

Анастасия Комшина, Севастьян Телибаев, Б. С. Михлин,
школа № 1925, г. Москва

СБОРКА RS-ТРИГГЕРА НА МИКРОСХЕМАХ, СОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕМЕНТЫ «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ»*

Аннотация

В статье представлена общая информация о триггерах, их типах, об асинхронном RS-триггере. Дано подробное описание практической работы по сборке RS-триггера в двух вариантах — на базе микросхемы, содержащей четыре элемента «2ИЛИ-НЕ», и на базе микросхемы, содержащей четыре элемента «2И-НЕ». При сборке используются детали из электронного конструктора «Микроник» фирмы «Амперка» и детали, предоставляемые сайтом «Сотворим вместе».

Ключевые слова: триггер, RS-триггер, тумблер, реле, микросхема, таблица истинности.

DOI: 10.32517/2221-1993-2018-17-7-17-25

Контактная информация

Михлин Борис Самуилович, учитель информатики школы № 1925, г. Москва; *адрес:* 111673, г. Москва, Новокосинская ул., д. 13А; *телефон:* (495) 702-66-76; *e-mail:* bmichlin@yahoo.com

A. Komshina, S. Telibaev, B. S. Mikhlin,
School 1925, Moscow

ASSEMBLING THE RS FLIP-FLOP ON CHIPS CONTAINING ELEMENTS OF "OR-NOT", "AND-NOT"

Abstract

The article provides general information about flip-flops, their types, about an asynchronous RS flip-flop. A detailed description of the practical work on assembling the RS flip-flop in two variants is given, based on a chip containing four "2OR-NOT" elements, and based on a chip containing four "2AND-NOT" elements. The details from the electronic set "Micronik" ("Amperka") and the details provided by the site "Let's create together" are used in assembling.

Keywords: trigger, flip-flop, RS flip-flop, toggle switch, relay, chip, truth table.

Электроника — это искусство, которое основано на нескольких основных законах и включает в себя большое количество практических правил и приемов.

П. Хоровиц, У. Хилл [6]

1. Введение

Происхождение термина.

Слово «триггер»** происходит от английского слова «trigger» — защелка, спусковой крючок.

Что такое триггер.

Триггер — это электронное устройство, которое может длительно находиться в одном из двух устойчивых состояний*** (их можно обозначить как 0 и 1) и способно почти мгновенно переходить из одного состояния в другое под воздействием внешних электрических сигналов [1, 5]. Триггер хранит один бит информации.

Электромеханической моделью триггера может служить обычный электрический выключатель, тумблер**** или реле*****. На рисунке 1 показана группа тумблеров, а на рисунке 2 — группа реле с выставки школы № 1925.

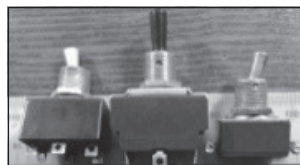


Рис. 1

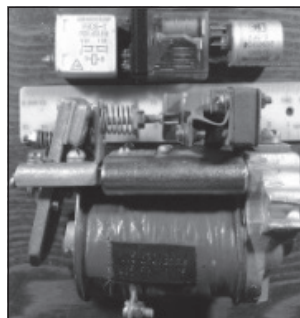


Рис. 2

Когда контакты выключателя или реле замкнуты — это состояние логической единицы (ток через контакты проходит), разомкнуты — состояние логического нуля (ток не проходит)*****.

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО:
http://infojournal.ru/journals/school/school_7-2018/

** В английском языке триггер чаще называют «flip-flop».

*** Бывают триггеры и с более чем двумя устойчивыми состояниями, но они используются редко (см.: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Триггер>).

**** Тумблер (от *англ.* tumble — опрокидываться, переворачиваться) — малогабаритный механический переключатель.

***** Реле (*фр.* relais) — элемент автоматических устройств, который при воздействии на него внешних физических явлений скачкообразно принимает конечное число значений выходной величины (<https://ru.wikipedia.org/wiki/Реле>).

***** Обычно тумблеры (так же как и реле или другие переключатели) имеют две или более пар контактов. Когда одна пара контактов замыкается, то другая (инверсная к этой паре) автоматически размыкается, и наоборот.

История возникновения триггера.

Триггер изобрели независимо друг от друга в 1918 году:

- М. А. Бонч-Бруевич (1888–1940) — основоположник радиоламповой промышленности в СССР;
- англичане У. Г. Икклз (W. H. Eccles) и Ф. У. Джордан (F. W. Jordan).

Применение.

Триггер — это один из базовых (основных) элементов цифровой техники, и некоторые исследователи включают его в сто величайших изобретений человечества.

В компьютерах триггеры используются в регистрах, счетчиках и в устройствах памяти.

Типы триггеров.

Существует много типов триггеров: RS-триггеры, D-триггеры, T-триггеры, JK-триггеры и др.

В учебниках информатики для IX–X классов в основном рассматривается наиболее простой и широко распространенный **асинхронный RS-триггер**. Его мы и будем собирать и изучать.

Работа RS-триггера на логических элементах «ИЛИ-НЕ» (вентилях, реализующих логическую операцию «стрелка Пирса», «nor») описана (на уровне функциональных схем) как в учебниках А. В. Горячева [1], К. Ю. Полякова [5], так и во многих других учебниках информатики.

Работа RS-триггера на логических элементах «И-НЕ» (вентилях, реализующих логическую операцию «штрих Шеффера», «nand») описана (на уровне функциональных схем) в работе Е. А. Еремина [2].

Обозначение асинхронного RS-триггера*.

Условное обозначение на схеме:	Входы: S (Set) — установка триггера в 1 ($Q = 1$), R (Reset) — сброс триггера в 0 ($Q = 0$). Выходы: Q и $\bar{Q}$ (выход с кружком — инверсный выход, НЕ Q)

Таблица истинности RS-триггера.

S	R	Q	$\bar{Q}$	Состояние
0	0	Q	$\bar{Q}$	Хранение бита
0	1	0	1	Сброс в 0 ($Q = 0$)
1	0	1	0	Установка в 1 ($Q = 1$)
1	1	0	0	Запрещено**
		1	1	

Триггеры могут быть собраны на реле, радиолампах, транзисторах, микросхемах и других элементах. Примеры представлены на рисунках 3–5:

- на рисунке 3 — триггер на радиолампах и других отечественных деталях, СССР (экспонат музея школы № 1530, г. Москва***);

* Отечественные и зарубежные обозначения логических элементов: <http://go-radio.ru/bazovye-logicheskie-elementi.html>

** В этом состоянии схема теряет свои триггерные свойства: на выходах Q и НЕ Q могут одновременно быть два логических нуля (для вентилей «ИЛИ-НЕ») или две логические единицы (для вентилей «И-НЕ») (см. ниже проверку работы собранных триггеров).

*** Музей «История вычислительной техники» школы № 1530 (основатель и директор музея Д. М. Златопольский): http://gym1530.mskobr.ru/nashi_muzei/muzej_istorii_vychislitel_noj_tekhniki/

- на рисунке 4 — триггер на радиолампе 6К4П (6К4П пентод, СССР, 1971 год; резисторы и конденсатор импортные) (экспонат выставки школы № 1925, г. Москва);
- на рисунке 5 — триггеры, собранные на макетной плате: слева на плате — на двух транзисторах, справа на плате — на ТТЛ-микросхеме****.

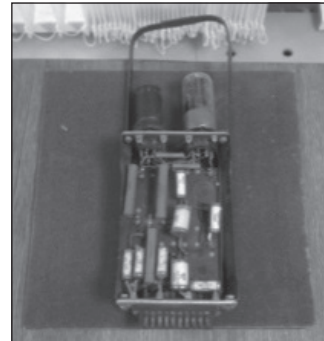


Рис. 3



Рис. 4

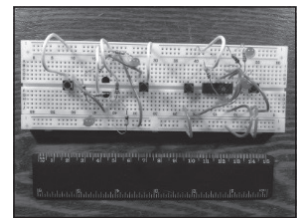


Рис. 5

Устройство асинхронного RS-триггера на логических элементах (вентилях) «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ» (функциональные схемы) приведено на рисунках 6, 7 соответственно.

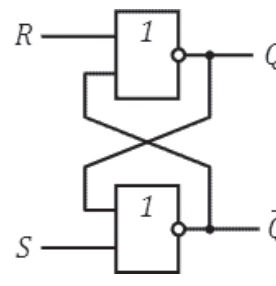


Рис. 6

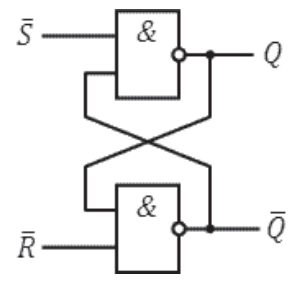


Рис. 7

На рисунке 6 активным сигналом на входах R и S является высокий логический уровень, на рисунке 7 — низкий логический уровень (о чем говорят черточки инверсии над входами S и R). То есть на входах у вентилей «И-НЕ» используется инверсная логика (у таких входов также принято ставить кружочки).

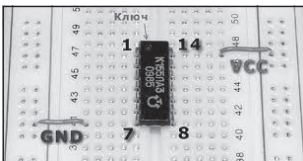
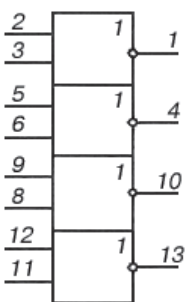
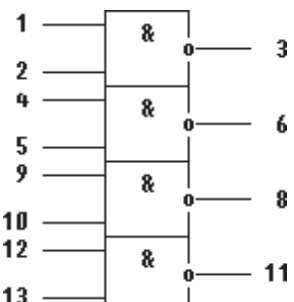
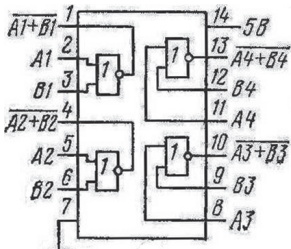
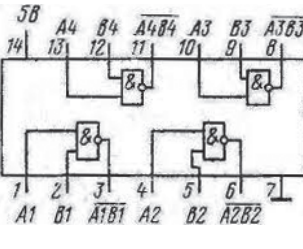
Уровни напряжений ТТЛ.

Логический ноль (низкий логический уровень)	От 0 В до 0,4 В
Логическая единица (высокий логический уровень)	От 2,4 В до 5 В

**** ТТЛ — транзисторно-транзисторная логика (https://ru.wikipedia.org/wiki/Транзисторно-транзисторная_логика/).

Диапазон входных напряжений от 0,4 В и до 2,4 В является запрещенным (нерабочим*).

Расположение выводов на микросхеме (цоколёвка**).

Триггер на элементах «ИЛИ-НЕ»	Триггер на элементах «И-НЕ»
 Ножка 7 — нулевой (общий, земля (GND)) Ножка 14 — +5 В (V_{CC})	 Ножка 7 — нулевой (общий, земля (GND)) Ножка 14 — +5 В (V_{CC})
	
	
K155ЛЕ1. Зарубежные аналоги: SN7402, SN74HC02N. 4 логических элемента (вентили) «ИЛИ-НЕ»	K155ЛА3 (К1ЛБ553). Зарубежный аналог: SN7400***. 4 логических элемента (вентили) «И-НЕ»

* Диапазоны логического нуля (от 0 до 0,4 В) и логической единицы (от 2,4 до 5 В) предусмотрены для того, чтобы электрические помехи в цепях не приводили к ложному опознанию логического нуля как единицы и наоборот. Так как цифровые сигналы имеют форму, близкую к прямоугольной, с крутыми фронтами (подъемами и спусками), вентили микросхем находятся в запрещенном состоянии очень короткое время.

** Цоколёвка («распиновка»), или разводка выводов — описание каждого контакта электрического соединения в электронной аппаратуре, например, разъема, микросхемы. Цоколёвка необходима для задач сборки и ремонта устройств, содержащих несколько выводов, она идентифицирует все контакты соединения. Цоколёвка может быть представлена в виде чертежа или таблицы. Описание обычно включает номер контакта, краткое наименование и другие параметры — такие как цвет оболочки провода, функциональное назначение, электрические характеристики. На чертеже, там, где это необходимо, разъясняют сторону соединения (например, изображен ли разъем со стороны кабеля или со стороны подключаемого устройства). <https://ru.wikipedia.org/wiki/Цоколёвка>. У микросхем корпус с двухрядным расположением выводов (DIP-корпус: Dual-In-Line Package).

*** Серия микросхем 74xx фирмы Texas Instruments, США. Отечественный аналог — серия 155.

2. Сборка триггера

Для упрощения сборки триггеров будем проводить ее без пайки на макетных платах****.

Чтобы не покупать детали россыпью, будем использовать готовые наборы деталей (возможно, с некоторыми минимальными дополнениями).

Рассмотрим два варианта сборки RS-триггера.

Вариант 1. На базе микросхемы, содержащей четыре элемента «ИЛИ-НЕ».

В качестве базового набора элементов будем использовать детали из электронного конструктора «Микро-ник» фирмы «Амперка»***** (рис. 8).



Рис. 8

Для удобства сборки макетную плату конструктора «Микро-ник» мы заменили платой большего размера и добавили проводов синего и зеленого цветов.

Вариант 2. На базе микросхемы, содержащей четыре элемента «И-НЕ».

В качестве набора элементов будем использовать детали, бесплатно предоставленные сайтом «Сотворим вместе»***** (рис. 9).

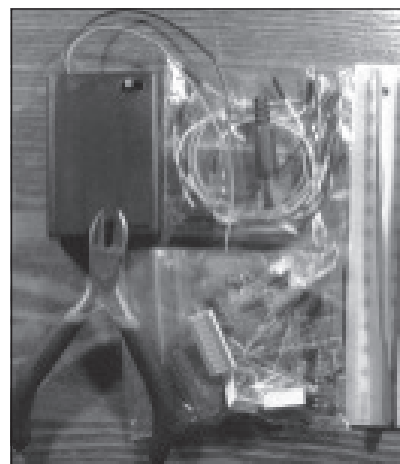


Рис. 9

**** Макетная плата без пайки: <http://sotvorimvmeste.ru/viewtopic.php?f=12&t=8>

***** Конструктор «Микро-ник» фирмы «Амперка»: <http://amperka.ru/collection/kits>

***** Сайт «Сотворим вместе» (<http://sotvorimvmeste.ru/viewtopic.php?f=34&t=96&p=426>) совместно со спонсорами (НИУ МИФИ и др.) оказывает содействие в организации и работе технических кружков в учебных заведениях.

Перед сборкой схемы надо сначала нарисовать электрическую принципиальную схему триггера. Это можно сделать либо вручную (в тетрадке в клетку или на миллиметровой*) или с помощью компьютерных редакторов электрических схем, например, редактора sPlan 7.0**, который мы и будем использовать.

2.1. Общие замечания по сборке

Учащиеся выполняют один из вариантов сборки триггера в группах по два-три человека.

Перед практической работой группы должны сдать зачет-допуск, для которого нужно знать не только тему «Логика» учебника (см., например, [1, 5]), но и данное описание, а также ответить на контрольные вопросы (см. Приложение).

Монтажные схемы рисовать не следует, чтобы ученики бездумно не собирали схемы как пазлы.

Желательно, чтобы на практической работе перед учащимися был лист с электрической принципиальной схемой, на которой они карандашом (чтобы была возможность стереть) обводили собранные участки схемы.

Для питания схем будем использовать батарейные отсеки на три батарейки по 1,5 В типа АА («пальчиковые»), которые соединены последовательно.

Фактически такие батарейные отсеки дают около 4,5 В (3×1,5 В). По справочникам у микросхемы питание должно быть 5 В ± 5 %, т. е. от 4,75 В до 5,25 В, но при свежих батарейках все нормально работает***.

Для подключения к шине +5 В (4,5 В) будем использовать красные провода, а для подключения к нулевой шине (общий, земля (GND, ground), −5 В) — синие провода (такие цвета приняты в электронике).

Особенно надо быть внимательным при подключении батареек в варианте 1 (в схеме с вентилями «ИЛИ-НЕ» на базе конструктора «Микроник»). Там отсутствует разъем питания (который есть в варианте 2), и существует опасность ошибочно подключить плюс батарейки (красный провод) к общей синей шине макетной платы. И хотя кажется очевидным, что красный провод от батарейки надо подключать к красной плюсовой шине монтажной платы, но лучше установить разъем по питанию, как в варианте 2, и полностью исключить вероятность такой ошибки.

Остальные соединения будем выполнять зелеными проводами (они хорошо видны на фоне белой макетной платы и деталей)****.

Длину проводов не будем брать с запасом, иначе за клубком проводов не будет видно схемы, сложно будет искать ошибки в соединениях, кроме того, провода будут выдергиваться, если их случайно задеть.

Более длинная ножка светодиодов (анод) (на рисунке 10 это правая ножка) должна подключаться к плюсу питания (в данной схеме — к выходам вентиля) через ограничивающий ток резистор, а более короткая ножка (катод) — к минусу (в данной схеме — к нулевой шине)*****.

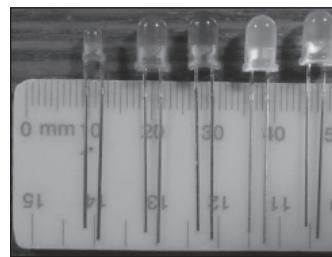


Рис. 10

Красный светодиод будем подключать к выходу Q , а зеленый светодиод — к выходу $\overline{Q}$ (Q инвертированному).

Для измерения всех электрических величин (напряжения, сопротивления и напряжения) будем использовать недорогой, компактный и с защитой от перегрузок цифровой мультиметр (тестер), например, DT838*****.

Номиналы (значения сопротивлений) резисторов можно определить по их цветным полоскам***** (рис. 11) или с помощью мультиметра.

Цветовая маркировка				
№ полосы и значение				
1 и 2	число			
3	кол-во нулей			
4	допуск			
1	2	3	4	
1	0	00	5%	
1000 Ом = 1 кОм 5%				
Черный				0
Коричневый				1
Красный				2
Оранжевый				3
Желтый				4
Зеленый				5
Синий				6
Фиолетовый				7
Серый				8
Белый				9
Золотой				5%
Серебро				10%
www.sotvorimvmeste.ru				

Рис. 11

При определении величины сопротивления резистора с помощью тестера необходимо, чтобы резистор не был подключен в схему.

При этом измерительный прибор покажет реальное сопротивление резистора, которое может отличаться в большую или меньшую сторону от номинального сопротивления (в пределах допуска, указанного на резисторе).

Например, для резистора номиналом в 1 кОм и допуском ± 5 % величина сопротивления может быть от 950 до 1050 Ом. Как видно на рисунке 12, при измерении сопротивления конкретного резистора мультиметр (DT838) показывает 969 Ом.

В качестве вентиля (элементов «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ») для триггера можно использовать любые два вентиля из четырех входящих в состав используемых микросхем.

***** Использование стрелочных (аналоговых) тестеров менее удобно.

***** Цветовая маркировка резисторов: <http://sotvorimvmeste.ru/viewtopic.php?f=33&t=80#p268>

* Раньше для таких целей даже продавались специальные трафаретки для радиоинженеров.

** Редактор электрических схем sPlan 7.0: <http://splansoft.ru/>

*** Для «подсевших» батареек можно использовать батарейные отсеки на четыре батарейки.

**** О проводах и монтаже на макетной плате см.: <http://sotvorimvmeste.ru/viewtopic.php?f=12&t=131>

***** Если перепутать выводы светодиода, то он будет «заперт» (т. е. не будет пропускать ток) и, следовательно, не будет светиться.



Рис. 12

Для индикации включения питания слева вверху на макетных платах установим красный светодиод с ограничивающим ток резистором в 1 кОм.

Чтобы легче выполнить сборку схем, разобьем весь процесс сборки на несколько этапов.

2.2. Инструменты для сборки

При сборке схем мы использовали следующие инструменты (см. также [3], гл. 2) (рис. 13):

- бокорезы — для обрезания проводников и зачистки их от изоляции*;
- пинцет;
- длинногубцы — для изгибания выводов деталей и проводов;
- лупа складная — для чтения маркировок на резисторах и микросхемах (достаточно двух-трех штук на класс).

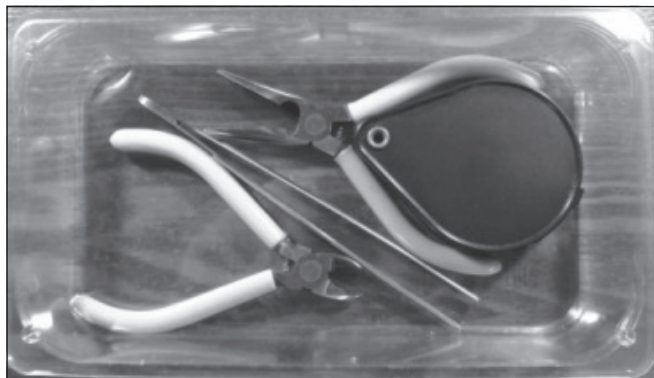


Рис. 13. Инструменты для сборки схем

Инструменты должны быть небольшими, так как выводы деталей и провода имеют диаметр меньше 1 мм. При этом также уменьшается травмоопасность инструмента, а также его стоимость.

Для зачистки концов проводов от изоляции и их обрезки удобно использовать специальные клещи (стрипперы) с минимальным диаметром проводов 0,5–0,6 мм.

Нож по соображениям безопасности лучше не использовать. На всякий случай у учителя под рукой всегда должны быть йод и вата.

* Бокорезы и пинцет прилагаются к набору деталей от сайта «Сотворим вместе».

2.3. Вариант 1. Порядок сборки RS-триггера на микросхеме 4×«2ИЛИ-НЕ»

Электрическая принципиальная схема.

По функциональной схеме триггера (см. рис. 6) нарисован в редакторе sPlan электрическую принципиальную схему RS-триггера на микросхеме 4×«2ИЛИ-НЕ»** (рис. 14).

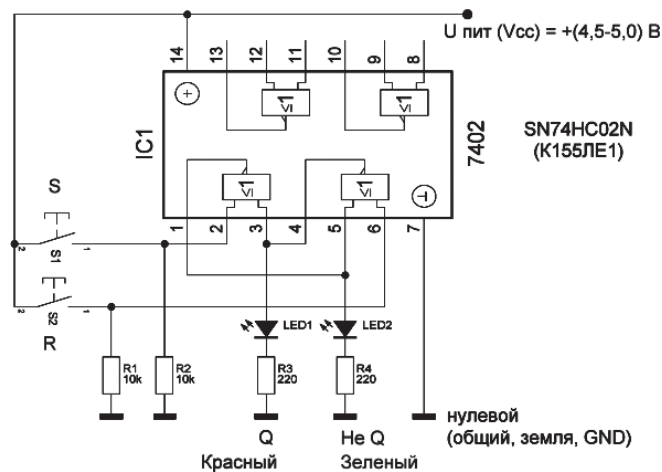


Рис. 14

Этапы сборки триггера.

1. Установка элементов на монтажную плату и подключение деталей к шинам питания (рис. 15).

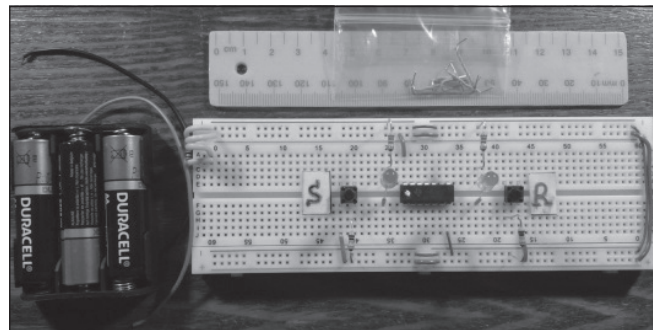


Рис. 15

Батарейки отключены от схемы.

2. Соединение установленных элементов проводами (перемычками) и проверка работы схемы (рис. 16).

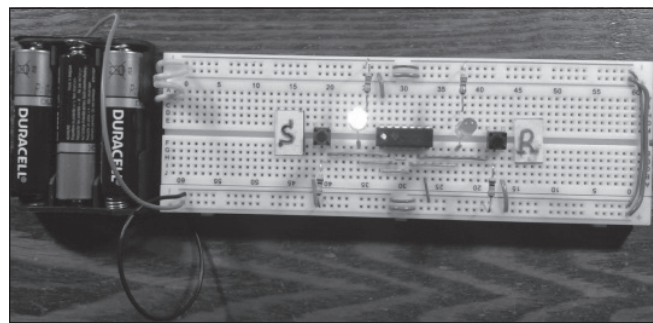


Рис. 16

** В редакторе sPlan вентили «2ИЛИ-НЕ» обозначаются по стандарту Великобритании (значок «≥1» соответствует логической операции ИЛИ). Резисторы R1 и R2 можно брать и других номиналов (например, от 1 до 2,2 кОм, но в конструкторе «Микроник» таких номиналов нет).

В используемой импортной микросхеме SN-74HC02N (SN7402) (отечественный аналог — микросхема К155ЛЕ1) четыре двухходовых вентиля «ИЛИ-НЕ» (4×«2ИЛИ-НЕ»).

Ключ у микросхемы (выемка на корпусе) расположен слева. Нумерация выводов микросхемы идет от ключа по кругу против часовой стрелки.

На схеме в качестве *первого* логического элемента «ИЛИ-НЕ» будем использовать, например, вентиль с входами на ножках 2, 3 и выходом на ножке 1 (см. цоколёвку микросхемы на с. 19).

В качестве *второго* логического элемента «ИЛИ-НЕ» будем использовать, например, вентиль с входами на ножках 5, 6 и выходом на ножке 4.

Питание на схему можно подавать (подключением проводов батарейного отсека) только после завершения этапа сборки и проверки схемы. При этом красный провод (+4,5 В) подключается к красной шине платы, а черный провод — к синей (общей) шине. *Их нельзя перепутать!*

Если схема собрана правильно, то при нажатии на левую кнопку *S* (Set) загорается левый красный светодиод (выход *Q* устанавливается в 1), а правый зеленый светодиод не горит (выход НЕ *Q* = 0) (рис. 17).

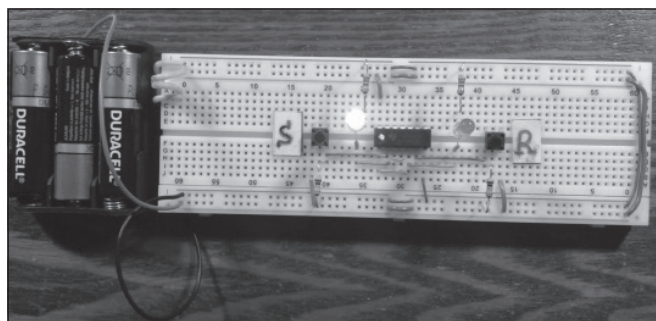


Рис. 17

При повторных нажатиях кнопки *S* ничего не меняется.

При нажатии на правую кнопку *R* (Reset) левый красный светодиод гаснет (выход *Q* сбрасывается в 0) и, соответственно, загорается правый зеленый светодиод (выход НЕ *Q* = 1) (рис. 18).

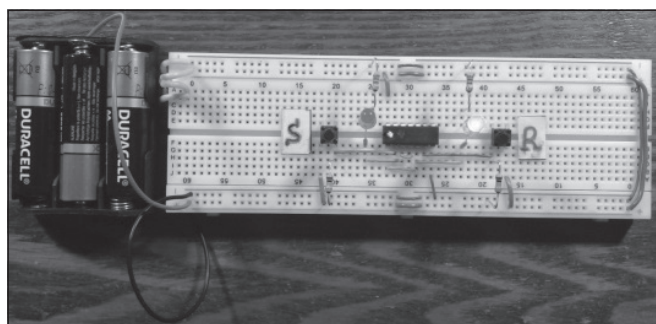


Рис. 18

Повторные нажатия кнопки *R* ничего не меняют.

Одновременное нажатие кнопок *S* и *R* запрещено. Схема не сгорит, но в этом режиме она не работает как триггер (оба светодиода не горят, т. е. *Q* = 0 и НЕ *Q* = 0) (рис. 19).

3. У нас остались неиспользованными в микросхеме еще два вентиля «ИЛИ-НЕ» (т. е. на этой микросхеме можно при желании собрать еще, например, один триггер).

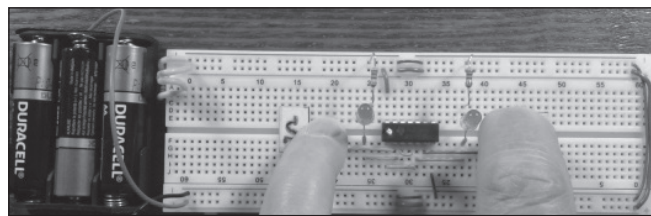


Рис. 19

Сборка и проверка работы RS-триггера закончены.

Если схема все-таки не работает (или работает неправильно), то надо проверить все соединения по электрической принципиальной схеме или проверить схему тестером.

2.4. Вариант 2. Порядок сборки RS-триггера на микросхеме 4×«2И-НЕ»

Электрическая принципиальная схема RS-триггера на микросхеме 4×«2И-НЕ» приведена на рисунке 20.

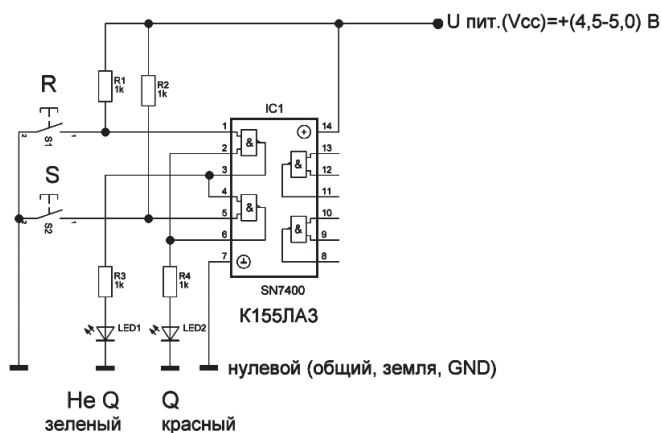


Рис. 20

Мы немного изменили схемы, приведенные в [2] и на сайте «Сотворим вместе»:

- В схеме, приведенной в [2], для более надежной работы триггера (защиты от помех), как это и полагается по документации на микросхему (см., например, в справочнике М. Тули [7]), мы подключили входы вентилях 1 и 5 через резисторы 1 кОм (*R1* и *R2*) к шине питания +5 В. Дело в том, что, когда кнопки *S1* и *S2* разомкнуты (не нажаты), входы вентилях 1 и 5 «висят в воздухе» и воздействующие на них электромагнитные и статические электрические помехи могут спонтанно переключить триггер. Если уровень помех невысокий и надежность хранения триггером информации (одного бита) не слишком важна (что соответствует школьным условиям), то эти резисторы (*R1* и *R2*) можно не ставить и тем самым упростить схему. Без них и так все будет нормально работать. Номиналы резисторов, ограничивающих ток у светодиодов, заменили с 330 Ом на 1 кОм.
- Для схемы, приведенной на сайте «Сотворим вместе»*, мы к выходу НЕ *Q* подключили зеленый светодиод с ограничивающим ток резистором 1 кОм.

* Сборка RS-триггера: <http://sotvorimvmeste.ru/viewtopic.php?f=9&t=11>

Этапы сборки триггера.

1. Установка элементов на монтажную плату и подключение деталей к шинам питания (рис. 21).

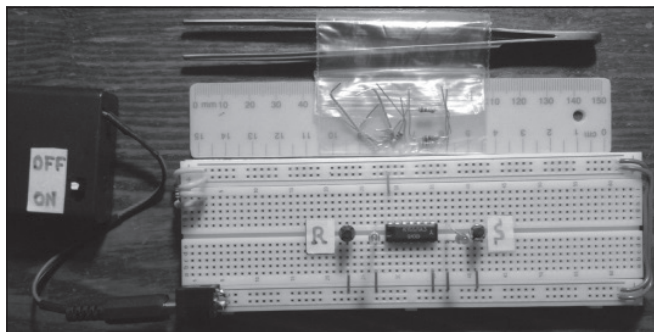


Рис. 21

Выключатель батарейного отсека находится в состоянии OFF («Отключено»), т. е. питание на схему не подается.

В используемой микросхеме (отечественная микросхема К155ЛА3 или импортный аналог SN7400) четыре двухвыходовых вентиля «И-НЕ» (4×«2И-НЕ»).

Ключ у микросхемы (выемка на корпусе) расположен слева. Нумерация выводов микросхемы идет от ключа по кругу против часовой стрелки.

На схеме в качестве первого логического элемента «И-НЕ» используется, например, вентиль с входами на ножках 1, 2 и выходом на ножке 3 (см. цоколевку микросхемы на с. 19).

В качестве второго логического элемента «И-НЕ» будем использовать, например, вентиль с входами на ножках 12, 13 и выходом на ножке 11.

Питание на схему можно подавать (установкой переключателя на батарейном отсеке в положение ON («Включено»)) только после завершения этапа сборки и проверки схемы.

2. Соединение установленных элементов проводами (перемычками) и проверка работы схемы.

Резисторы $R1$ и $R2$, повышающие надежность работы схемы, пока не устанавливаем (на рисунке 22 они лежат на линейке).

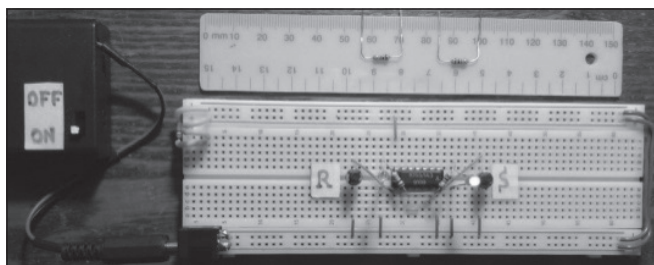


Рис. 22

Если схема собрана правильно, то при нажатии на правую кнопку S (Set) загорается правый красный светодиод (выход Q устанавливается в 1), а левый зеленый светодиод не горит (выход $\overline{Q}$ устанавливается в 0) (рис. 22).

При повторных нажатиях кнопки S ничего не меняется.

При нажатии на левую кнопку R (Reset) правый красный светодиод гаснет (выход Q сбрасывается в 0) и, соответственно, загорается левый зеленый светодиод (выход $\overline{Q}$ устанавливается в 1) (рис. 23).

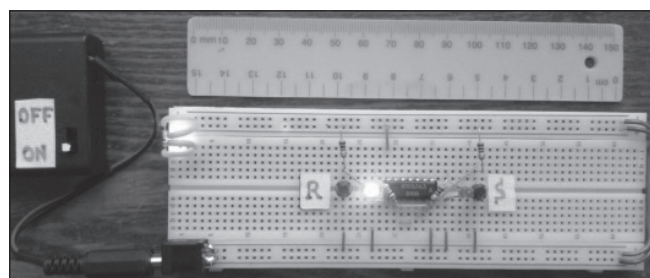


Рис. 23

Повторные нажатия кнопки R ничего не меняют.

Одновременное нажатие кнопок S и R запрещено. Схема не горит, но в этом режиме она не работает как триггер (оба светодиода горят, т. е. $Q = 1$ и $\overline{Q} = 1$) (рис. 24).

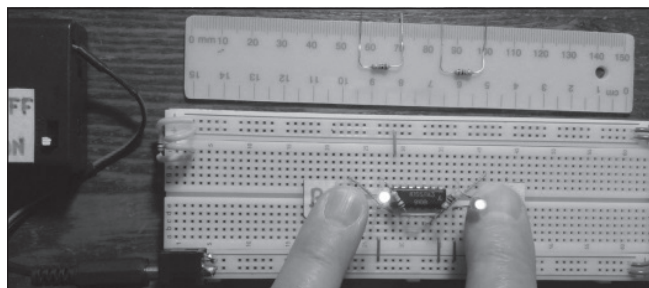


Рис. 24

3. Убедившись, что схема работает правильно, устанавливаем резисторы $R1$ и $R2$ и снова проверяем работу схемы (см. этап 2 сборки) (рис. 25).

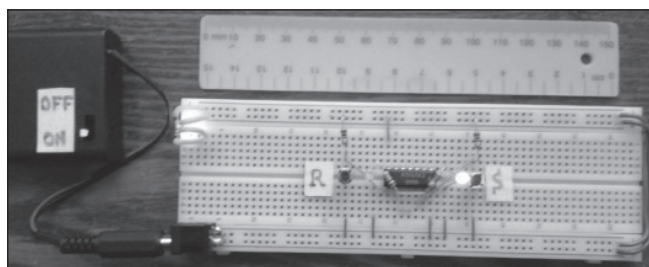


Рис. 25

4. У нас остались неиспользованными в микросхеме еще два вентиля «И-НЕ» (т. е. на этой микросхеме можно при желании собрать, например, еще один триггер).

Сборка и проверка работы RS-триггера закончены.

Если схема все-таки не работает (или работает неправильно), то надо проверить все соединения по электрической принципиальной схеме или проверить схему тестером.

3. Выводы

Сборка триггеров из реальных деталей с использованием монтажных плат без пайки оказалась несложной и вполне доступной для учащихся IX—X классов в течение урока после предварительной теоретической подготовки.

Рассмотренные схемы триггеров содержат небольшое количество недорогих деталей, которые можно взять, например, из конструктора «Микроник» фирмы «Амперка» или получить бесплатно на сайте «Сотворим вместе».

Использование реальных электронных деталей для сборки:

- знакомит учеников с увлекательным миром цифровой электроники (раньше многие люди увлекались радиолюбительством!) и развивает техническое творчество;
- углубляет, расширяет и интегрирует знания по информатике, физике, технологии и отчасти черчению (при использовании, например, редактора sPlan).

Представленная работа уменьшает существующую в нашем образовании диспропорцию между изучением программного и аппаратного обеспечения на уроках информатики (на изучение аппаратного обеспечения вместе с практикой по нему обычно выделяется недостаточное время) и является особенно актуальной в инженерных и профильных классах.

Подробное описание в данной работе вариантов сборки триггеров должно помочь учителям и ученикам, мало знакомым с электроникой, в успешном проведении этих практических работ.

Работа фактически не зависит от используемого в школе учебника информатики и может стать первым шагом для дальнейшего применения более сложной электроники — Arduino и др.

Список использованных источников*

1. Горячев А. В. Информатика. 9 класс. Кн. 2. М.: Баласс, 2013.
2. Еремин Е. А. Популярная лекция об устройстве компьютера. СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
3. Платт Ч. Электроника для начинающих / пер. с англ. 2-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2017.
4. Поляков К. Ю. Информатика. 9 класс: учебник. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016.
5. Поляков К. Ю. Информатика. Углубленный уровень. Учебник для 10 класса: в 2 ч. Ч. 1, 6-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017.
6. Ревич Ю. В. Занимательная электроника. 2-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
7. Тули М. Карманный справочник по электронике / пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1993.

Полезные ссылки

1. Сайт для поиска деталей и оборудования по минимальной цене: <http://www.chipfind.ru/>
2. Фирма Амперка: <http://amperka.ru/>
3. Сайт «Сотворим вместе»: <http://sotvorimvmeste.ru/>
4. О проводе и монтаже на макетной плате: <http://sotvorimvmeste.ru/viewtopic.php?f=12&t=131#p406>
5. Способ соединения гнезд на макетной плате: http://robocraft.ru/files/starter_kit/breadboard_wires/breadboard_connection.jpg
6. Цветовая маркировка резисторов: <http://www.radiant.su/rus/articles/?action=show&id=335>.
7. Базовые логические элементы (И, ИЛИ, НЕ): <http://go-radio.ru/bazovie-logicheskie-elementi.html>
8. Что такое триггер: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Триггер>
9. Сборка RS-триггера на микросхеме: <https://www.youtube.com/watch?v=RH7c0ZUB6GI>; <http://go-radio.ru/rs-trigger.html>
10. Портал для радиолюбителей: <http://www.radioman-portal.ru/>

* В качестве ссылок на профильные учебники информатики для Х класса здесь приведена ссылка только на учебник К. Ю. Полякова [5]. Это сделано для сокращения списка литературы, тем более что данная работа практически не зависит от используемого в школе учебника информатики.

Приложение

Контрольные вопросы и задания для проекта «Сборка RS-триггера на микросхемах, содержащих элементы “ИЛИ-НЕ”, “И-НЕ”»

1. Как обозначают «ложь» (False) и «истину» (True) в алгебре логики? Какие значения может иметь логическая переменная? Нарисуйте модель логической переменной в виде переключателя.

2. Нарисуйте таблицу истинности логических функций И, ИЛИ, НЕ. Какой у них приоритет? Почему их называют полной (базовой) системой логических функций?

3. Нарисуйте схемы на выключателях, реализующих функции И, ИЛИ, НЕ.

4. Нарисуйте отечественные и зарубежные обозначения на схемах элементов И, ИЛИ, НЕ. Как называются эти элементы?

5. Нарисуйте таблицу истинности логических функций «штрих Шеффера» и «стрелка Пирса». Почему их называют полной (базовой) системой логических функций?

6. Как соединить элементы, реализующие логическую функцию «штрих Шеффера», чтобы получить конъюнктор, дизъюнктор и инвертор?

7. Как соединить элементы, реализующие логическую функцию «стрелка Пирса», чтобы получить конъюнктор, дизъюнктор и инвертор?

8. Каковы отечественные и импортные обозначения вентилях «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ»?

9. Каковы уровни напряжений ТТЛ-логики? Каков запрещенный диапазон напряжений? Почему для логических 0 и 1 выделены не два конкретных напряжения, а целые диапазоны напряжений?

10. Что такое инверсная логика? Как обозначаются инверсные входы на схемах?

11. Каковы правила нумерации выводов микросхем? Что такое ключ микросхемы? Куда подключаются выводы 7 и 14 ТТЛ-микросхем?

12. Что такое светодиод? Как он обозначается на схемах? Что означает полярность включения светодиода? Какой потенциал должен иметь длинный вывод светодиода по отношению к короткому выводу? Можно ли включать светодиод без ограничивающего сопротивления?

13. Как маркируются малогабаритные резисторы? Определите номинал какого-либо резистора. Как связана величина сопротивления резистора с его номиналом и погрешностью (например, для резистора в 1 кОм и погрешности 5%)? Сколько Ом в 1 кОм, в 1 МОм? Как определить величину сопротивления резистора по закону Ома?

14. Как устроена макетная плата без пайки? Какие гнезда соединены между собой? Какие гнезда подключены к плюсу питания, а какие к нулевой шине? Какого цвета провода надо использовать для подключения к плюсу питания, а какие — для подключения к нулевой шине? Как еще называются и обозначаются плюс питания и нулевая шина?

15. Что такое триггер? Что является электромеханическим аналогом триггера? Когда и кем он был изобретен? Для чего применяется триггер? На каких электронных элементах его можно собрать? Как обычно называют триггер на английском языке?

16. Что представляет собой RS-триггер? Как он обозначается на схеме? Что обозначают кружки на выходе и входах? Какие еще бывают типы триггеров?

17. Сколько надо триггеров, чтобы можно было хранить 1 байт, 1 Кбайт?

18. Объясните принцип работы RS-триггера по его функциональным схемам для вентилях «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ». Что будет на выходах Q и «НЕ Q » при подаче одновременно на входы R и S активного сигнала?

19. По цоколевке микросхемы с вентилями «ИЛИ-НЕ» нарисуйте электрическую принципиальную схему триггера.

20. По цоколевке микросхемы с вентилями «И-НЕ» нарисуйте электрическую принципиальную схему триггера.

21. Почему неиспользуемые входы рабочих вентилях не должны «висеть в воздухе»? Куда их рекомендуется подключать и через какое сопротивление?

22. Когда к схеме можно подключать питание? Что надо сделать с питанием, если схема не работает или работает неправильно?

23. Как измерить напряжение питания и величину сопротивления резистора цифровым мультиметром? Почему надо сначала отключить резистор от схемы, чтобы измерить его сопротивление?

НОВОСТИ

Две золотые и две серебряные медали завоевали российские школьники на Международной олимпиаде по информатике

5 сентября стали известны результаты 29-й Международной олимпиады по информатике (International Olympiad in Informatics — IOI), которая проходила в Цукубе (Япония). Российская сборная в составе четырех человек завоевала две золотые и две серебряные медали. Всего за призовые места на IOI-2018 состязались более 900 школьников из 85 стран мира.

Золотые медали на олимпиаде завоевали Рамазан Рахматуллин из Республики Татарстан и Владимир Романов из Москвы. Серебряные медали получили Михаил Анопренко из Санкт-Петербурга и Егор Лифарь из Москвы.

Министр просвещения Российской Федерации О. Ю. Васильева поздравила участников сборной и их наставников.

— Наша сборная по информатике возвращается домой после успешного выступления. Ребята завоевали четыре медали, показав высокий уровень владения информатикой. Когда цифровизация проникает во все сферы жизни человека, виртуозное владение навыками программирования имеет важнейшее значение. Про это

образно говорил академик Виктор Михайлович Глушков: без умения пользоваться компьютером человек XXI века будет «подобен человеку XX века, не умевшему ни читать, ни писать». И наша команда, безусловно, подтвердила свою высокую компьютерную грамотность. Важно, что ребята, не забывая про традиционное обучение, активно развиваются в той области, которая реально формирует наше будущее. И в этом заключается успех преемственности и последовательного развития российского образования. Может быть, именно сегодняшние победители олимпиады станут авторами тех прорывов, которые определяют развитие страны в самых разных сферах. Еще раз поздравляю ребят и их наставников и желаю им дальнейших успехов! — сказала глава Минпросвещения России.

Руководителем сборной выступил А. В. Малеев, проректор по международным программам и технологическому предпринимательству Московского физико-технического института. Главными тренерами сборной стали М. Тихомиров и А. Станкевич.

(По материалам, предоставленным пресс-службой Министерства просвещения РФ)

Детские технопарки «Кванториум» откроются в регионах к 2024 году

Детские технопарки «Кванториум» откроются в каждом регионе РФ с численностью населения более 60 тысяч жителей в рамках национального проекта в сфере образования, сообщила и. о. директора департамента государственной политики в сфере общего образования Минобрнауки Жанна Садовникова.

Национальный проект в сфере образования был утвержден майским указом президента в 2018 году. Планируется, что его реализация охватит период до 2024 года. В нем указывается на необходимость обеспечить глобальную конкурентоспособность российского образования, а также вхождение России в число 10 ведущих стран мира по качеству общего образования.

«В рамках реализации национального проекта в сфере общего образования мы продолжим реализацию успешных направлений — это сеть детских технопарков «Кванториум». И к концу реализации национального

проекта они будут доступны каждому региону численностью населения более 60 тысяч человек», — сказала Садовникова на съезде представителей общественно-профессиональных сообществ учителей и преподавателей учебных предметов в Российской академии образования.

Помимо этого, по ее словам, будет запущена полномасштабная работа с детьми вне школы — во всех регионах будут созданы Центры выявления и поддержки одаренных детей по опыту «Сириуса».

Президент РФ Владимир Путин 1 марта 2018 года в послании Федеральному Собранию заявил о необходимости продолжения укрепления целостной системы поддержки и развития творческих способностей и талантов детей. Такая система должна охватить всю территорию страны, интегрировать возможности таких площадок, как «Сириус», «Кванториумы», центры дополнительного образования и детского творчества во всех регионах России.

(По материалам «РИА Новости»)