

ВАРИАНТЫ ПОСТРОЕНИЯ RS-ТРИГГЕРА

А. САМОЙЛЕНКО, г. Клин Московской обл.

Область применения RS-триггера чрезвычайно широка. Всем, кто работает в цифровой технике, приходится часто сталкиваться с проблемой оптимального построения этого узла. Неудивительно поэтому, что этому вопросу “Радио” уделяет довольно много внимания. Предлагаемую статью следует рассматривать как попытку дополнить уже имеющиеся на эту тему публикации.

При проектировании своих конструкций с RS-триггерами многие радиолюбители используют известные и часто применяемые в интегральной схемотехнике классические схемы (рис. 1, а и б). Такой триггер требует минимум двух простейших логических элементов, причем собранный на элементах одного типа он имеет либо только прямые, либо только инверсные установочные входы, что в некоторых случаях приводит к необходимости введения одного или даже двух дополнительных инверторов.

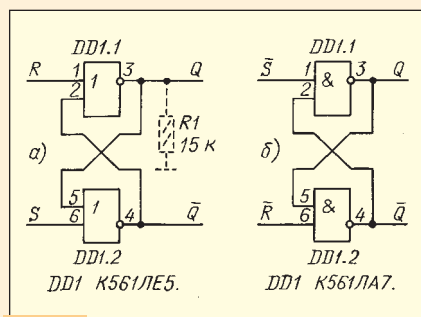


Рис. 1

Для радиолюбителя, очевидно, представляет интерес решение вопроса о RS-триггере, имеющем заданный вид входов (либо инверсные, либо прямые, или один инверсный, а другой — прямой) и собранным на тех элементах, которые у него есть в наличии. Могут быть использованы и резервные элементы в составе какой-либо собираемой конструкции (зачастую они разнотипны). Иногда бывает нужно увеличить число узлов той или иной готовой конструкции либо усовершенствовать ее путем замены логических элементов (“перемещение” их из одного блока в другой), либо в готовое устройство ввести дополнительный RS-триггер. В таких ситуациях выходом из положения будет применение RS-триггеров, собранных по нестандартным схемам. Этим объясняется появление публикаций [1—3].

Детальное рассмотрение этого вопроса показывает, что в дополнение к вариантам, описанным в [1 и 2], RS-триггер может быть реализован на любых простейших элементах, даже имеющих всего один вход (вплоть до логического повторителя и инверторов), и их различных сочетаниях. При реализации этого узла необходимо учитывать следующие характеристики классического RS-триггера:

1 — свойство находиться в одном из двух устойчивых состояний, каждое из

которых триггер сохраняет при отсутствии входных установочных импульсов неограниченно долго;

2 — наличие жесткой положительной обратной связи (ОС) с коэффициентом передачи в петле, значительно большим 1, скачкообразный переход из одного состояния в другое;

3 — минимум два входа: R (\bar{R}) — установка в состояние 0, S (\bar{S}) — установка в состояние 1;

4 — два взаимно-инверсных выхода. В упрощенном варианте, если примененный элемент всего один, может быть один выход;

5 — исходное напряжение входов не мешает хранению записанной информации. Для прямых установочных входов R и S это низкий уровень, а переключение происходит в момент подачи кратковременного импульса высокого уровня. Для инверсных входов \bar{R} и \bar{S} — это высокий уровень, а переключается триггер при подаче кратковременного импульса низкого уровня (рис. 2);

6 — подача управляющего импульса устанавливает триггер в состояние, однозначно определяемое тем входом, на который был подан импульс;

7 — повторная подача такого же управляющего импульса не изменяет состояние RS-триггера, а сами управляющие сигналы на выходы триггера не проходят.

Отметим, что из-за схемной симметрии триггеров по рис. 1, а и б входы и выходы могут быть переименованы путем очевидной замены

$R \leftrightarrow S$; $S \leftrightarrow R$

$\bar{S} \leftrightarrow \bar{R}$; $\bar{R} \leftrightarrow \bar{S}$

$Q \leftrightarrow \bar{Q}$; $\bar{Q} \leftrightarrow Q$.

Это своеобразное восьмое свойство триггера.

С учетом сказанного попробуем построить различные RS-триггеры. Как правило, для этого потребуются один-два логических элемента, столько же резисторов (если элементы одноходовые), развязывающие диоды.

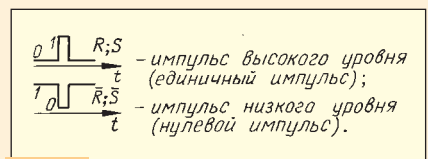


Рис. 2

RS-триггер на повторителе (повторителях). В качестве логического элемента в этом триггере использован один повторитель микросхем К176ПУ3, К561ПУ4 (в каждом корпусе таких повто-

рителей шесть), К176ПУ5 (четыре повторителя), как показано на рис. 3, а. В последнем случае обе части микросхемы питают одинаковым напряжением.

Если необходимо иметь инверсный выход \bar{Q} , триггер строят по схеме на рис. 3, б, а если оба выхода — любой из этих двух вариантов достаточно дополнить инвертором (в К176ПУ5 есть и прямые, и инверсные выходы).

Спротивление резистора R1 можно варьировать в широких пределах — от 10 кОм до 1 МОм. Минимальное его значение определено в основном нагрузочной способностью источника управляющего импульса. При увеличении сопротивления входное сопротивление триггера увеличивается.

Верхнее значение сопротивления ограничено током утечки диодов.

В триггере по схеме на рис. 4 резистор R1, включенный последовательно с одним из диодов, ограничивает ток источников управляющих импульсов при действии запрещенной комбинации $S=1, \bar{R}=0$ и одновременно обеспечивает приоритет входа \bar{R} . Этот резистор, кроме того, обеспечивает лучшую развязку управляющих входов.

В рассматриваемом триггере должно быть выполнено условие $R2 > 3R1$, причем, чем в большей степени оно удовлетворяется, тем больше помехозащищенность триггера. При действии запрещенной комбинации он устанавливается в нулевое состояние, а после ее окончания переходит в состояние, определяемое тем входом, установочный сигнал с которого был снят последним.

Чтобы улучшить развязку входов, в состав триггера по схеме на рис. 3, а можно ввести еще один повторитель (рис. 5). Поскольку оба элемента — повторители, выходы Q1 и Q2 синфазны. Сопротивление входов S и \bar{R} этого триггера равно сопротивлению

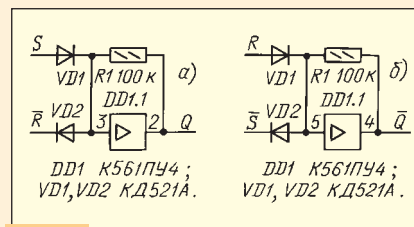


Рис. 3

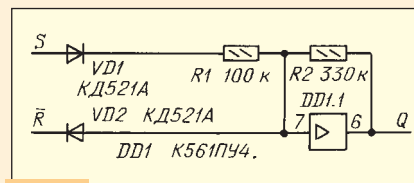


Рис. 4

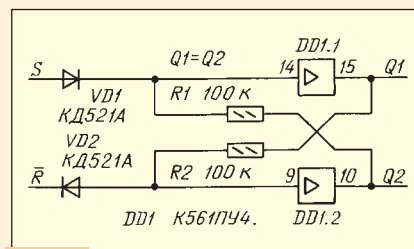


Рис. 5