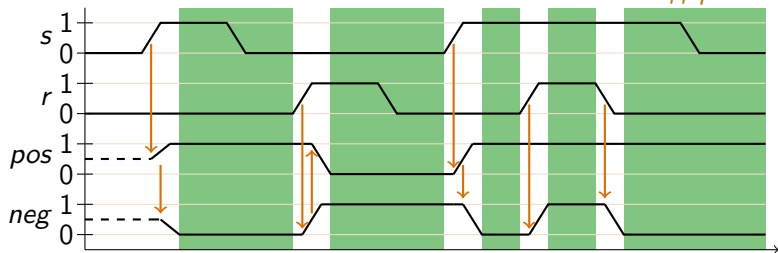


Кроме того, существуют комбинационные схемы с обратной связью,
одновременно “осмысленные” и “полезные”

Основные триггеры

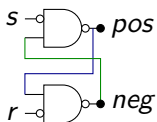


Выполнение этой схемы согласно *точной семантике с задержками*:

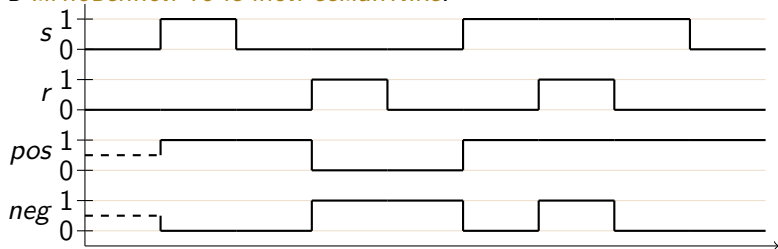


“*---*” — значение сигнала неизвестно

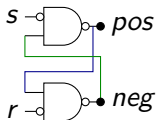
Основные триггеры



То же в *мгновенной точечной семантике*:



Основные триггеры



“Таблица значений”, описывающая поведение схемы:

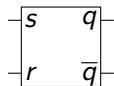
s	r	pos	neg
0	0	pos	neg
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	*	*

Трактовка имени сигнала x в столбце “значений” сигнала y :

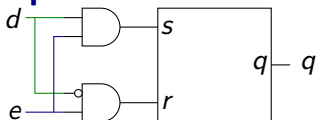
значение y равно последнему известному значению сигнала x
(то есть последнее значение x **сохраняется** в сигнале y)

“*” — значение не специфицировано (*зависит от реализации*)

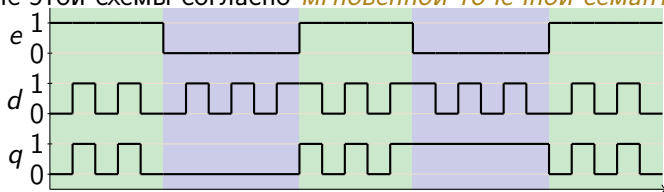
Название схемы с таким поведением: **RS-защёлка**, или **RS-триггер**



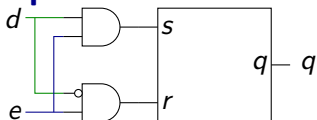
Основные триггеры



Выполнение этой схемы согласно **мгновенной точечной семантике**:



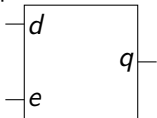
Основные триггеры



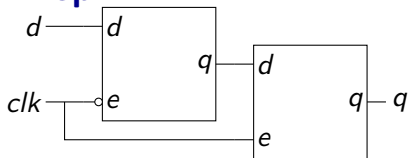
“Таблица значений”, описывающая поведение схемы:

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

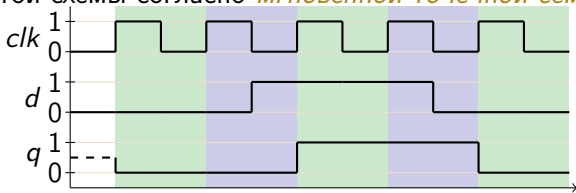
Название схемы с таким поведением: **D-защёлка**



Основные триггеры



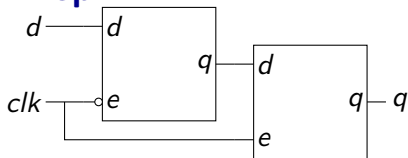
Выполнение этой схемы согласно *мгновенной точечной семантике*:



Поведение схемы:

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

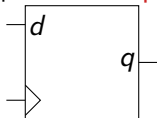
Основные триггеры



Поведение схемы другими словами:

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

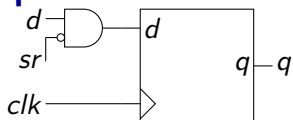
Название схемы с таким поведением: **D-триггер**



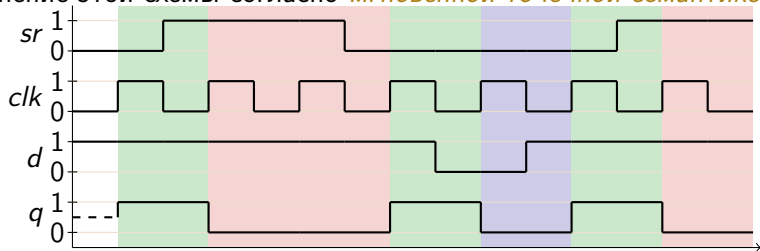
Названия входов D-триггера:

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

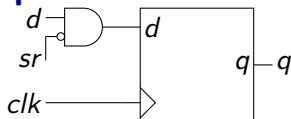
Основные триггеры



Выполнение этой схемы согласно *мгновенной точечной семантике*:



Основные триггеры

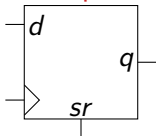


Поведение схемы:

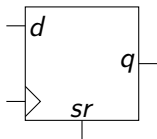
- ▶ в момент каждого положительного фронта сигнала clk в схеме **сохраняется** булево значение:
 - ▶ если $sr = 0$, то сохраняется значение d
 - ▶ если $sr = 1$, то сохраняется значение 0, то есть сохранённое значение **сбрасывается**
- ▶ значение на выходе q всегда совпадает с последним сохранённым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

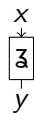
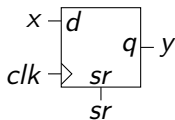
- ▶ d в этот момент i -м входным значением
- ▶ q непосредственно перед этим моментом i -м выходным значением

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	...

