


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 10.02.2022 15:45:00
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
«22» сентября 2016 г.



ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Методические указания по выполнению лабораторной работы
по дисциплинам «Электротехника, электроника, схемотехника»
и «Основы электроники»
для студентов специальности 09.03.01 «Информатика
и вычислительная техника»

Курск 2016

УДК 621.37(075)

Составители: В. И. Иванов, М.В. Бобырь

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Е.О. Брежнева*

Генераторы прямоугольных импульсов : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплинам «Электротехника, электроника, схемотехника» и «Основы электроники» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.И. Иванов, М.В. Бобырь. – Курск, 2016. – 12 с.: ил. 2, табл. 1. – Библиогр.: с.12.

Изложена методика проектирования генераторов прямоугольных импульсов, построенных на основе аналога интегрального таймера КР 1006 ВИ 1, и исследования работы генераторов в автоколебательном и ждущем режимах; приведены рекомендации по применению программы моделирования электронных схем **Electronics Workbench 5.0** для исследования характеристик генераторов.

Методические указания соответствуют требованиям программы дисциплин «Электротехника, электроника, схемотехника» и «Основы электроники».

Предназначены для студентов специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 22.09.16. Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,6. Тираж 50 экз. Заказ 951. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

1. Цель работы

Проектирование и исследование схем генераторов прямоугольных импульсов, работающих в режиме самовозбуждения (автоколебательного мультивибратора) и в ждущем режиме (одновибратора).

2. Основные теоретические положения и описание принципиальной схемы

Генераторы импульсов напряжения прямоугольной формы, которые переключаются под воздействием процесса регенерации, называют мультивибраторами. Этот принцип получения прямоугольных импульсов используется как в схемах на дискретных компонентах, так и в интегральных микросхемах.

В данной работе исследуются генераторы прямоугольных импульсов на основе интегральной микросхемы КР 1006 ВИ1. Зарубежным аналогом этой микросхемы является таймер 555. Этот таймер может работать как в непрерывном (автоколебательном) режиме, так и в ждущем режиме. В первом режиме генератор называется *мультивибратором*, а во втором – *одновибратором* или *ждущим* мультивибратором.

На рисунке 1 представлена схема мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме.

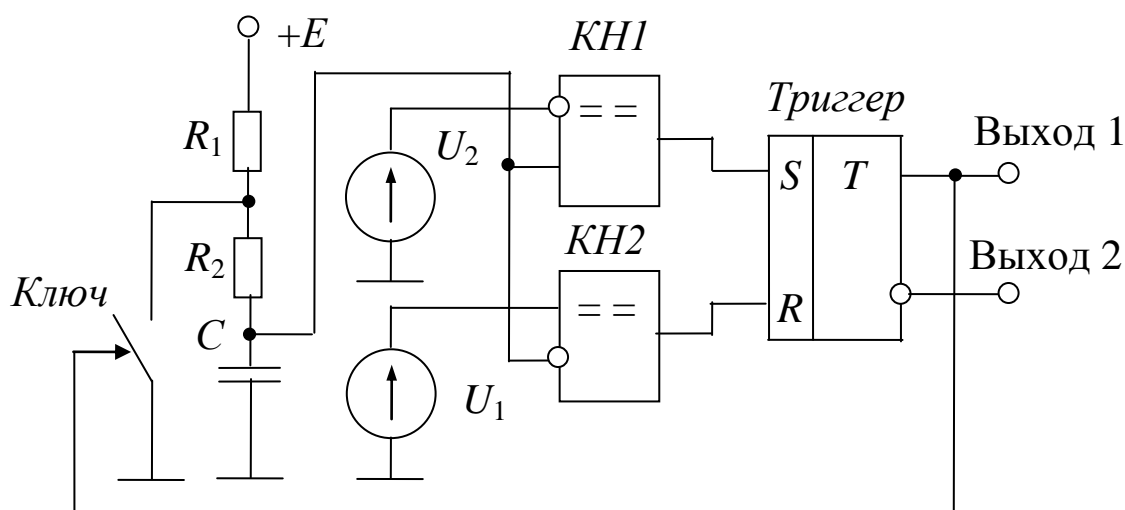


Рис. 1. Упрощенная схема генератора прямоугольных импульсов

Цикл мультивибратора состоит из двух интервалов. В первой части цикла электронный ключ S разомкнут, и конденсатор C заряжается через резисторы R_1 и R_2 от источника напряжения E . Когда напряжение на C достигает потенциала, равного U_2 , срабатывает компаратор напряжений $KH1$ и переключает триггер в состояние "1", при котором замыкается ключ S , и начинается разряд конденсатора C через резистор R_2 на общую шину. Когда напряжение на C понизится до потенциала, равного U_1 , срабатывает компаратор напряжений $KH2$ и переключает триггер в состояние "0", при котором электронный ключ S снова размыкается, и начинается заряд конденсатора C , т. е. новый цикл. Временные диаграммы в схеме мультивибратора показаны на рисунке 2.

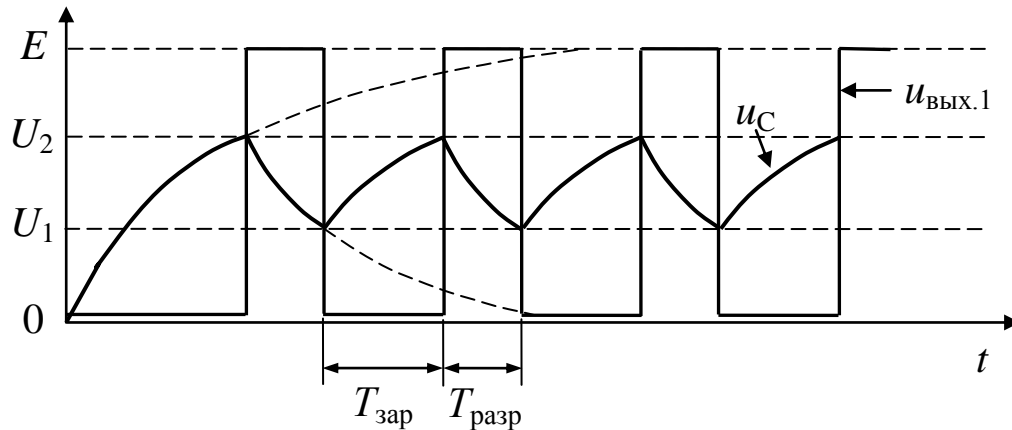


Рис. 2. Диаграммы напряжений на конденсаторе и выходе триггера

Напряжение на конденсаторе изменяется по экспоненциальному закону (поднимается при заряде и опускается при разряде) в пределах от U_1 до U_2 . Длительность стадии заряда определяется постоянной времени цепи заряда, равной $(R_1 + R_2)C$:

$$T_{\text{зар}} = (R_1 + R_2)C \ln \frac{E - U_1}{E - U_2}, \quad (1)$$

а длительность стадии разряда – постоянной времени цепи разряда, равной R_2C :

$$T_{\text{разр}} = R_2C \ln \frac{U_2}{U_1}. \quad (2)$$

Если сопротивление резисторов в (1) и (2) выражено в килоомах, а емкость – в нанофарадах, то время измеряется в микросекундах.

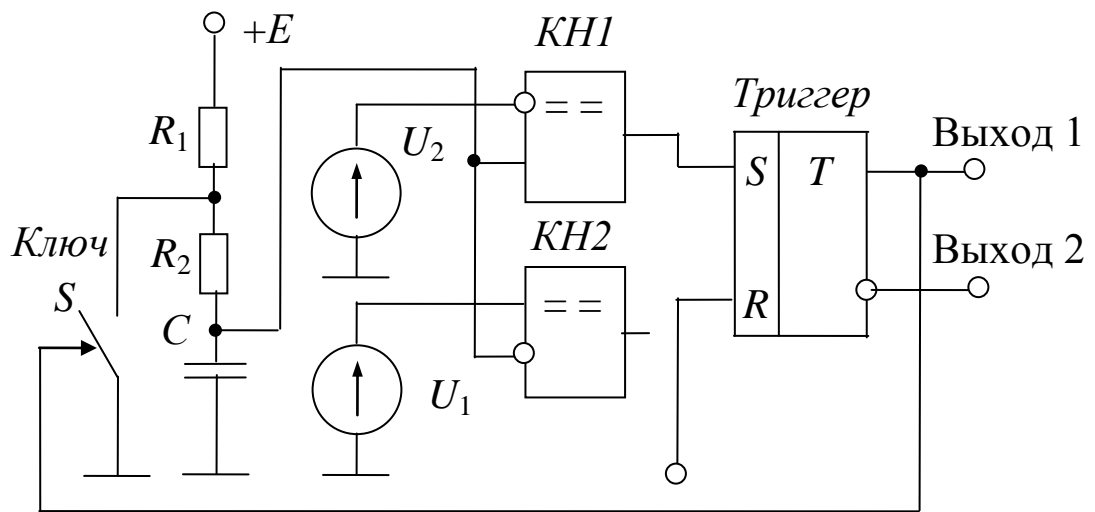


Рис. 3. Схема генератора прямоугольных импульсов в ждущем режиме

Схема включения генератора в ждущем режиме приведена на рисунке 3. В исходном состоянии, в котором генератор устойчиво находится до прихода запускающего сигнала, триггер установлен в состояние “1” и конденсатор C разряжен до нуля через замкнутый ключ S . По сигналу «Старт» триггер опрокидывается в состояние “0”, ключ S размыкается и начинается заряд конденсатора. Эта стадия продолжается до момента времени, когда напряжение на конденсаторе достигнет уровня U_2 и сработает компаратор $KH1$, который возвращает триггер в состояние “1”. Во время стадии заряда конденсатора на выходе триггера формируется импульс выходного напряжения. Его длительность определяется постоянной времени цепи заряда, равной $(R_1 + R_2)C$:

$$T_{\text{вых}} = (R_1 + R_2)C \ln \frac{E}{E - U_2}. \quad (3)$$

После замыкания ключа S происходит восстановление исходного состояния – разряд конденсатора. Длительность стадии восстановления приблизительно равна четырем постоянным времени цепи разряда, равным R_2C :

$$T_{\text{восст}} \approx 4 R_2 C. \quad (4)$$

Затем начинается стадия ожидания нового запуска.

Временные диаграммы в схеме одновибратора показаны на рисунке 4.

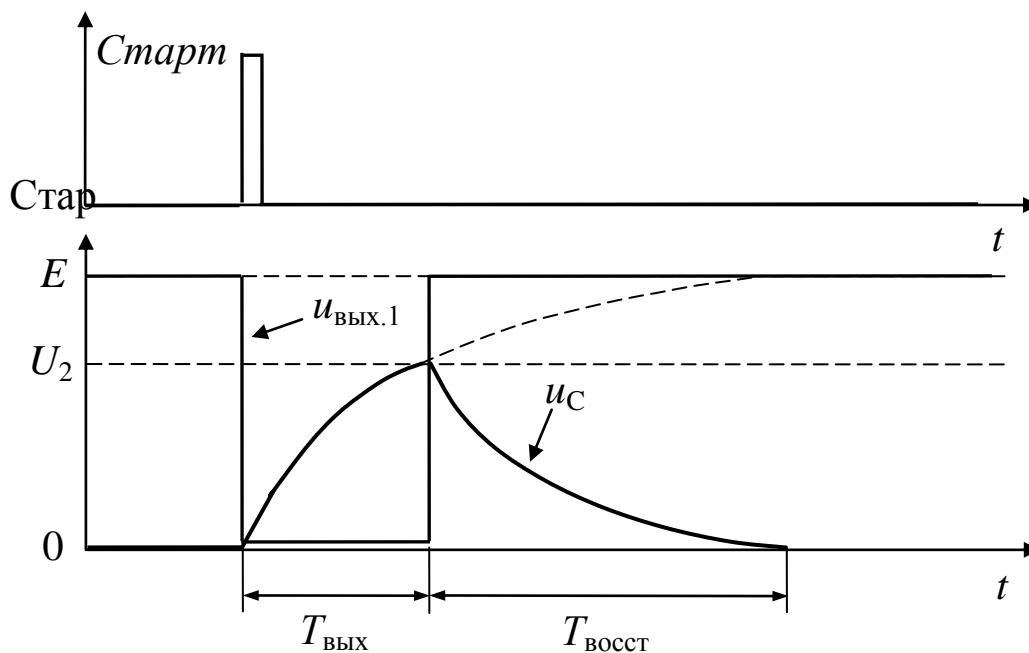


Рис. 4. Диаграммы напряжений в ждущем мультивибраторе

Следующий импульс запуска можно подавать только после завершения стадии восстановления. Выходные импульсы на прямом выходе триггера имеют отрицательную полярность, а на инверсном выходе – положительную.

3. Программа исследований

Работа проводится на персональном компьютере с помощью программы схемотехнического моделирования **Electronics Workbench 5.0c**.

1. Исследование мультивибратора в автоколебательном режиме

Собрать схему автоколебательного мультивибратора, приведенную на рисунке 5. Пороги срабатывания компараторов U_1 и U_2 задаются делителем напряжения. Все три резистора делителя напряжения имеют одинаковые сопротивления, поэтому верхний порог срабатывания **Comp1** U_2 составляет $2/3$ напряжения питания, а нижний порог срабатывания **Comp2** U_1 равен $1/3$ напряжения питания. После подстановки в формулы (1) и (2) указанных значений получим выражения для расчетов $T_{зар}$ и $T_{разр}$ в виде

$$T_{зар} = (R_1 + R_2)C_1 \cdot \ln 2 \approx 0,7 \cdot (R_1 + R_2)C_1; \quad (5)$$

$$T_{разр} = R_2C_1 \cdot \ln 2 \approx 0,7 \cdot R_2C_1. \quad (6)$$

Рассчитать емкость конденсатора $C1$ и сопротивления $R1$ и $R2$, которые обеспечивают заданный период повторения импульсов $T = T_{зар} + T_{разр}$. Исходные данные для проектирования схемы мультивибратора приведены в табл. 1.

Таблица 1. Варианты заданных параметров мультивибратора

Вариант	T , мкс	$T_{зар}$, мкс	$T_{разр}$, мкс	C_1 , нФ	R_1 , кОм	R_2 , кОм
1	350	210		10		
2	420	315			10	
3	315		105		20	
4	490		175			20
5	350		105			15
6	840	560		20		
7	420	280				15
8	630	420		20		
9	840		315		10	
10	700		210	10		
11	770	420		20		
12	560	350			20	
13	630		210		20	
14	490	280		10		

Установить в свойствах компаратора (модель **Comparator** из магазина **Analog ICs**) нулевое значение напряжения смещения (**Input Offset Voltage = 0**).

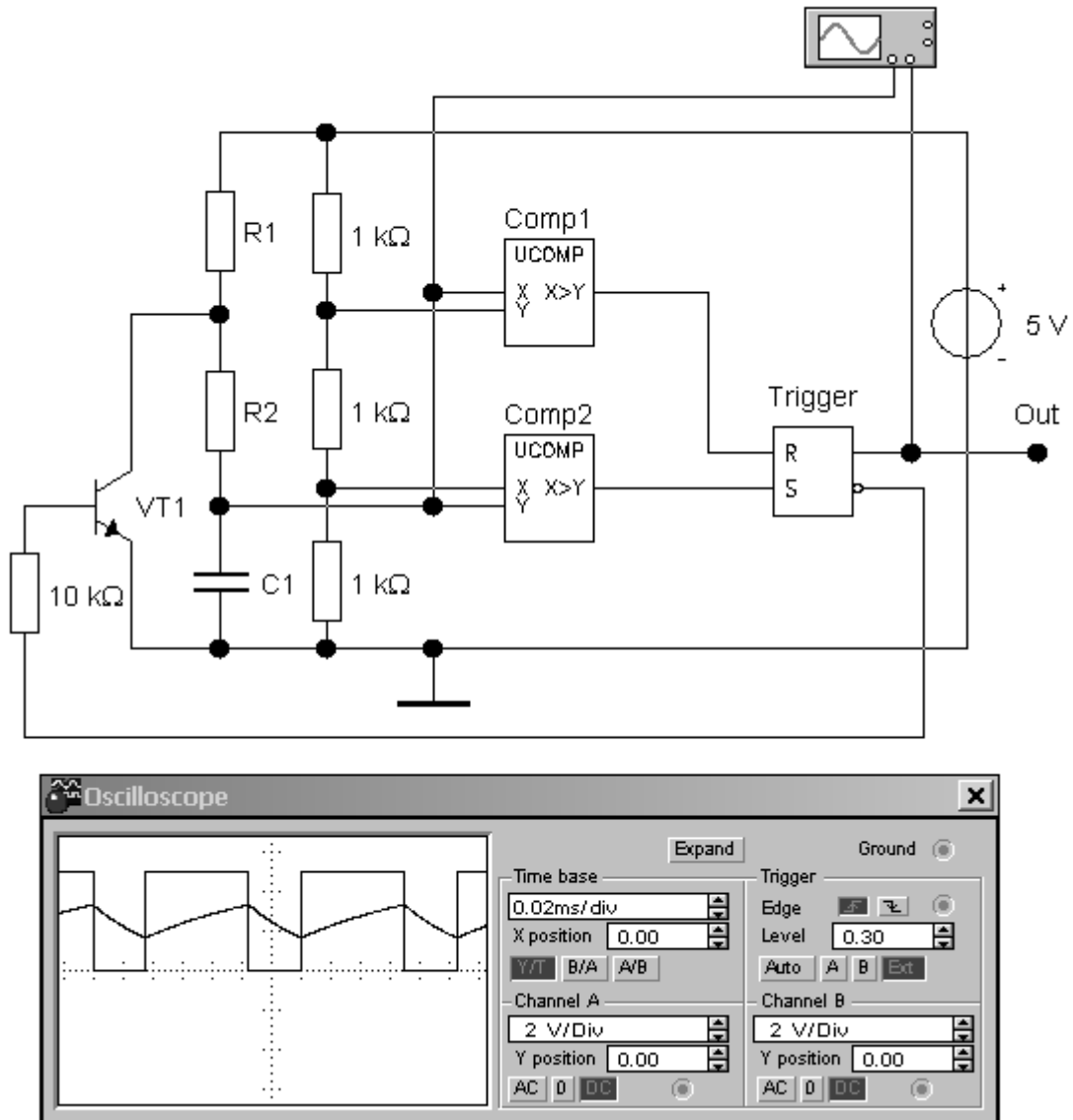


Рис. 5. Схема для исследования мультивибратора

Все три резистора делителя напряжения имеют одинаковые сопротивления, поэтому верхний порог срабатывания **Comp1** U_2 составляет $2/3$ напряжения питания, а нижний порог срабатывания **Comp2** U_1 равен $1/3$ напряжения питания. После подстановки в формулы (1) и (2) указанных значений получим выражения для расчетов $T_{зар}$ и $T_{разр}$ в виде

$$T_{зар} = (R_1 + R_2)C_1 \cdot \ln 2 \approx 0,7 \cdot (R_1 + R_2)C_1; \quad (5)$$

$$T_{разр} = R_2 C_1 \cdot \ln 2 \approx 0,7 \cdot R_2 C_1. \quad (6)$$

Рассчитать емкость конденсатора C_1 и сопротивления R_1 и R_2 , которые обеспечивают заданный период повторения импульсов

$T = T_{\text{зар}} + T_{\text{разр}}$. Исходные данные для проектирования схемы мультивибратора приведены в табл. 1.

Построить с помощью осциллографа временные диаграммы напряжений в пяти контрольных точках мультивибратора:

- на конденсаторе $C1$;
- на выходах обоих компараторов;
- на обоих выходах триггера.

Для получения качественного изображения временных диаграмм в меню: *Analysis / Analysis Options... / Instruments / Oscilloscope*, отключить “**Generate time steps automatically**”, установить в графе “**Minimum number of time points**” количество точек от 500 до 1000 и включить опцию **Pause after each screen** (режим однократной развертки).

Привести в отчете все пять осциллограмм, синхронизированных во времени.

2. Исследование ждущего мультивибратора

Собрать схему ждущего мультивибратора, изображенную на рисунке 2. Рассчитать емкость конденсатора $C1$ и сопротивления $R1$ и $R2$, которые обеспечивают заданные длительности выходного импульса и стадии восстановления. Исходные данные для проектирования схемы одновибратора приведены в табл. 2. Учитывая, что в формуле (3) напряжение U_2 составляет $2/3$ напряжения питания, длительность стадии заряда, в течение которой на выходе триггера вырабатывается выходной импульс, составляет

$$T_{\text{имп}} = (R_1 + R_2)C_1 \cdot \ln 3 \approx 1,1 \cdot (R_1 + R_2)C_1. \quad (7)$$

Таблица 2. Варианты заданных параметров одновибратора

Вариант	$T_{\text{имп}}$, мкс	$T_{\text{вос}}$, мкс	C_1 , нФ	R_1 , кОм	R_2 , кОм
1	330	400	10		
2	495	600		20	
3	385	800			20
4	660	800	20		
5	385	800		15	
6	880	1600			20

Вариант	$T_{\text{ИМП}}, \text{ мкс}$	$T_{\text{ВОС}}, \text{ мкс}$	$C_1, \text{ нФ}$	$R_1, \text{ кОм}$	$R_2, \text{ кОм}$
7	440	800	10		
8	770	1200		20	
9	825	1200			10
10	495	600	10		
11	660	800		20	
12	990	2400			20
13	660	1200	15		
14	440	400		30	

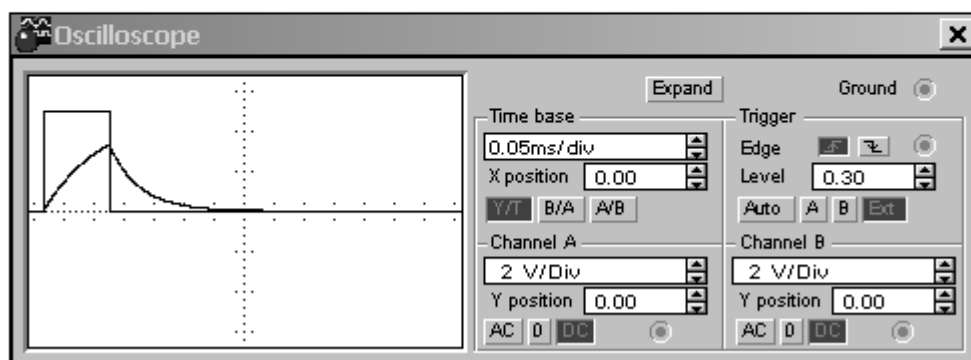
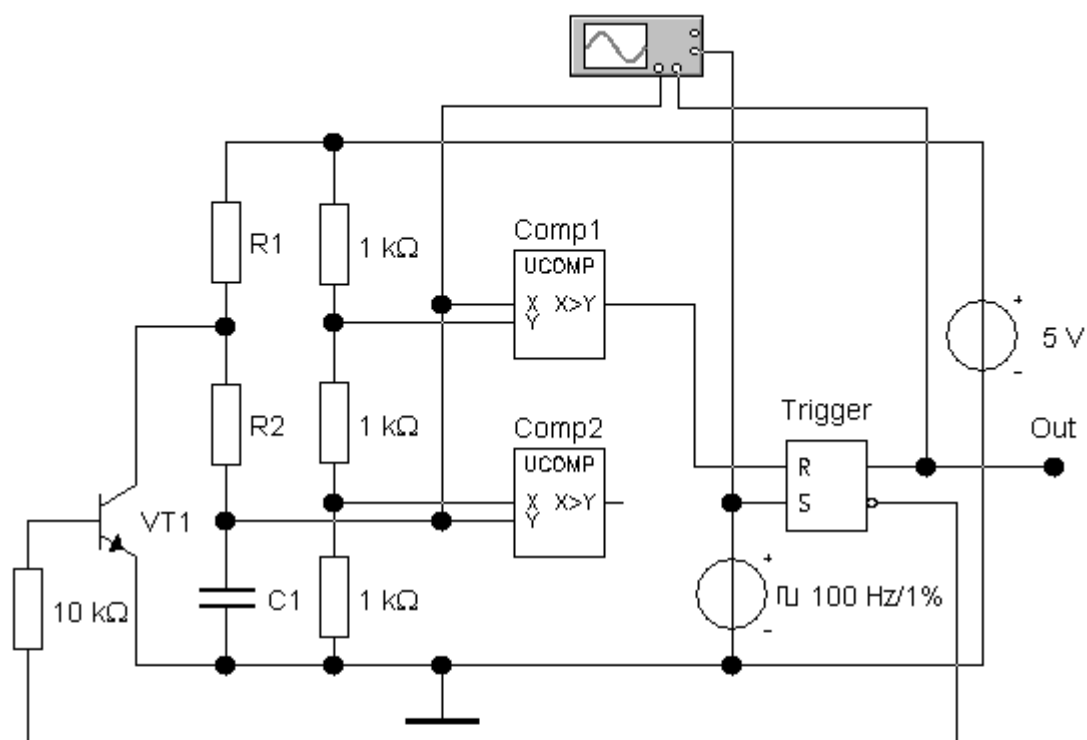


Рис. 6. Схема для исследования одновибратора

Установить на панели осциллографа в окне **Trigger** положительный фронт синхроимпульса (**Edge** ↑) и режим внешней синхронизации (**Ext**).

Построить с помощью осциллографа временные диаграммы напряжений в контрольных точках одновибратора:

- на выходе внешнего генератора;
- на конденсаторе $C1$;
- на выходе компаратора Comp 1;
- на обоих выходах триггера.

4. Контрольные вопросы

1. На чем основан цикл работы мультивибратора в автоколебательном режиме? Из каких стадий состоит рабочий цикл?
2. Каким образом фиксируются начало и конец каждой стадии цикла автоколебательного мультивибратора?
3. От чего зависят длительности стадий заряда и разряда времязадающего конденсатора?
4. Какую функцию выполняет триггер в схеме мультивибратора?
5. Каким образом устраняется влияние нестабильности напряжения питания на частоту выходных импульсов?
6. В каком режиме работает транзистор?
7. Чем отличается режим работы ждущего мультивибратора (одновибратора) от автоколебательного мультивибратора?
8. Из каких стадий состоит цикл работы одновибратора?
9. От чего зависят длительности рабочей стадии (выходного импульса) и стадии восстановления одновибратора?
10. Чем ограничена частота запускающих импульсов на входе одновибратора?

5. Содержание отчёта

Отчёт должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) наименование работы и цель исследований;
- 3) схемы для исследования мультивибратора и одновибратора;
- 4) результаты расчета элементов мультивибратора и измерения его параметров, а также осциллограммы напряжений;

5) результаты расчета элементов одновибратора и измерения его параметров, а также осциллограммы напряжений.

Библиографический список

1. Титов, В.С. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учеб. Пособие для студентов вузов / В.С. Титов, В.И. Иванов, М.В. Бобырь // М.: ИНФРА-М, 2014. 143 с.
2. Электротехника и электроника: Учебное пособие / М.В. Бобырь, В.И. Иванов, В.С. Титов, А.С. Ястребов. В 2 кн. – Курск: Курск. гос. тех. ун-т. – 2009. Кн. 2. – Электроника. – 240 с.
3. Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов. / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. Изд. 3-е. – М.: Высш. шк., 2004. – 790 с.
4. Опадчий, Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2002. – 768 с.