**Триггер Шмидта**

Идеализированная передаточная характеристика триггера представляет собой прямоугольную петлю гистерезиса (рис. 2.1.1, *а*) с пороговыми уровнями напряжения http://pandia.ru/text/78/366/images/image001_242.gif и http://pandia.ru/text/78/366/images/image002_178.gif, при которых происходит переключение триггера из одного устойчивого состояния в другое. Такой характеристикой обладает и триггер Шмидта.

Гистерезис увеличивает стабильность работы триггера при напряжениях близких к пороговому. В отсутствии гистерезиса при входных напряжениях, близких к порогу срабатывания любая помеха на входе вызовет многократное переключение триггера, что обычно крайне не желательно.

Реальные передаточные характеристики триггера Шмидта отличаются в большей или меньшей мере от прямоугольной петли — в зависимости от используемых элементов и схемотехники триггера, а также влияния различных дестабилизирующих факторов.



*а б*

Рис. 2.1.1 — Передаточная характеристика несимметричного триггера (*а*)

и соответствующие ей временные диаграммы (*б*)

Если выходное напряжение http://pandia.ru/text/78/366/images/image004_108.gif (исходный режим триггера), то при увеличении входного напряжения выходное напряжение сохраняется на уровне http://pandia.ru/text/78/366/images/image005_90.gif до тех пор, пока http://pandia.ru/text/78/366/images/image006_83.gif. При достижении входным напряжением порогового уровня срабатывания http://pandia.ru/text/78/366/images/image002_178.gif (http://pandia.ru/text/78/366/images/image007_70.gif) происходит весьма быстрое скачкообразное переключение триггера в рабочий режим, в котором http://pandia.ru/text/78/366/images/image008_70.gif, при дальнейшем росте http://pandia.ru/text/78/366/images/image009_67.gif состояние триггера не изменяется, и сохраняется высокий уровень http://pandia.ru/text/78/366/images/image010_61.gif выходного напряжения. При уменьшении http://pandia.ru/text/78/366/images/image009_67.gif рабочий режим триггера сохраняется до тех пор, пока http://pandia.ru/text/78/366/images/image011_56.gif. При достижении входным напряжением порогового уровня отпускания http://pandia.ru/text/78/366/images/image001_242.gif (http://pandia.ru/text/78/366/images/image012_51.gif) происходит скачкообразное переключение триггера в исходное состояние, и при http://pandia.ru/text/78/366/images/image013_51.gif состояние триггера не изменяется. Пороговые уровни http://pandia.ru/text/78/366/images/image001_242.gif и http://pandia.ru/text/78/366/images/image002_178.gif (и ширина петли гистерезиса http://pandia.ru/text/78/366/images/image014_47.gif) являются основными параметрами триггера Шмидта. Понятно, что длительность переключения (срабатывания) триггера всегда конечна и зависит от свойств используемых компонентов. Формирование импульсов триггером Шмидта иллюстрируется на рис. 2.1.1, *б*. Изменение пороговых уровней http://pandia.ru/text/78/366/images/image001_242.gif и http://pandia.ru/text/78/366/images/image002_178.gif, а также введение смещения входного напряжения позволяют регулировать длительность формируемых импульсов и использовать триггер Шмидта в качестве сравнивающего устройства с управляемыми пороговыми уровнями.

Обязательное условие нормального функционирования триггера Шмидта http://pandia.ru/text/78/366/images/image015_48.gif.

Схема триггера Шмидта — триггера с эмиттерной связью — приведена на рис. 2.1.2.

Триггер с эмиттерной связью имеет два устойчивых состояния: в одном транзистор http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif заперт, транзистор http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif насыщен, в другом — наоборот. Переход триггера из одного состояния в другое осуществляется скачком каждый раз, когда управляющее напряжение http://pandia.ru/text/78/366/images/image018_41.gif достигает пороговых уровней http://pandia.ru/text/78/366/images/image001_242.gif и http://pandia.ru/text/78/366/images/image002_178.gif. Если, например, в исходном состоянии http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif заперт, http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gifнасыщен, то при http://pandia.ru/text/78/366/images/image019_36.gif транзистор http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif отпирается, восстанавливается петля положительной обратной связи и возникает регенеративный лавинообразный процесс, который завершается запиранием транзистора http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif.

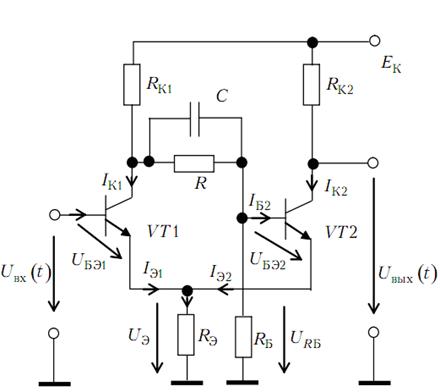


Рис. 2.1.2 — Триггер Шмидта на дискретных компонентах

Через резистор http://pandia.ru/text/78/366/images/image021_37.gif осуществляется не только положительная обратная связь http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif с http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif, но и отрицательная обратная связь по току в каскаде транзистора http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif. Однако в процессе опрокидывания определяющей является положительная обратная связь. Действительно, в процессе опрокидывания, когда оба транзистора открыты, ток http://pandia.ru/text/78/366/images/image022_38.gif в резисторе http://pandia.ru/text/78/366/images/image023_33.gif равен сумме токов http://pandia.ru/text/78/366/images/image024_32.gif и http://pandia.ru/text/78/366/images/image025_32.gifтранзисторов http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif и http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif, и изменение напряжения на резисторе http://pandia.ru/text/78/366/images/image023_33.gif: http://pandia.ru/text/78/366/images/image026_34.gif. Но http://pandia.ru/text/78/366/images/image027_31.gif (ток http://pandia.ru/text/78/366/images/image024_32.gif растет), http://pandia.ru/text/78/366/images/image028_27.gif (ток http://pandia.ru/text/78/366/images/image025_32.gif падает) и http://pandia.ru/text/78/366/images/image029_29.gif, так как http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif работает в усилительном режиме с коэффициентом усиления по току, много большим единицы; поэтому результирующее напряжение http://pandia.ru/text/78/366/images/image030_26.gif, то есть положительная обратная связь http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif с http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif является преобладающей.

2.1.2 Ждущий мультивибратор

Ждущий мультивибратор (рис. 2.1.3) или одновибратор представляет собой устройство, вырабатывающее один нормированный по амплитуде, длительности и форме импульс напряжения при каждом воздействии на мультивибратор запускающего импульса.



Рис. 2.1.3 — Ждущий мультивибратор

В исходном состоянии устойчивого равновесия транзистор http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif заперт, http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif насыщен. Состояние http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif обеспечивается резистором http://pandia.ru/text/78/366/images/image032_22.gif с сопротивлением http://pandia.ru/text/78/366/images/image033_24.gif, через который протекает базовый ток, достаточный для насыщения http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif.

В эмиттерной цепи протекает ток эмиттера http://pandia.ru/text/78/366/images/image034_24.gif, за счет которого на резисторе http://pandia.ru/text/78/366/images/image021_37.gif возникает падение напряжения http://pandia.ru/text/78/366/images/image035_22.gif. Одновременно через делитель http://pandia.ru/text/78/366/images/image036_22.gif протекает ток, создавая на резисторе http://pandia.ru/text/78/366/images/image037_20.gif падение напряжения http://pandia.ru/text/78/366/images/image038_19.gif. Если http://pandia.ru/text/78/366/images/image039_20.gif, то обеспечивается запертое состояние транзистора http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif.

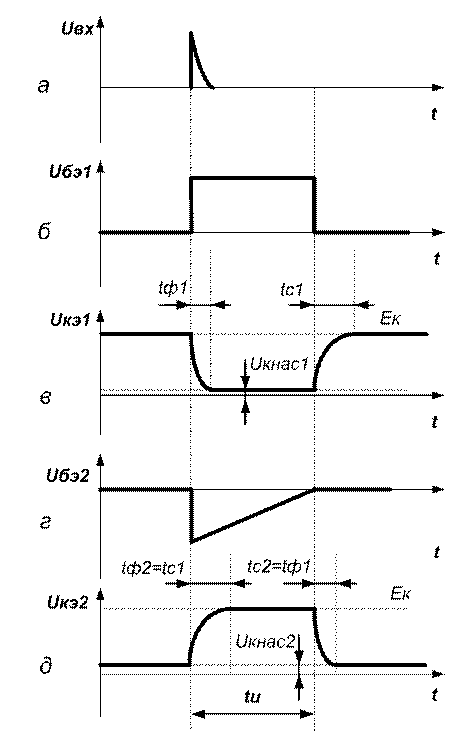


Рис. 2.1.4 — Временные диаграммы работы

ждущего мультивибратора

Конденсатор C в исходном состоянии заряжен до напряжения http://pandia.ru/text/78/366/images/image041_18.gif по цепи http://pandia.ru/text/78/366/images/image042_17.gif – http://pandia.ru/text/78/366/images/image043_16.gif – *С*– http://pandia.ru/text/78/366/images/image021_37.gif. Напряжение на конденсаторе*С*не может влиять на состояние открытого транзистора http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif из-за большого сопротивления http://pandia.ru/text/78/366/images/image044_17.gif закрытого транзистора http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif.

При поступлении запускающего сигнала происходит опрокидывание схемы, в результате которого http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif начинает открываться, и напряжение на его коллекторе уменьшаться. Отрицательный перепад напряжения с него через конденсатор C передается в базу транзистора http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif, запирая его и уменьшая ток эмиттера от отпирания http://pandia.ru/text/78/366/images/image016_45.gif меньше, чем уменьшение от запирания http://pandia.ru/text/78/366/images/image017_46.gif, так как http://pandia.ru/text/78/366/images/image045_16.gif.