

УДК 004.91: 378.14

АСИНХРОННЫЕ И ТАКТИРУЕМЫЕ RS – ТРИГГЕРЫ

¹Шадинова К.С., ¹Жусипбекова Ш.Е., ¹Жакипова Ш.А., ²Суранчиева З.Т., ²Маханова А.С.,
²Маметжанова Н.Х., ²Рсалина Л.А., ²Байшыгашова Э.А., ³Жангул Шерикхан

¹Казахский Национальный Медицинский Университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы,
e-mail: Shadinova.ks@mail.ru, Sholpan_80Aeka@mail.ru, Shinar85@mail.ru;

²Казахский Государственный Женский Педагогический Университет, Алматы,
e-mail: zina_ss@mail.ru, Naznur-85@mail.ru, Lyaz.jan@mail.ru, Elanora.bayshygashovna@mail.ru;

³Енбекшиказахский р/н., средняя школа села Койшыбек, e-mail: zhangulsh@mail.ru

Любая информация нуждается в материальном носителе. В электронике таким носителем является электрический заряд. Информацию можно представить в виде изменения электрического тока или напряжения, называемого сигналом. Над сигналами можно совершать определенные операции, которые называются логическими. Простые операции выполняются простейшими логическими элементами. Для совершения сложных операций нужно обеспечить сохранность информации. Для этой цели требуются запоминающие устройства. Элементарной ячейкой памяти является схема триггера. Триггеры получили широкое распространение в автоматике, вычислительной и измерительной технике.

Ключевые слова: Триггер, логические элементы, И, ИЛИ, НЕ, ДТЛ

ASYNCHRONOUS AND TAKTIRUYEMY RS – TRIGGERS

¹Shadinova K.S., ¹Zhusipbekova Sh.E., ¹Zhakupova Sh.A., ²Suranchieva Z.T., ²Mahanova A.S.,
²Mametzhanova N.H., ²Rsalina L.A., ²Bajshygashova Je.A., ³Zhangul Sherikhan

¹Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty,
e-mail: Shadinova.ks@mail.ru, Sholpan_80Aeka@mail.ru, Shinar85@mail.ru;

²Kazakh State Women's Teacher Training University, Almaty, e-mail: zina_ss@mail.ru,
Naznur-85@mail.ru, Lyaz.jan@mail.ru, Elanora.bayshygashovna@mail.ru;

³Enbekshikazahsky p/n, high school Koyshybek village, e-mail: Zhangulsh@mail.ru

Any information needs to be a tangible medium (material carrier). In electronics such a material carrier is called an electrical charge. Information can be represented as a change in electric current or voltage which is called a signal. Over signals you can accomplish certain operations, which are called logical. Simple operations could be carried out with the simplest logical elements. To carry out complex operations need to provide safety information. For this purpose required a storage devices. Elementary cell is called triggers scheme. Triggers are widely used in automatics, computing and measurement technology.

Keywords: Trigger, logical elements, AND, OR, NOT, DTL

Цель работы: Ознакомиться с принципом построения и работой триггерных структур на дискретных и базовых логических элементах.

Триггером (от англ. trigger – защелка, курок) называется устройство, имеющее два устойчивых состояния, и может скачком переходить из одного устойчивого состояния в другое под воздействием управляющего напряжения. При отсутствии внешних воздействий триггер может сколько угодно долго находиться в одном из устойчивых состояний, из которого выводится управляющим входным сигналом. Простейшим является асинхронный RS-триггер, построенный на двух транзисторах, работающих в ключевом режиме, охваченных глубокой положительной обратной связью. Причем выходное напряжение одного триггера непосредственно принимает участие в управлении другим (рис. 1). Если сигналы на

входах этого устройства обозначить через S и R , а на выходах – через Q и $\bar{Q}$, то связь между этими переменными можно выразить следующим образом:

$$Q = S + \bar{Q}, \quad \bar{Q} = R + Q. \quad (1)$$

При этом значения выходных сигналов инверсны по отношению друг-другу. В этой схеме элементы $VD1, R_{61}, VT1$ и R_{k1} образуют одно плечо, а элементы $VD2, R_{62}, VT2$ и R_{k2} – другое плечо триггера и выбираются строго идентичными. Пусть на входах триггера появятся потенциалы $S = 0, R = 1$. Тогда транзистор $VT1$ закрывается и переходит в режим отсечки, а на его коллекторе и в узле В появится высокий потенциал ($Q = 1$). Этим потенциалом транзистор $VT2$ открывается, переходя в режим насыщения, а на его коллекторе и в узле А появится низкий (нулевой) потенциал ($\bar{Q} = 0$). В этом состо-

янии триггер может находиться сколь угодно долго, пока значения потенциалов на входах не поменяются местами, т.е. $S=1$, $R=0$. Тогда триггер немедленно меняет свое состояние на противоположное: $Q=0$; $\bar{Q}=1$. Такая схема называется асинхронным RS-триггером от первых букв английских слов **Set** – установка, **Reset** – сброс, имея в виду, что при $S=0$, $R=1$ триггер устанавливается в единичное состояние ($Q=1$), а при $S=1$, $R=0$ – в нулевое ($Q=0$). Работа такого триггера отражается в соответствующей таблице истинности (табл. 1). Команда $S=R=0$ является недопустимой, т.к. при этом оба плеча триггера переходят в единичное состояние и неизвестно, какое состояние он займет после снятия входных сигналов.

Таблица 1
Истинность асинхронного триггера

S	R	Q	$\bar{Q}$
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	Неопределенность	
0	0	Недопустимое сост-е	

Асинхронный триггер можно построить на двух базовых логических элементах 2И-НЕ или 2ИЛИ-НЕ, где цифра 2 означает количество входных цепей элемента (рис. 2, а). Обратная связь в схеме создана за счет подачи выходного сигнала каждого элемента на один из входов другого. Именно наличие обратной связи отличает триггеры от ранее рассмотренных комбинационных устройств: сигнал обратной связи позволяет в триггере учитывать его предшествующее состояние. Связь между входными и выходными величинами такого триггера может быть выражена как

$$Q = \bar{S} \wedge \bar{Q}, \quad \bar{Q} = \bar{R} \wedge Q. \quad (2)$$

Условное графическое изображение асинхронного RS-триггера, управляемого нулевым потенциалом, показано на рис. 2, б. Можно создать асинхронный RS-триггер, управляемый единичным сигналом путем введения двух дополнительных элементов И-НЕ, включенных по схеме НЕ (рис. 3, а).

В этом случае смена состояния триггера происходит в результате преобразования $S \rightarrow \bar{S}$ или $R \rightarrow \bar{R}$ через входные логические элементы НЕ.

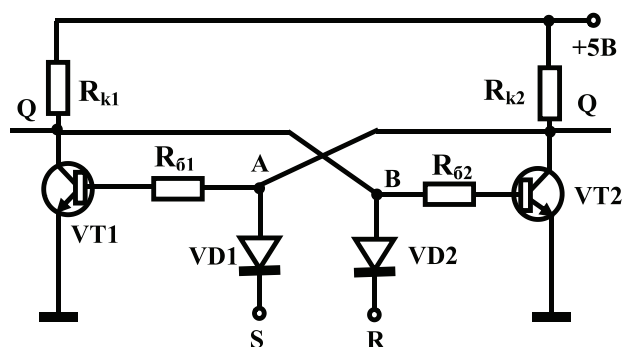


Рис. 1. Принцип построения триггера на дискретных элементах

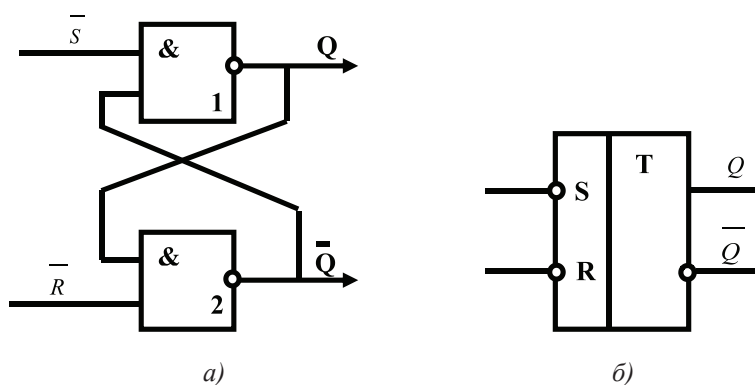


Рис. 2. Построение асинхронного RS-триггера на базовых логических элементах типа 2И-НЕ (а) и его условное изображение (б)

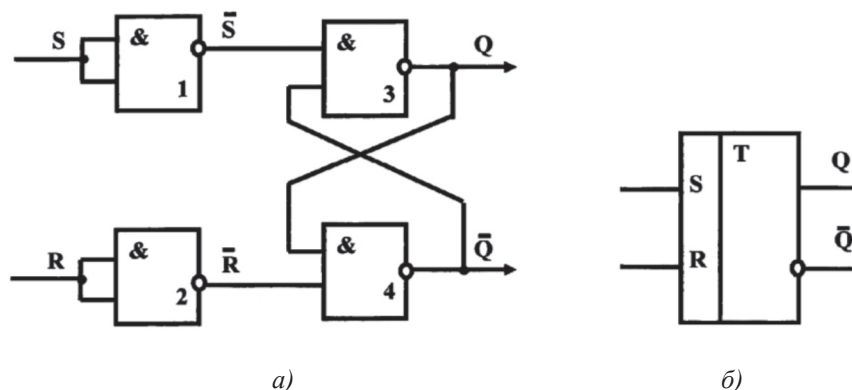


Рис. 3. Схема триггера, управляемого единичным потенциалом (а) и его условное изображение (б)

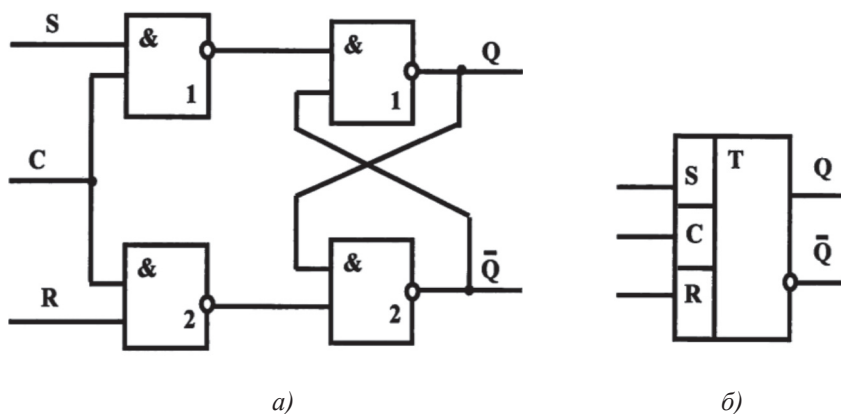


Рис. 4. Тактируемый асинхронный триггер на базовых логических элементах (а) и его графическое изображение (б)

Асинхронный триггер мгновенно переключается при поступлении входного сигнала. Во многих устройствах автоматики часто возникает необходимость синхронизировать во времени переключение триггеров. Такие триггеры имеют дополнительный тактируемый вход – С, на который подаются тактовые, положительные импульсы. Информацию на S- и R-входах в этом случае триггер воспринимает только при наличии тактового импульса на дополнительном входе. Такой триггер может быть построен путем преобразования входных цепей элементов 1 и 2 предыдущего триггера (рис. 4, а). Тактируемые триггеры обладают большими логическими возможностями, чем асинхронные.

Порядок выполнения работы

Задание 1

Монтаж и исследование триггера, построенного на биполярных транзисторах.

1.1. Начертить полную схему электрическую принципиальную триггера на транзисторах по рис. 1.

1.2. Привести в соответствие элементы схемы элементам на стенде по табл. 2.

Таблица 2
Соответствие элементов триггера на дискретных элементах

На схеме	На стенде
$R_{k1} = R_{k2}$	$R_5, R_6 = 1 \text{ кОм}$
$R_{\bar{a}1} = R_{\bar{a}2}$	$R_9 = R_{10} = 10 \text{ кОм}$
$VD1 = VD2$	$VD7 = VD9 \text{ (ДЗ10)}$
$VT1 = VT2$	$VT1, VT2 \text{ (КТ315)}$

1.3. Определить номера и число расширителей для монтажа схемы.

1.4. Составить таблицу соединений схемы.

1.5. Смонтировать схему триггера по таблице соединений.

1.6. Коммутацию входных сигналов осуществлять тумблерами SA1(S) и SA2(R).

1.7. Подготовить комбинированный измерительный прибор Ц4342 к измерению напряжения постоянного тока с пределом 5В.

1.8. Состояние триггера определяется измерением коллекторных напряжений вольт-метром. При этом показание прибора $U \geq 2.5$ В воспринимается за лог. «1», а при $U \leq 0.4$ В – за лог. «0».

1.9. После проверки преподавателем правильности соединений, включить блока питания стенда.

1.10. Составить таблицу истинности триггера и, подавая на входы триггера поочередно лог. «0» и лог. «1», проверить работу триггера.

1.11. Выключить блок питания стенда и демонтировать схему.

Задание 2

Монтаж и исследование асинхронного RS – триггера на базовых логических элементах ИМС К155ЛА3.

2.1. Начертить полную схему триггера по рис. 2.

Схема должна учитывать:

а) управление триггером от тумблеров SA1 и SA2;

б) подключение выхода, определенного как единичный, к группе А блока индикации 1 (HL-A1);

в) подключение выхода, определенного как нулевой, к группе В блока индикации 1 (HL-B1);

г) в процессе разработки схемы триггера и при ее коммутации следует ориентироваться на рис. 2 лабораторной работы № 8, где приведена полная цоколевка ИМС К155ЛА3.

д) питание блоков индикации 1 и 2 осуществить от контактов клеммы + 5В.

2.2. Определить номера и число используемых расширителей.

2.3. Написать таблицу соединений.

2.4. Смонтировать схему триггера по таблице соединений.

2.5. После проверки преподавателем правильности монтажа, включить блок питания стенда.

2.6. Составить таблицу истинности для данного RS – триггера.

2.7. Поочередно подавая на входы триггера лог. «0» и лог. «1», исследовать работу триггера и заполнить таблицу истинности.

2.8. Найти и устранить неисправность, внесенную в схему преподавателем.

2.9. Выключить блок питания, но схему не демонтировать.

Задание 3

Монтаж и исследование асинхронного RS – триггера на ИМС 155ЛА3, управляемого лог. «1».

3.1. Дополнить исследованную схему асинхронного RS – триггера новыми логическими элементами по рис. 3, для чего:

а) отсоединив одиночные проводники из тумблеров SA1 и SA2, перебросить их на выходные контакты логических элементов 1 и 2.

б) спаренными проводниками, отводящими с контактов каждого тумблера SA1 и SA2, замкнуть входные цепи каждого логического элемента 1 и 2.

3.2. Составить таблицу истинности для данного триггера.

3.3. После проверки правильности монтажа схемы, включить блок питания стенда.

3.4. Поочередно подавая на входы лог. «1» и лог. «0», изучить работу триггера и убедиться в том, что данный триггер управляется лог. «1».

3.5. Заполнить таблицу истинности триггера.

3.6. Закончить работу, выключить блок питания, но схему не демонтировать.

Задание 4

Исследование синхронизируемого RS – триггера.

4.1. Составить и нарисовать полную схему тактируемого RS – триггера по рис. 4, для чего:

а) управление по входам S и R осуществить через тумблеры SA1 и SA2;

б) управление по входу С осуществить кнопкой SB1 через контакт К1 спаренными проводниками.

4.2. Составить табл. 3 истинности тактируемого триггера, где по входу С означает положительный перепад, поступающий от SB1-K1 при нажатии.

Таблица 3

Истинность тактируемого триггера

ВХОДЫ		ВЫХОДЫ		
S	R	C	Q	$\bar{Q}$
0	1	┐		
1	0	┐		
1	1	┐		
0	0	┐		

4.3. После проверки правильности монтажа схемы, включить блок питания стенда.

4.4. Поочередно подавая на входы S и R триггера логические «0» и «1» по таблице истинности, изучить принцип действия тактируемого триггера.

4.5. Найти и устранить неисправность, внесенную в схему преподавателем.

4.6. Закончить работу, выключить блок питания стенда и демонтировать схему.

4.7. Привести рабочее место в порядок.

Задание на дом

1. Подготовить отчет по теме.
2. Изучить назначение триггеров и принципы их построения.
3. Освоить принцип действия и отличительные особенности различных схем триггеров.
4. Научиться определять внесенные в схему неисправности и, путем логического размышления, находить пути их устранения.
5. Изучить основные области использования триггеров.
6. Запомнить условные схематические изображения различных триггеров.
7. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что из себя представляет триггер?
2. Для каких целей может быть использован триггер?

3. Какие виды триггеров существуют и как они называются?

4. Чем отличается принцип управления триггерами с инверсными и прямыми входами?

5. Почему синхронизируемый триггер более предпочтителен, чем асинхронный?

6. Какой смысл вкладывается в обозначения S и R входных цепей триггера?

7. Выразите взаимозависимость выходной величины от аргументов?

8. Роль триггеров в автоматике и цифровой технике?

Список литературы

1. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. – М.: Энерго-атомиздат, 1988.
2. Прянишников В.А. Электроника. – С.-Пб.: Корона принт, 1998.
3. Эндерлайн Р. Микроэлектроника для всех. – Мир, 1989.
4. Наумов Ю.Е. Интегральные логические схемы. – М: Радио и связь, 1980.
5. Партала Ю.Е. Цифровая электроника – С.-Пб.: Наука и техника, 2000.