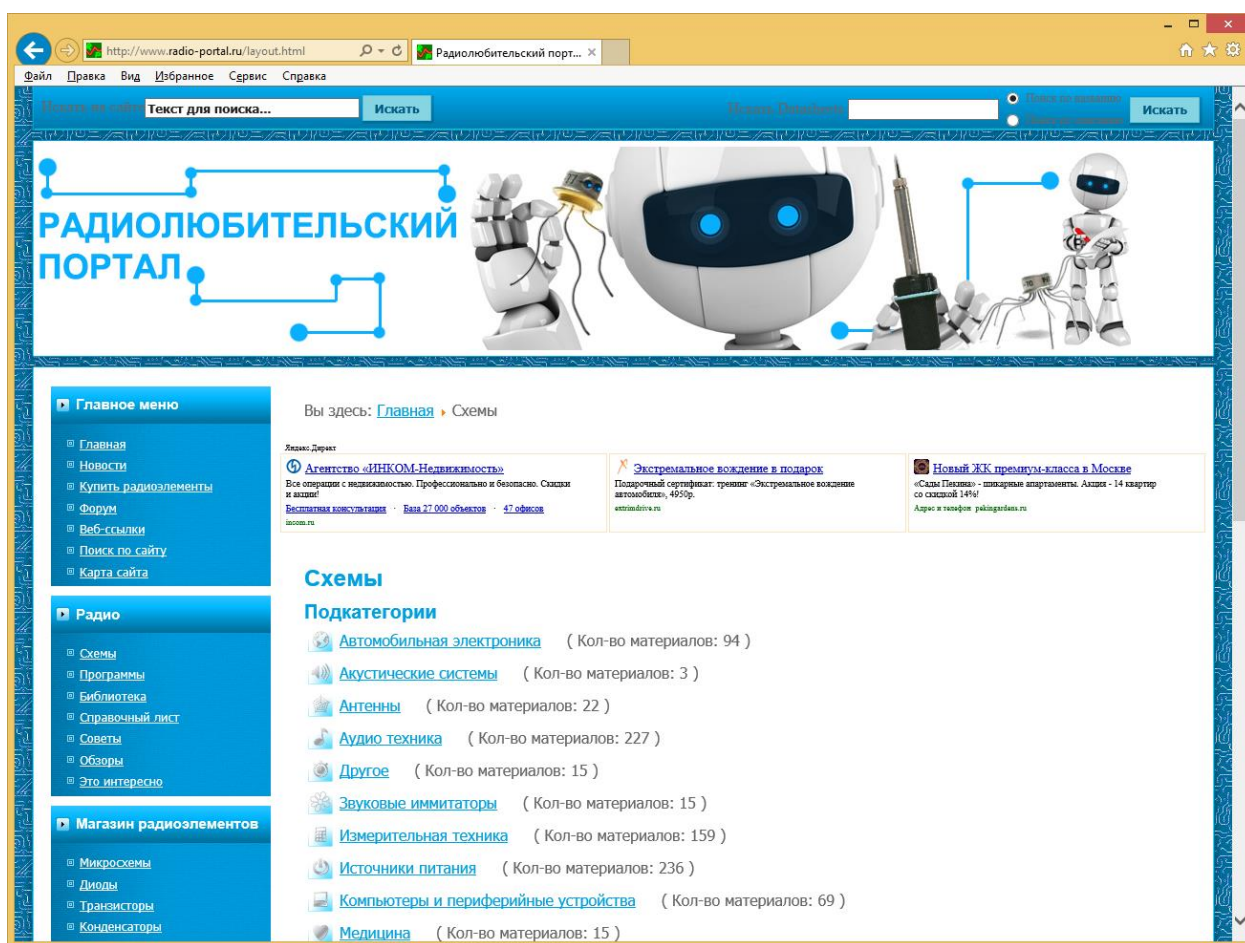


В.Н. Гололобов

Прогулка по разделу схем портала...



(таймер)

Москва - 2014

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Заряд конденсатора	3
Глава 2. Проверка утверждения о влиянии элементов цепи	4
Глава 3. Заряд, да, ну а дальше?	5
Глава 4. Как влияет формирователь фиксированного напряжения	6
Глава 5. Иной принцип получения интервалов времени таймера	6
Глава 6. Какие интервалы времени мы можем задавать?	7
Глава 7. Что ещё нужно знать о счётчике?	8
Заключение	10

Предисловие

Сегодня можно купить почти любое электронное устройство, в котором возникает нужда. Но радиолюбители предпочитают создавать устройства своими руками.

Они всё чаще обращаются к Интернет-порталам в поисках готовых схем. Но не всегда задумываются, как в точности работает схема. То есть, приблизительно понятно, как собрать устройство, понятно, что можно ожидать от устройства, а остальное... как получится.

Как бы следовало подойти к вопросу с моей точки зрения?

Зайдя на сайт в раздел схем, давайте выберем схему таймера.

Сейчас мне приходит в голову только два принципа работы таймера, если исключить механические устройства, простейшее из которых – это песочные часы, хотя я, возможно, что-то забыл, а что-то и не знал вовсе.

Глава 1. Заряд конденсатора

На принципе заряда конденсатора построены многие схемы таймеров, включая, например, таймер 555 – очень удобная и хорошая микросхема для построения и таймеров, и генераторов, и ряда других устройств.

Тем не менее, принцип работы такого рода таймера основан на процессе заряда конденсатора. Как это выглядит?

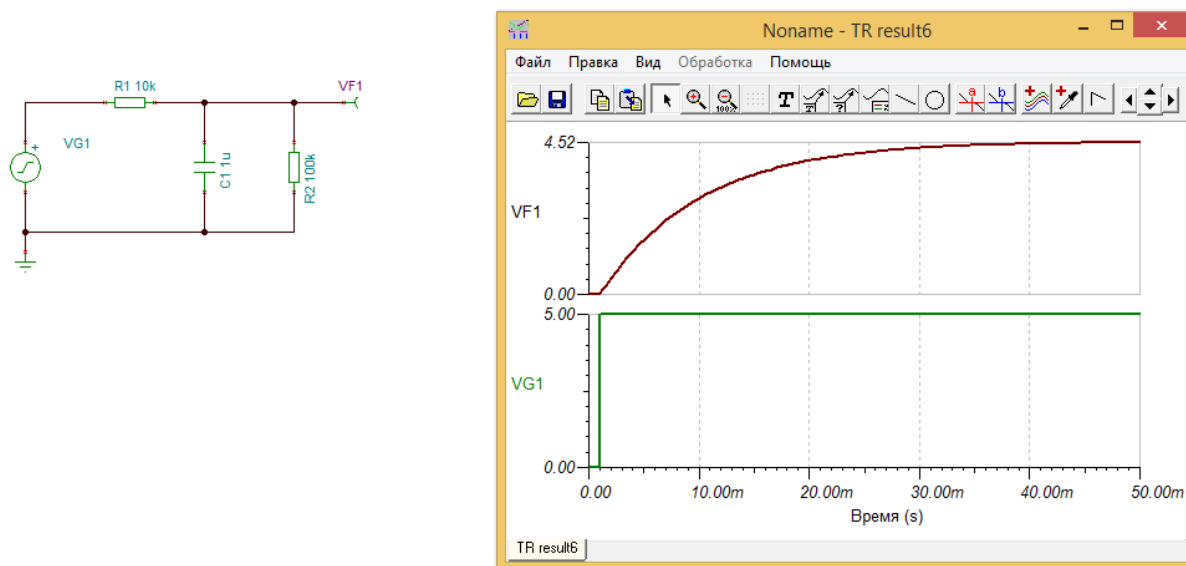


Рис. 1. Заряд конденсатора

На приведённой схеме VG1 – это генератор ступенчатой функции, сигнал которого изображён на нижней диаграмме: через 1 мс напряжение на выходе становится сразу равно 5 В. Наш генератор идеальный и сразу, значит сразу.

Напряжение на конденсаторе достигает максимума спустя 30-50 мс. Резистор R2 служит для разряда конденсатора после того, как процесс работы таймера завершится.

Заряд конденсатора через резистор R1 происходит, таким образом, за некоторое время, которое определяется величиной резистора R1 и ёмкостью конденсатора. Проверим это.

Глава 2. Проверка утверждения о влиянии элементов цепи

Проверим влияние на процесс заряда конденсатора резистора R1. Увеличим его значение в 10 раз (и резистора R2 тоже!).

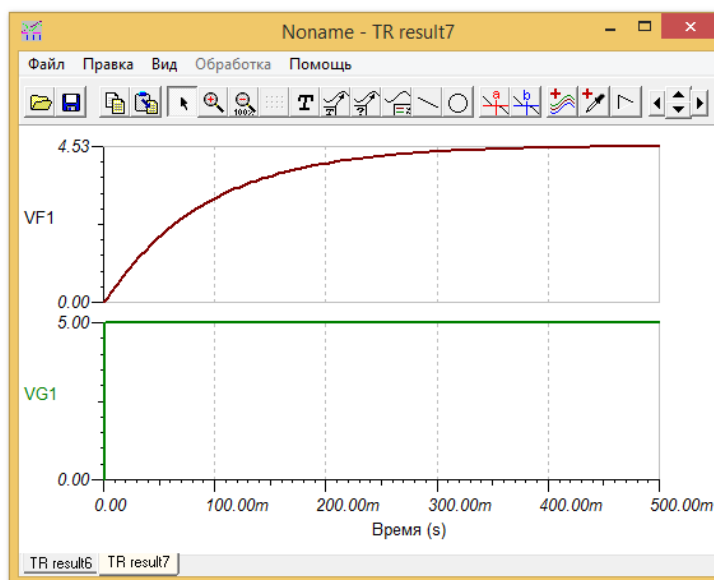
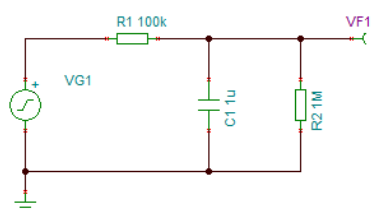


Рис. 2. Заряд конденсатора при увеличении сопротивления R1

Напряжение на конденсаторе достигает максимума через 300-500 мс. Вернём значение резистора к первоначальному, но увеличим в 10 раз значение ёмкости конденсатора.

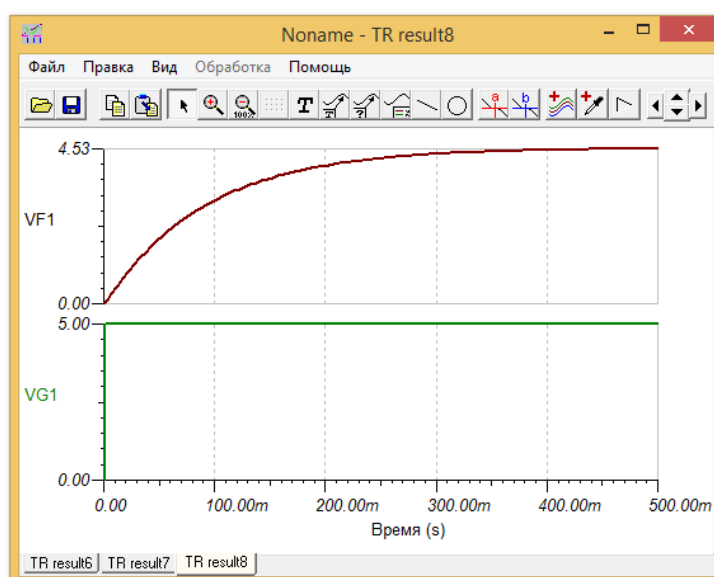
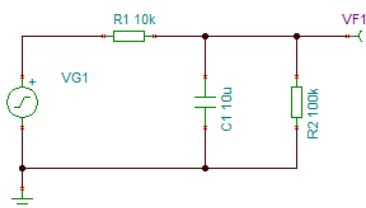


Рис. 3. Заряд конденсатора при увеличении ёмкости конденсатора C1

Диаграммы можно было бы и не повторять, они полностью совпадают, но проверка – она и есть проверка.

Итак, время достижения максимального напряжения на конденсаторе зависит от величины сопротивления и конденсатора. Есть математическая формула, показывающая, что конденсатор заряжается по экспоненте, а время заряда зависит от произведения сопротивления на ёмкость конденсатора, которое называется постоянной времени. За время, равное этой постоянной, напряжение на конденсаторе меняется в «е» раз, где «е» - это константа, равная приблизительно 2,72.

$$u_C = E \left(1 - e^{-\frac{t}{CR}} \right) [B]$$

Рис. 4. Формула заряда конденсатора С через резистор R

В формуле E – это ЭДС источника напряжения.

Глава 3. Заряд, да, ну а дальше?

Собрав цепь из источника напряжения, выключателя, резистора и конденсатора, мы, конечно, ещё не получим таймера. Чтобы получить таймер, мы должны зафиксировать момент времени, когда напряжение на конденсаторе достигает некоторой величины. То есть, нам нужно измерять напряжение на конденсаторе и сравнивать его с некоторым фиксированным значением. Для этой цели, как правило, используют микросхемы компараторов (аналоговых сравнивающих устройств). Простейший вариант этого – операционный усилитель. Подав на один из его входов фиксированное напряжение, на другой его вход мы подаём напряжение на конденсаторе. Когда напряжение на конденсаторе превышает фиксированное значение, выход операционного усилителя меняет значение на противоположное. Вот схема такого компаратора, где вместо конденсатора мы используем генератор напряжения треугольной формы, а фиксированное напряжение получим из напряжения питания с помощью резистивного делителя напряжения.

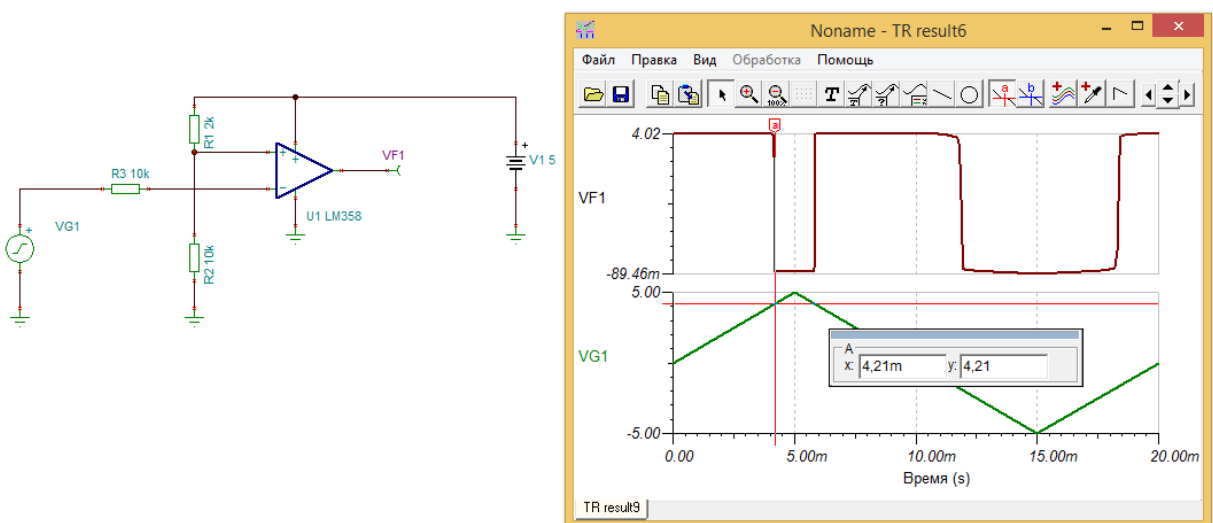


Рис. 5. Работа компаратора из ОУ

Из приведённых диаграмм видно, что первоначально на выходе операционного усилителя напряжение равно почти напряжению питания. А в тот момент, когда напряжение генератора достигает величины 4,21 В, напряжение на выходе ОУ становится равным почти нулю.

Глава 4. Как влияет формирователь фиксированного напряжения

Изменим значения резисторов R1 и R2, предварительно проверив напряжение на резисторе R2 (напряжение оказывается равно 4,16 В).

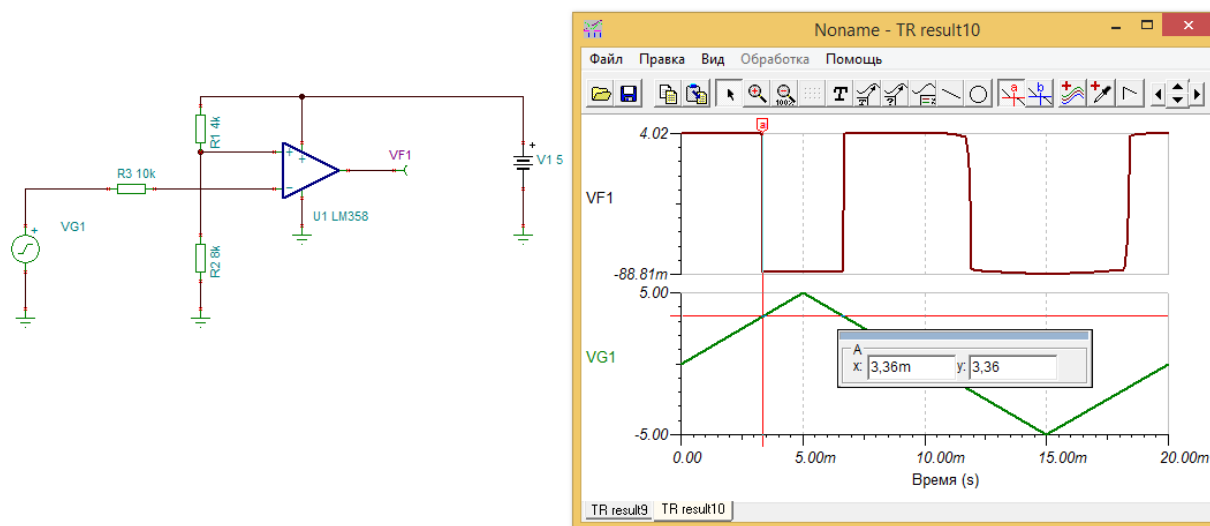


Рис. 6. Работа компаратора после изменения параметров делителя напряжения

Теперь, как видно из диаграмм, переключение ОУ происходит при напряжении 3,36 В. Таким образом, меняя фиксированное напряжение, мы можем менять время срабатывания компаратора. Объединив две приведённые схемы в одну, добавив к выходу операционного усилителя сигнализатор, звуковой или световой, мы получим основу таймера.

В качестве резистора R1 мы можем использовать переменный резистор со шкалой, проградуированной в единицах времени. Мы можем переключать несколько конденсаторов, меняя масштаб временного интервала. В любом случае мы получим таймер.

Кстати, простейший таймер мы получили бы, подключив RC цепь к реле постоянного тока. Но такой таймер был бы очень неудобен – мы сильно ограничены величиной сопротивления. Эту проблему, конечно, решал бы «транзисторный буфер», но, согласитесь, удобнее использовать компаратор.

Глава 5. Иной принцип получения интервалов времени таймера

Не секрет, что для измерения времени давно используют электронные часы. Следовательно, для построения таймера можно использовать то, что используется в электронных часах – счётчик.

Цифровой счётчик считает импульсы, приходящие на его вход. Если импульсы будут приходить раз в секунду, то счётчик будет считать секунды. Когда он отсчитает нужное количество секунд, мы можем включить сигнал, звуковой или световой. В итоге мы получим таймер.

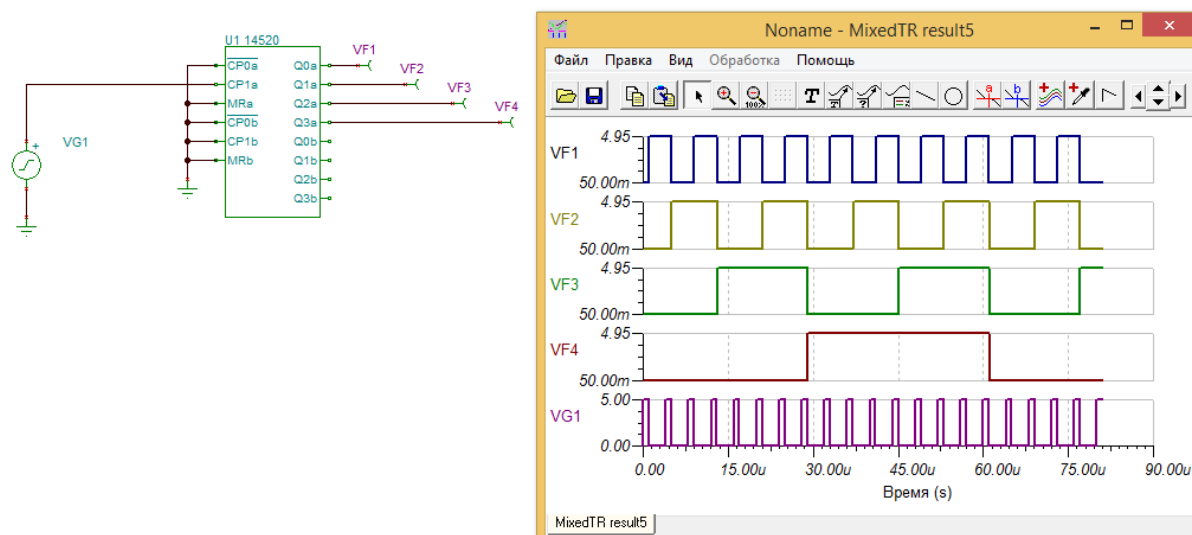


Рис. 7. Простейшая схема таймера на цифровом счётчике

Рассматривая диаграмму, мы можем заключить, что при прохождении импульсов от генератора VG1 состояние выходов счётчика меняется.

Микросхем цифровых счётчиков существует много. Если понять, что нам нужно, то можно выбрать подходящие модели.

Итак, что происходит, когда на входе счётчика появляется импульс? Некоторые счётчики при этом меняют состояние младшего бита выхода. Другие счётчики сделают это тогда, когда напряжение импульса станет нулевым. Но в любом случае счётчик «сосчитает» импульс. Количество подсчитанных импульсов отобразится на выходе счётчика. Четыре выхода счётчика позволяют нам считать от 0 до 15. Когда это на всех выходах установятся уровни высокого напряжения, мы можем включить сигнализацию. С момента включения устройства прошло некоторое время до появления сигнала. А это и есть работа таймера.

Глава 6. Какие интервалы времени мы можем задавать?

Будем рассматривать ту модель счётчика, которую использовали ранее. Эта микросхема имеет два счётчика в одном корпусе, на схеме выше использован только один.

Во-первых, если частота тактового генератора VG1 будет равна 1 Гц, то мы получим максимальный интервал времени на схеме выше 15 секунд. Как мы можем зафиксировать этот интервал?

В схеме ниже используется логический вентиль, имеющий четыре входа, для фиксации состояния выходов. Но вентили могут иметь и другое количество входов. Кроме того, можно использовать не все входы фиксирующего вентиля.

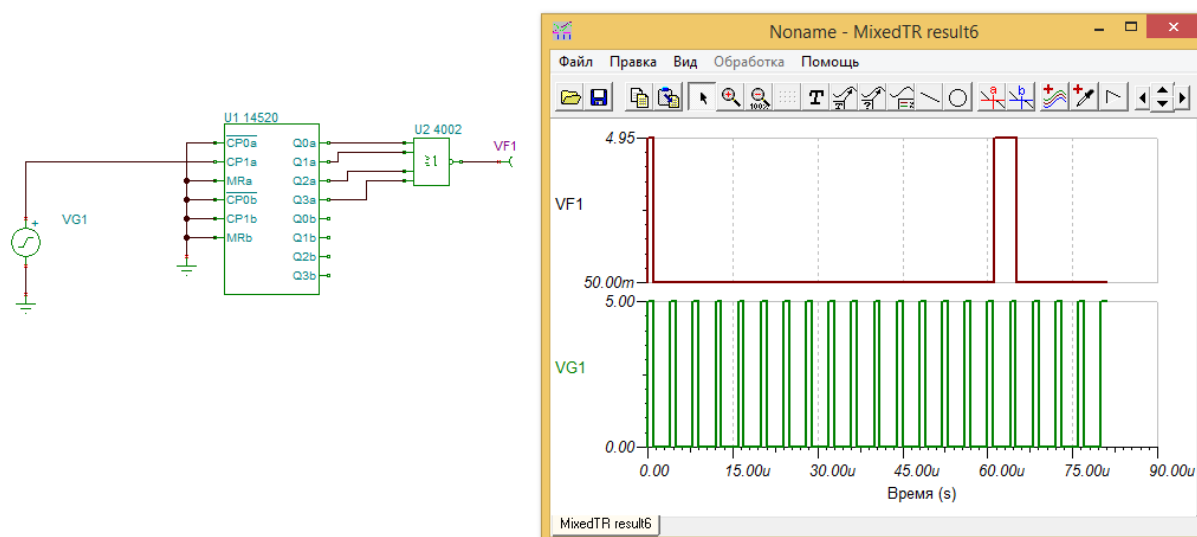


Рис. 8. Фиксация максимального интервала времени

А если интервала времени в 15 секунд мало? Мы можем поступить двояко – можно изменить частоту тактового генератора, а можно использовать, скажем, вторую половину микросхемы.

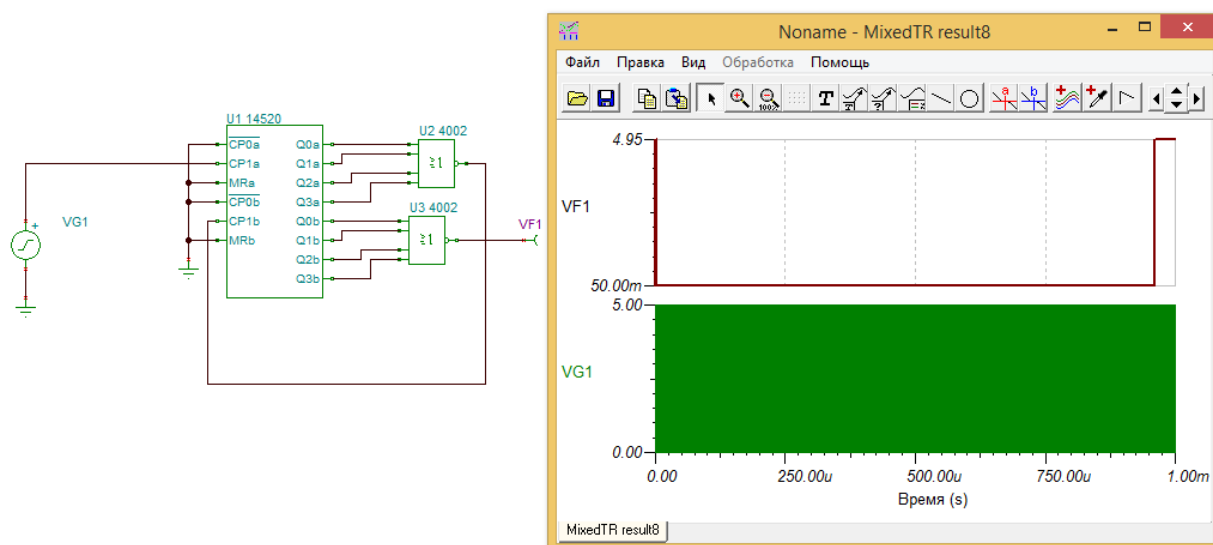


Рис. 9. Увеличение интервала времени таймера в 15 раз

Меняя количество счётчиков, меняя частоту тактового генератора, можно получать разные интервалы времени.

Глава 7. Что ещё нужно знать о счётчике?

Схемы, приведённые выше, призваны показать принцип работы таймера, не более того. Чтобы реализовать схему таймера, используя счётчики, следует знать о них больше. Например, при запуске таймера следует обнулить счётчик, сбросить его выходы в нуль. Вот, что можно прочитать о счётчике 14520 (K561IE10).

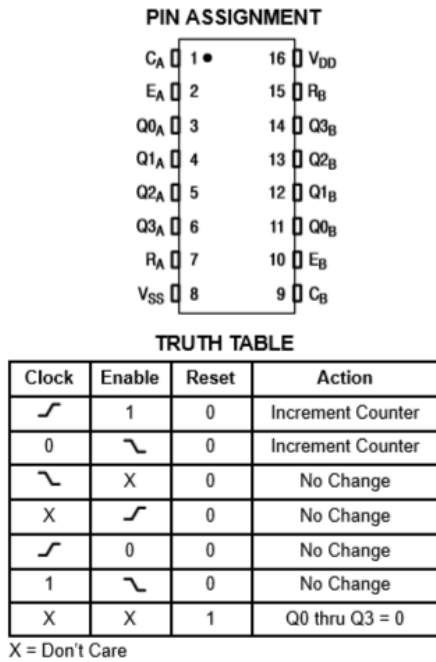


Рис. 10. Сведения из справочных данных

Для сброса необходимо подать единицу на вход Reset (R_a на рисунке, MR в программе). Для работы используется тактовый вход (C_a на рисунке, CP0 в программе), при этом на входе разрешения (E_a на рисунке, CP1 в программе) должна быть единица. Впрочем, входы счёта и разрешения можно поменять местами. Счёт будет происходить либо по переднему, либо по заднему фронту импульса. Поэтому работала программа при экспериментах выше.

Приведём схему в соответствие с описанием.

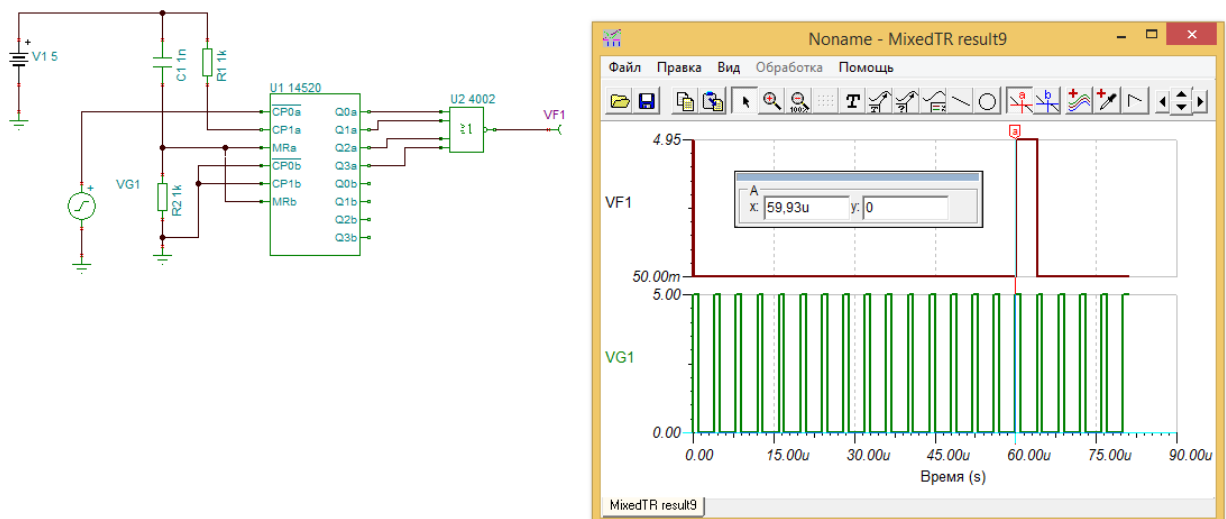


Рис. 11. Приведение схемы в соответствие с описанием

В данном случае счётчик управляется передним фронтом тактового импульса. Проверим, будет ли работать второй вариант счёта.

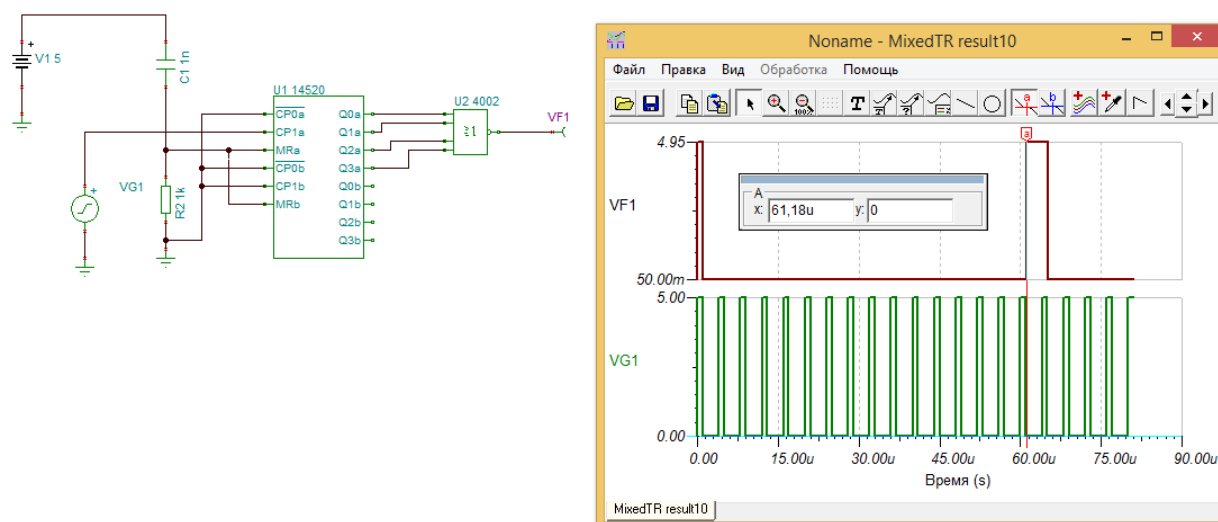


Рис. 12. Вариант включения счётчика

При таком включении счёт происходит при прохождении заднего фронта импульса.

Заключение

Сегодня для создания удобных электронных схем очень часто применяют микроконтроллеры.

Микроконтроллер можно использовать и как таймер на базе счёта, и как таймер с зарядом конденсатора, поскольку ряд моделей имеет либо встроенные компараторы, либо встроенные модули АЦП.

Но как сделать таймер на основе микроконтроллера? Это отдельный разговор, и, надеюсь, вам доставит удовольствие разобраться самостоятельно. Ничто не приносит столько пользы, сколько самостоятельная работа. И столько удовольствия, когда задуманное вами устройство начинает работать.