

Каскад ШИМ на ждущем мультивибраторе, или ещё одно включение таймера NE555

Игорь Безверхний (г. Киев, Украина)

Казалось бы, что нового можно сделать на микросхеме, которая разработана более 30 лет назад? Тем не менее, при модернизации старой техники автором совместно с Кадышевым А.Ю. было найдено и использовано ещё одно нестандартное включение микросхемы таймера NE555 (КР1006ВИ1).

При модернизации устройства управления силовым механизмом было установлено, что, изменяя скважность выходных импульсов этого устройства, можно управлять его мощностью. Это свойство было решено использовать для стабилизации выходной мощности, введя в схему широтно-импульсный модулятор (ШИМ) и петлю обратной связи. Использовать имеющийся в устройстве управления формирователь импульсов, выполненный на одном из двух D-триггеров микросхемы К561ТМ2 (см. рисунок 1), мы не сочли возможным.

Ждущий мультивибратор, показанный на рисунке 1, запускается фронтами положительных симметричных импульсов («меандром») с частотой следования 20 кГц, которые имеют скважность 2 или коэффициент заполнения $D = 50\%$ (см. рисунок 2). Выходной сигнал мультивибратора представляет собой прямоугольные импульсы той же частоты с коэффициентом заполнения

$D = 30\%$ и постоянной составляющей, равной половине напряжения питания (7,5 В).

Требовалось разработать вместо этого формирователя другой, который позволил бы управлять коэффициентом заполнения, т.е. реализовать ШИМ выходных импульсов в пределах $D = 20...40\%$, с сохранением фазовых характеристик, показанных на рисунке 2. Широтно-импульсная модуляция должна осуществляться изменением постоянного напряжения на отдельном входе. Причём необходимо было использовать доступную и недорогую микросхему с минимумом внешней «обвязки». Этим требованиям полностью удовлетворяет таймер NE555.

«Классический» ШИМ на микросхеме типа NE555 [1] (см. рис. 3) не подходит, т.к. встроенный в неё ждущий мультивибратор запускается срезом, а не фронтом положительного запускающего импульса и, следовательно, вносит фазовое рассогласование в устройство управления.

Оригинальный вариант ШИМ был выполнен по схеме, представленной на рисунке 4. Его основой является одновибратор на таймере NE555. Схема питается напряжением 15 В; назначение элементов:

- R1 – резистор цепи заряда времязадающего конденсатора C4;
- R3, R4, C4 – времязадающая цепь;
- R4 – регулятор скважности импульсов;
- C2, R2 – дифференцирующая цепь запуска;
- D1 – диод, отсекающий отрицательные всплески проинтегрированных входных запускающих импульсов;
- C1 – конденсатор фильтра питания;
- C3 – конденсатор ФНЧ в цепи управляющего напряжения ШИМ.

Если не подавать на вывод 5 микросхемы управляющее напряжение, то за счёт внутреннего резистивного делителя на этом выводе установится напряжение 10 В (2/3 напряжения питания), а на неинвертирующем входе нижнего (по схеме) компаратора микросхемы – 5 В, или 1/3 напряжения питания.

В исходном состоянии конденсатор C4 заряжен через R1 до напряжения источника питания (15 В). Напряжение на конденсаторе C4 приложено через вывод 2 микросхемы к инвертирующему входу нижнего компарато-

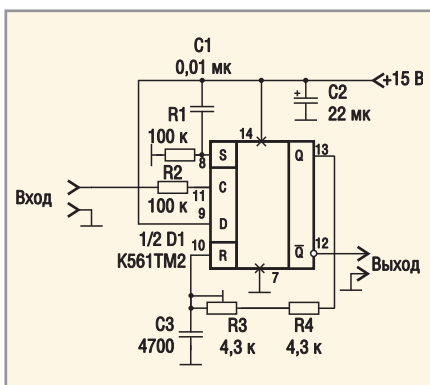


Рис. 1. Ждущий мультивибратор – формирователь импульсов на D-триггере (на 1/2 К561ТМ2)

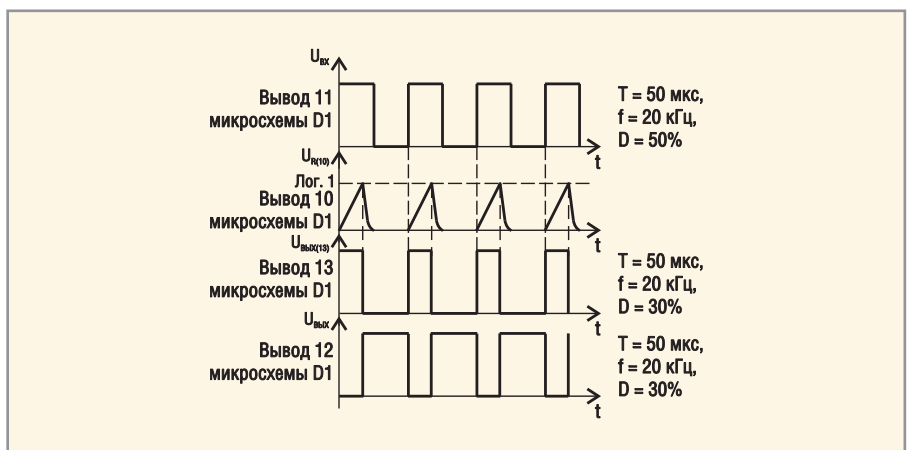


Рис. 2. Эпюры напряжений формирователя импульсов, выполненного по схеме рис. 1

ра. При этом на его выходе будет низкий потенциал (уровень лог. 0), который поступает на вход S внутреннего триггера микросхемы. При отсутствии запускающего сигнала, на входе R того же триггера будет низкий потенциал (уровень лог. 0), поскольку через резистор дифференцирующей цепи R2 неинвертирующий вход верхнего (по схеме) компаратора соединён с шиной нулевого потенциала. Это означает, что триггер будет сохранять предыдущее состояние – низкий потенциал на инвертированном выходе Q. При этом встроенный транзисторный ключ (подключенный коллектором к выводу 7 микросхемы) будет разомкнут, а на выходе инвертора (выводе 3 микросхемы) будет напряжение, близкое к 15 В.

С приходом фронта запускающего импульса (см. рисунки 4 и 5) его положительный всплеск через дифференцирующую цепь C2, R2 и вывод 6 поступает на неинвертирующий вход верхнего компаратора. На выходе компаратора и на входе R триггера кратковременно появляется высокий потенциал (уровень лог. 1), который приводит к срабатыванию триггера, и на его инвертированном выходе Q появляется высокий потенциал. Это приводит к понижению напряжения на выходе до нуля и отпиаранию встроенного транзистора, который подключает цепь R3, R4 параллельно конденсатору C4.

Конденсатор C4 разряжается через резисторы R3, R4 до напряжения на неинвертирующем входе нижнего компаратора микросхемы, после чего на выходе компаратора и входе триггера появляется высокий потенциал, который переводит выход триггера в лог. 1, и на инвертированном выходе Q устанавливается низкий потенциал, а на выходе схемы (вывод 3) – высокий. Транзисторный ключ размыкает времязадающую цепь, и конденсатор C4 заряжается до напряжения источника питания через резистор R1. По окончании заряда C4 схема остаётся в исходном, устойчивом состоянии до прихода следующего запускающего импульса.

Очевидно, что длительность выходных импульсов зависит от времени разряда времязадающего конденсатора C4, которое, в свою очередь, определяется управляющим напряжением, поступающим на вывод 5 микросхемы.

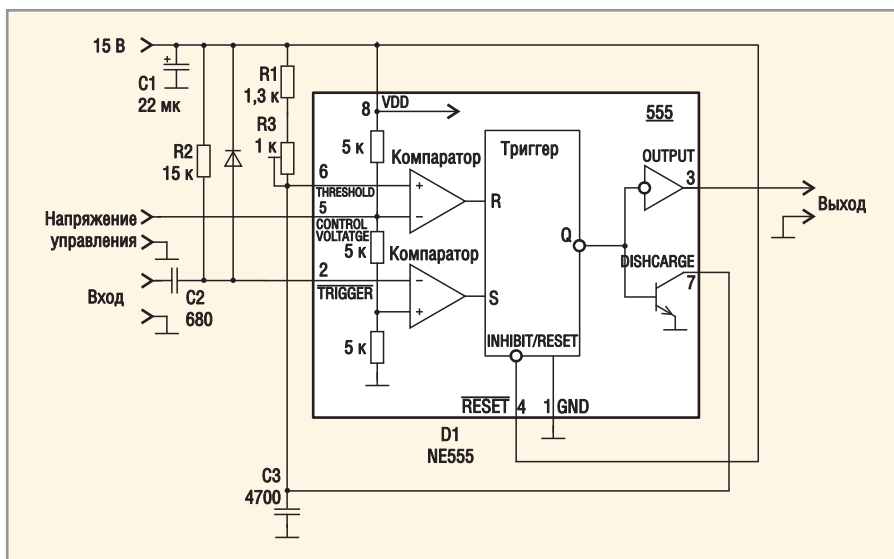


Рис. 3. «Классический» ШИМ на микросхеме NE555

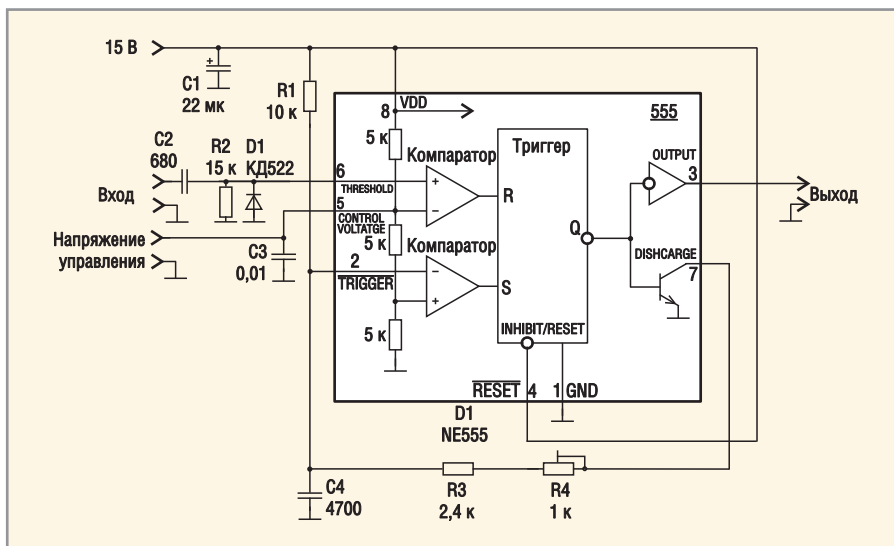


Рис. 4. ШИМ на микросхеме NE555, запускаемый фронтами положительных импульсов

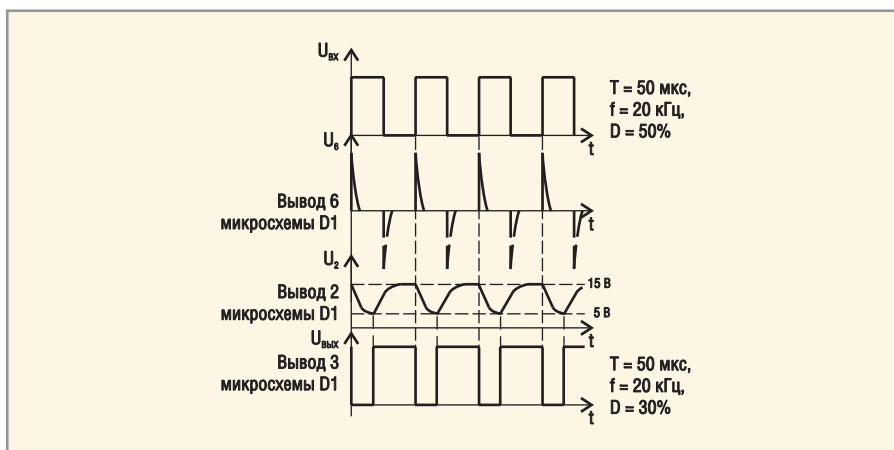


Рис. 5. Эпюры напряжений ШИМ (см. рис. 4) при отсутствии управляющего напряжения

В заключение отметим, что ещё две нестандартные схемы включения таймера NE555 можно найти в [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Трейстер Р. Радиолобительские схемы на ИС типа 555. Мир, 1988.

2. Де Колд. Интегральный таймер в схеме регулирования температуры. <http://www.radiomaster.net/load/14-3/index.html>.
3. Запуск ИС таймера 555 положительным импульсом. <http://kazus.ru/articles/93.html>.