ФОНД ПРЕЗИДЕНТСКИХ ГРАНТОВ

СБОРНИК ЭЛЕКТРОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ИГРУШЕК

(РАЗРАБОТАННЫХ В РАМКАХ ПРОЕКТА

ОШИО ДЛЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ,

ФИНАНСИРУЕМОГО ИЗ ФОНДА ПРЕЗИДЕНТСКИХ

ГРАНТОВ НА РАЗВИТИЕ ГРАЖДАНСКОГО ОБЩЕСТВА)

автор: Моденов А.Б.

Устройства и стенды.

1. **Блокинг-генератор.** Блокинг-генератор — очень простая для повторения и очень надежная схема генератора. Отлично повторяется и, несмотря на низкий КПД, отлично подходит в качестве повышающего преобразователя. Это возможность от батарейки напряжением 1.5 В зажечь несколько светодиодов с рабочим напряжением 1.8 — 3.3 В. Мы предлагаем блокинг-генератор фактически являющийся источником тока. Это дает возможность включать 1-10 светодиодов последовательно. При это они горят с примерно одинаковой яркостью. Конечно при условии, что это светодиоды одного типа. Схема представлена на рисунке 1. Все обозначения на рисунке англоязычные, поскольку для разработки и моделирования, где это получалось, использовалась бесплатная программа TINA-TI, представляющая собой сильно «урезанный» вариант мощной системы разработки TINA. TINA-TI предоставляется фирмой Texas Instruments бесплатно.

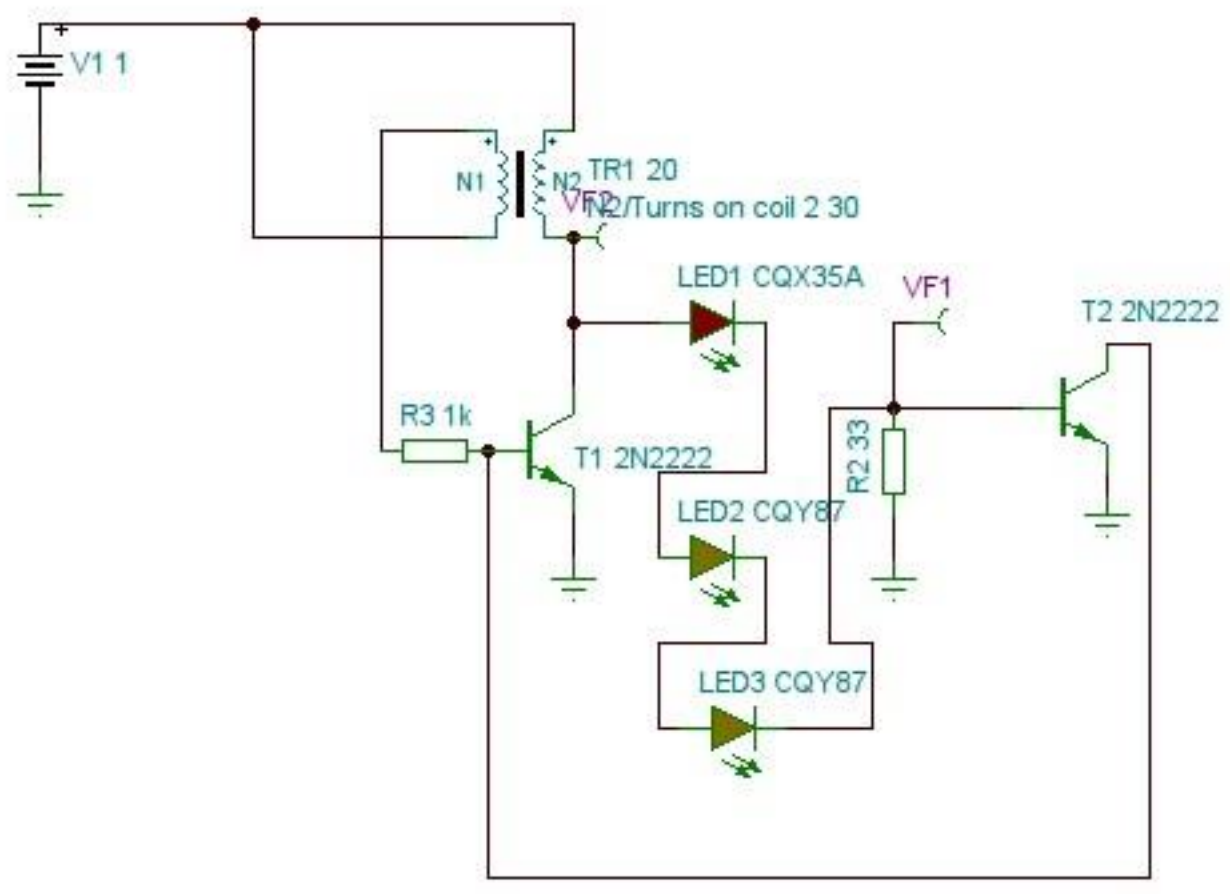


Рисунок 1. Блокинг-генератор генератор для светодиодов

Собственно блокинг-генератор собран на TR1, T1, R1. Транзистор T2 и резистор R2 ограничивают ток через светодиоды. Схему очень удобно собирать на плате

для монтажа без пайки (здесь и далее breadboard), поскольку после сборки и запуска можно легко менять количество светодиодов. При правильной сборке схема работает сразу, в противном случае следует поменять фазировку обмоток. Мотать трансформатор удобнее проводом, сложенным вдвоем. В этом случае сразу мотаются две обмотки. Обмотки следует равномерно распределять по поверхности кольца.

2. **Сирена.** Схема представляет собой несимметричный мультивибратор с изменяющейся частотой сигнала (рисунок 2). Частота нарастает по мере зарядки конденсатора C1. При размыкании выключателя SW частота понижается и звук затухает. Резистор R5 задает скважность импульсов, а стало быть определяет громкость звучания динамика SP1. При питании 3 В и динамике сопротивлением 8 Ом сирена получается достаточно «голосистой». Номинал конденсатора C1 определяет время нарастания частоты сигнала. При указанных номиналах элементов и правильной сборке схема должна работать сразу и надежно. Очень полезна для дальнейшего конструирования. При установке транзистора, шунтирующего C1 может использоваться как управляемый источник звука. При это вместо выключателя устанавливается перемычка. Возможно установить вместо выключателя геркон, тогда это будет устройство, запускаемое прикладыванием магнита к «секретной точке». При установке вместо выключателя позиционного контакта (например SW-200D) сирена зазвучит только при повороте схемы «вверх ногами» или как-нибудь иначе. Основной тон задается конденсатором C2, тут тоже есть возможность для экспериментов по выбору наиболее противного или приятного тона.

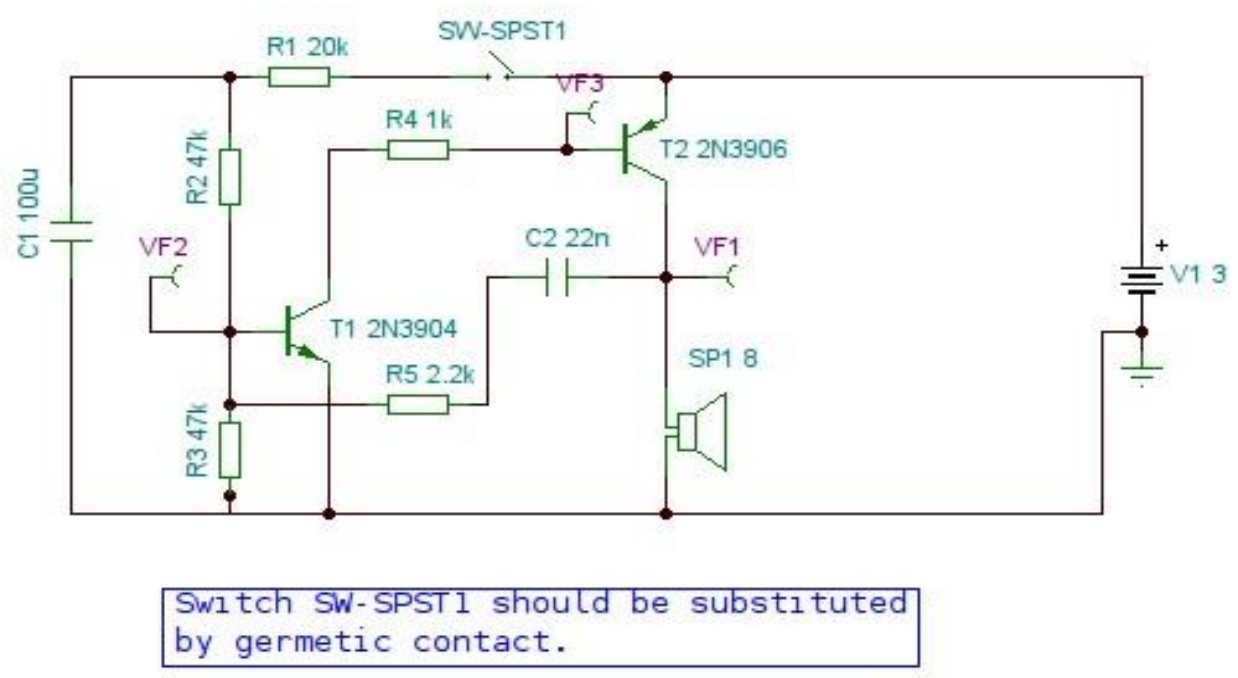


Рисунок 2. Сирена переменной тональности

3. **«Светомузыка»**. Схема (рисунок 3) решает задачу простейшей «визуализации» звука. Подключается к звуковому (audiojack) разъему телефона, смартфона, планшета … Светодиод мигает «в такт» звуку. Схема представляет собой простейший усилитель на транзисторе T1. Для более адекватного мигания светодиода может потребоваться изменение номинала резистора R1.

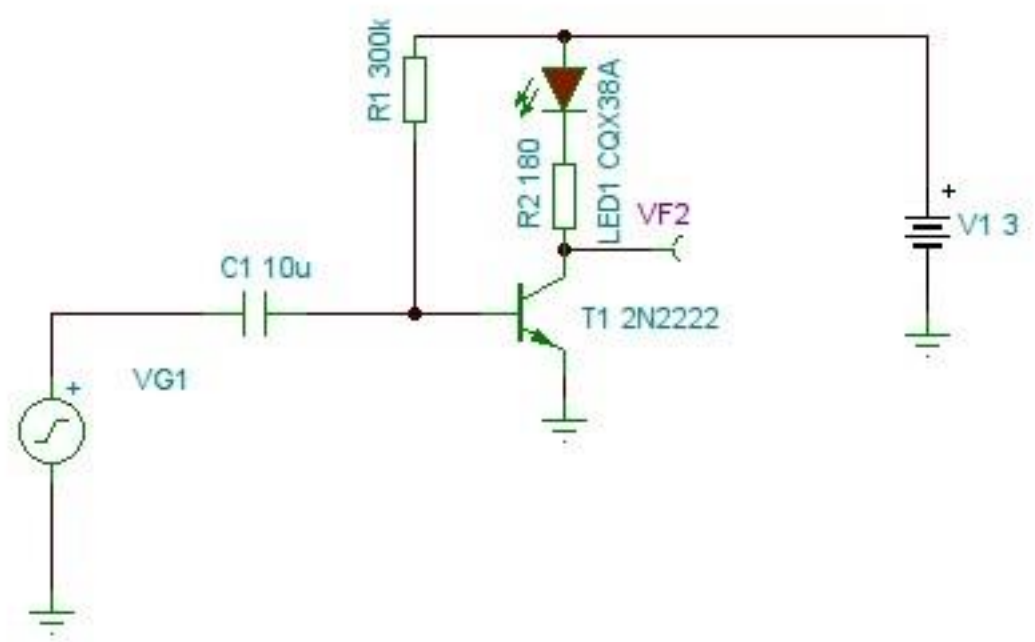


Рисунок 3. «Светомузыка»

4. **Усилитель звука.** Схема предназначена для вывода сигнала со звукового (audiojack) разъема телефона, смартфона, плеера и т.д. на 8-ми омный динамик. Схема (рисунок 4) представляет собой достаточно качественный усилитель, работающий в режиме «А». Выбор линейного режима работы увеличивает потребление, но позволяет получить хорошее качество работы при минимальном количестве элементов. Также схема может работать при низких напряжениях питания, фактически до 1.5 В.

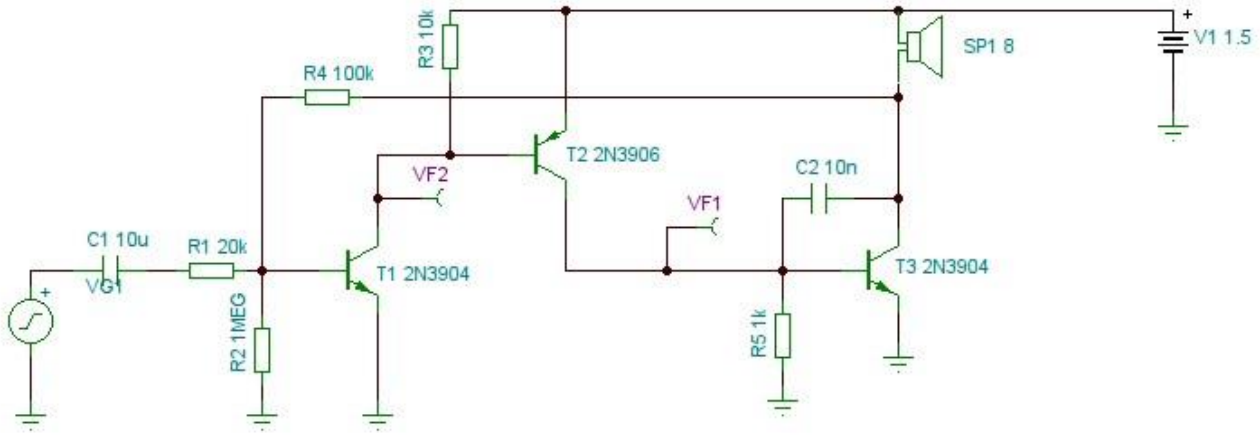


Рисунок 4. Усилитель звука.

5. **Формирователь вспышек на динисторе.** Схема демонстрирует использование емкостного накопителя энергии для импульсной «запитки» мощной нагрузки. Эксперименты со схемой демонстрируют работу накопителя энергии, базовый способ питания самых различных импульсных электроустановок (от ускорителей частиц,, до ускорителей, используемых в электромагнитных «пушках» и т.д.). Схема на рисунке 5 представляет собой преобразователь 3-40 В (или 80 при использовании транзистора MPSA06), емкостной накопитель, схему разряда накопителя на нагрузку и, собственно, нагрузку .

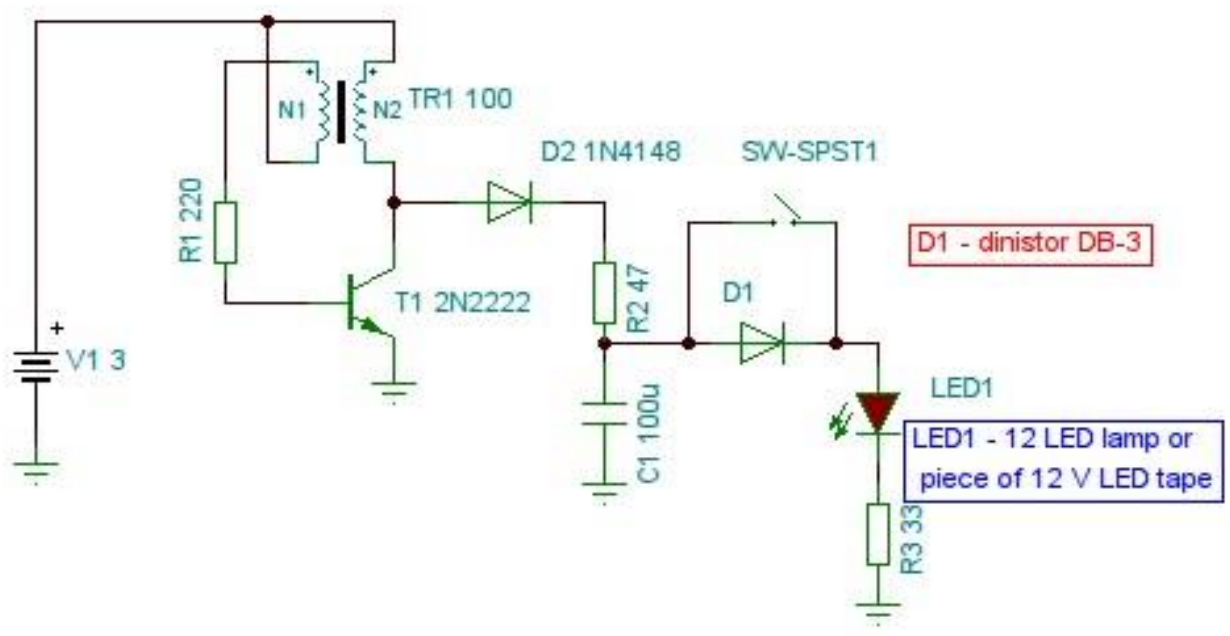


Рисунок 5. Емкостной формирователь «вспышек».

Преобразователь 3-40В собран на элементах T1,R1,TR1,D2 и представляет собой простой блокинг-генератор с выпрямителем (а точнее ключом на диоде D2). Трансформатор TR1 на ферритовом кольце 2300НМ, соотношение обмоток 2:3. Транзистор типа 2N2222, 2N4401, MPSA06, 2N3904 (немного хуже, поскольку маловат максимальный то коллектора, но вполне рабочий вариант). Емкостной накопитель включает в себя резистор R2 и конденсатор C1. Схема разряда накопителя на нагрузку состоит из кнопки SW1 и динистора D1. Динистор D1 (использован динистор DB-3) это пороговая четырехслойная полупроводниковая структура, фактически представляющая собой управляемый напряжением выключатель с гистерезисом. То есть когда напряжение на конденсаторе превышает напряжение открывания динистора (32-42 В) последний открывается и конденсатор C1 начинает разряжаться на нагрузку, формируя «вспышку». При падении напряжения на конденсаторе ниже порога отключения (примерно 0.5 напряжения срабатывания) динистор закрывается и конденсатор начинает вновь заряжаться. С помощью кнопки

SW1 можно формировать вспышку в произвольные моменты времени или оставив ее постоянно нажатой, убедиться в том что светодиоды нагрузки горят совсем тускло, в то время как вспышки получаются очень яркими.

Нагрузка — сегмент светодиодной ленты на 12 Вольт (2-3 светодиода) и токоограничивающий резистор. Возможны другие варианты нагрузки. Эксперименты со схемой.

- Формирование вспышек с помощью кнопки.
- Поставить конденсатор большей емкости (220 мкФ) и увидеть что частота вспышек уменьшилась, но они стали намного ярче (яркость у нас есть мера энергии, которую конденсатор может отдать при изменении напряжения от напряжения срабатывания до напряжения отпускания динистора. (то есть ***Ic=C*dUc/dT*** есть реальное физическое соотношение, и с ростом емкости при прочих равных условиях ток через нагрузку будет расти,равно как и энергия ***CU^2/2***, запасаемая в конденсаторе между вспышками). Частота же вспышек уменьшилась потому как приходится запасать вдвое больше энергии от неизменного зарядного устройства.
- Поставить вместо двух батареек на 1.5 В одну и убедиться что интервал времени между вспышками растянулся (даже при использовании конденсатора 100 мкФ) затянулся просто непозволительно. Когда надоедает ждать можно формировать вспышки кнопкой, дабы убедится что схема работает.

6. **Стробоскоп.** Стробоскоп достаточно зрелищная конструкция, особенно если есть возможность управления не только частотой, но и яркостью вспышки. В схеме на рисунке 6 потенциометром P1 регулируется частота вспышек, а потенциометром P2 регулируется яркость. Схема собрана на интегральном таймере серии 555, «бездонном» источнике вдохновения для проектирования самых разных устройств. При питании от источника 6 В и выше возможно использование отечественного аналога 1006ВИ1. В данном случае использовать напряжение питания менее 12 В не стоит, поскольку нужно запитывать достаточно энергоемкий источник света. Это может быть мощный 3-10 Вт светодиод (CREE5) или автомобильная лампа (например светодиодная лампа ближнего света). Ключ на транзисторе T1 имеет достаточный запас мощности (коммутируемый ток до 49 А). Схема ускорения выключения транзистора T1 собрана на T1,D3.

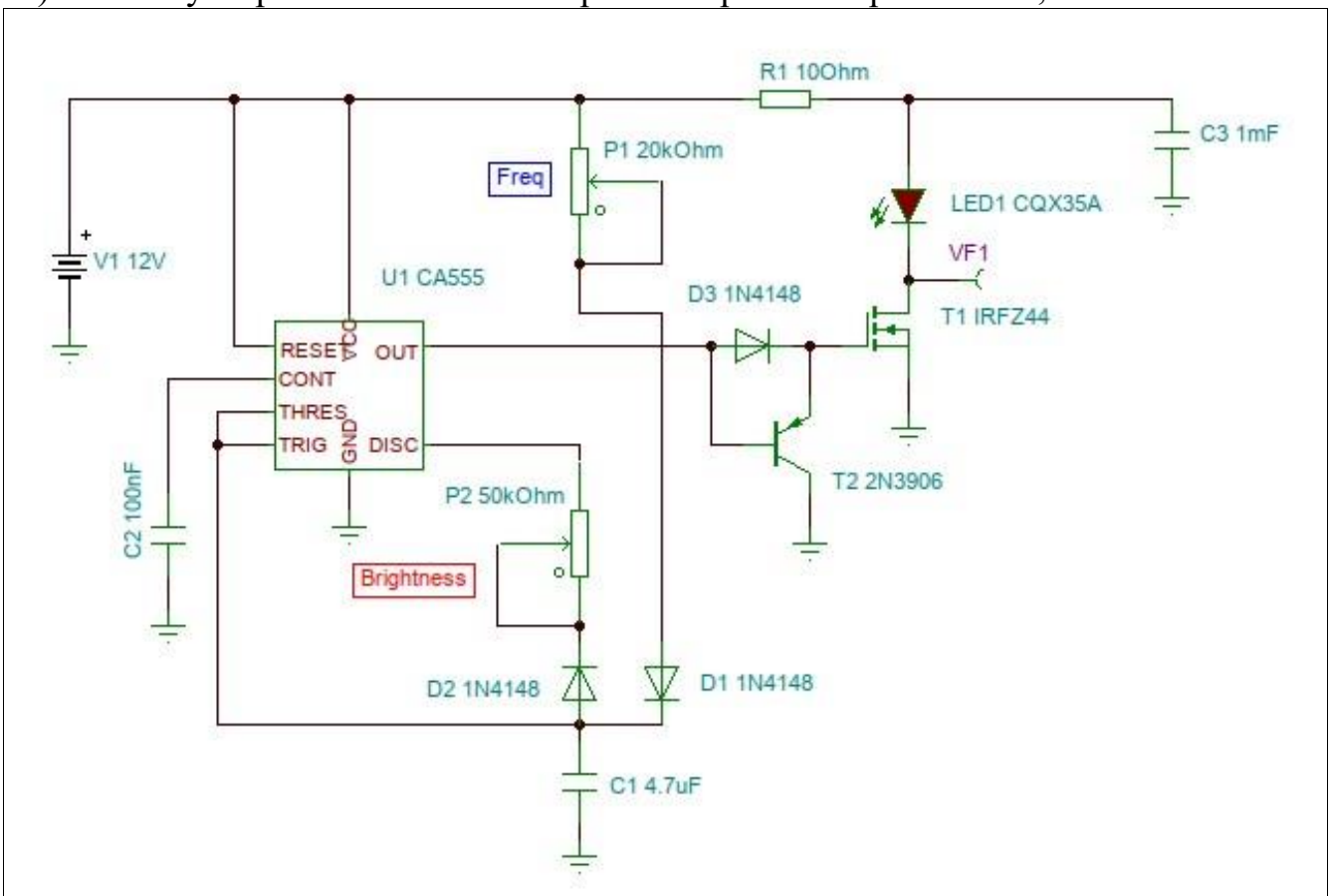


Рисунок 6. Стробоскоп.

7. **Линейное управление скоростью мотора.** В схеме на рисунке 7 транзистор T1 работает в линейном режиме как переменный резистор. Вместо резистора R1 устанавливается электромотор. Можно использовать транзистор 2N7000, тогда сопротивление резистора R3 лучше уменьшить до 1 Ом. Вращением движка потенциометра P1 регулируется число оборотов двигателя.

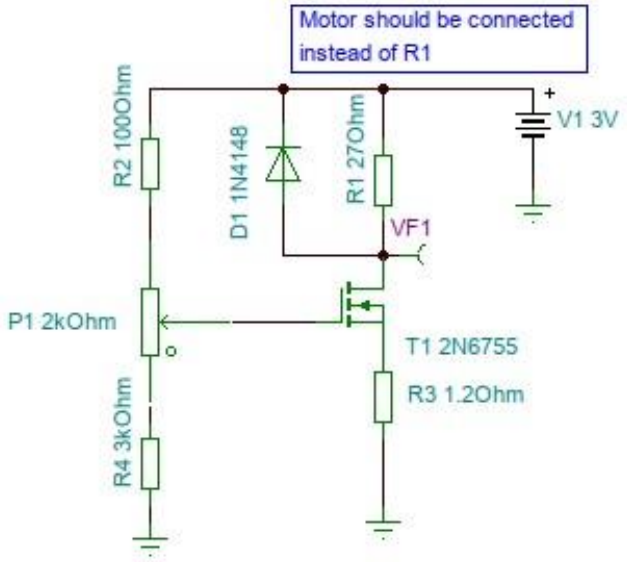


Рисунок 7. Линейное управление скоростью электромотора.

8. **Управление скоростью мотора схемой ШИМ на транзисторах.** Схема представляет собой несимметричный мультивибратор с регулируемой скважностью импульсов на транзисторах T1-T3 и диоде D1 и усилитель на транзисторе T4 (рисунок 8). Скорость вращения электромотора изменяется при вращении движка потенциометра P1. Мотор подключается вместо резистора R7.

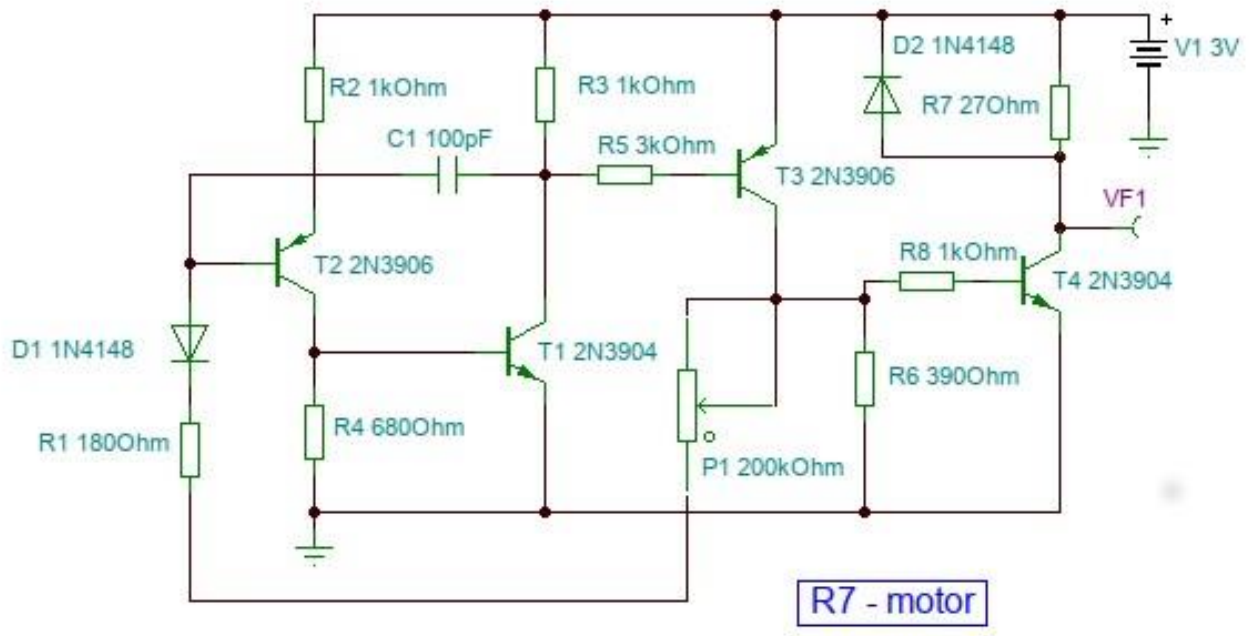


Рисунок 8. Схема ШИМ на транзисторах для управления электромотором.

9. **Управление скоростью мотора схемой ШИМ на базе ИС 555.** На рисунке 9 показана схема управления скоростью электромотора на базе ИС 555. Это хорошая схема ШИМ требует существенно меньше элементов, нежели схема на дискретных элементах (схема на транзисторах в предыдущем примере). Однако с напряжением питания 3 В, которое используется для наших двигателей работают только КМОП версии ИС 555 (755, TS555, TLC555). Классическая ИС 555 и ее клоны работать в этой схеме не будут. Представленная схема вполне работоспособна с ИС 7555. Другие КМОП версии ИС 555 могут иметь более существенное ограничение по выходному току. В приведенной схеме ИС 555 должна отдавать ток не менее 1.5 мА, что может оказаться неприемлемым например для TLC555. Посему лучше всего поставить R2 номиналом 10 к и транзистор заменить на TIP122. Тогда схема будет совсем «дубовой». Или поставить дарлингтоновский транзистор меньшей мощности (BC517, MPSA14 и т.п.)

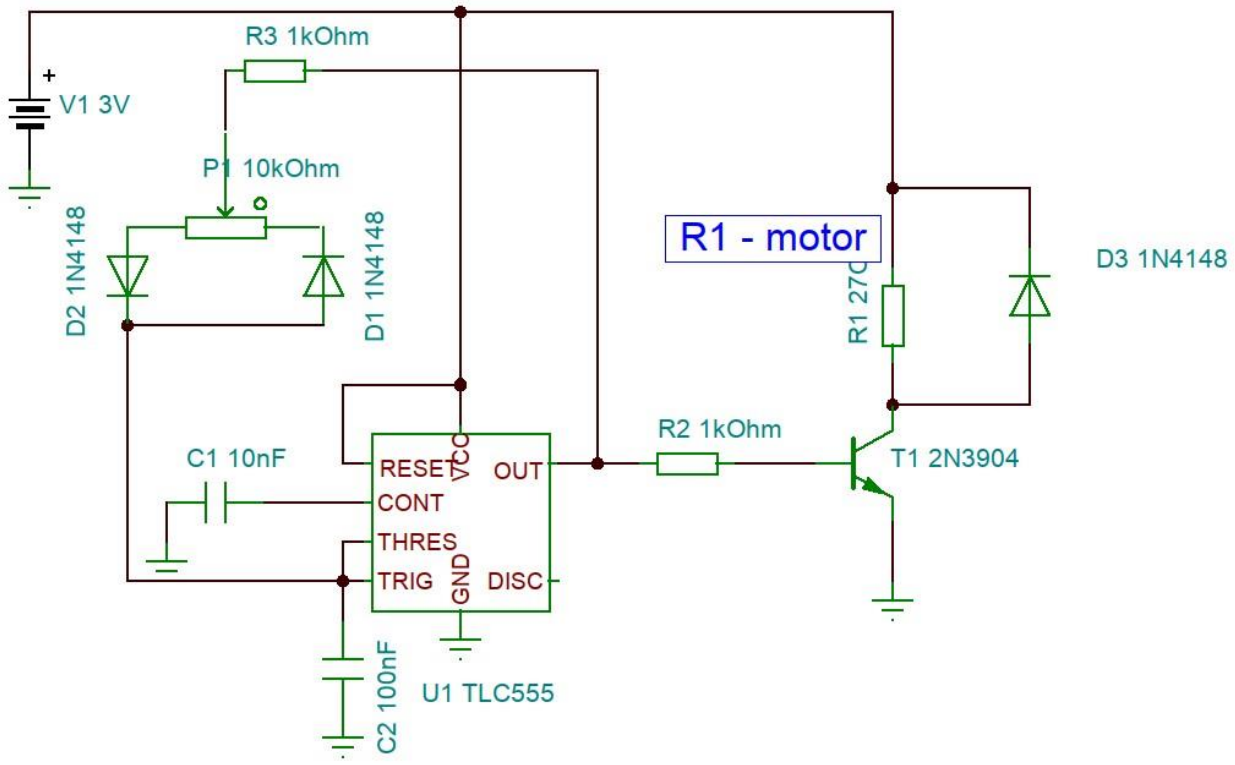


Рисунок 9. Схема ШИМ на базе ИС 555 для управления электромотором

10. **Датчик влажности почвы.** Это весьма полезное устройство для тех кто имеет дело с растениями, дома или в саду. Схема на рисунке 10 построена на базе компаратора LM393. Измерение выполняется по нажатию кнопки SW. При недостаточной влажности загорается красный светодиод, при нормальной зеленый. Желтый светодиод используется как индикатор работоспособности элемента питания. Собственно компаратор здесь U1, второй компаратор в корпусе ИС U2 включен инвертором.

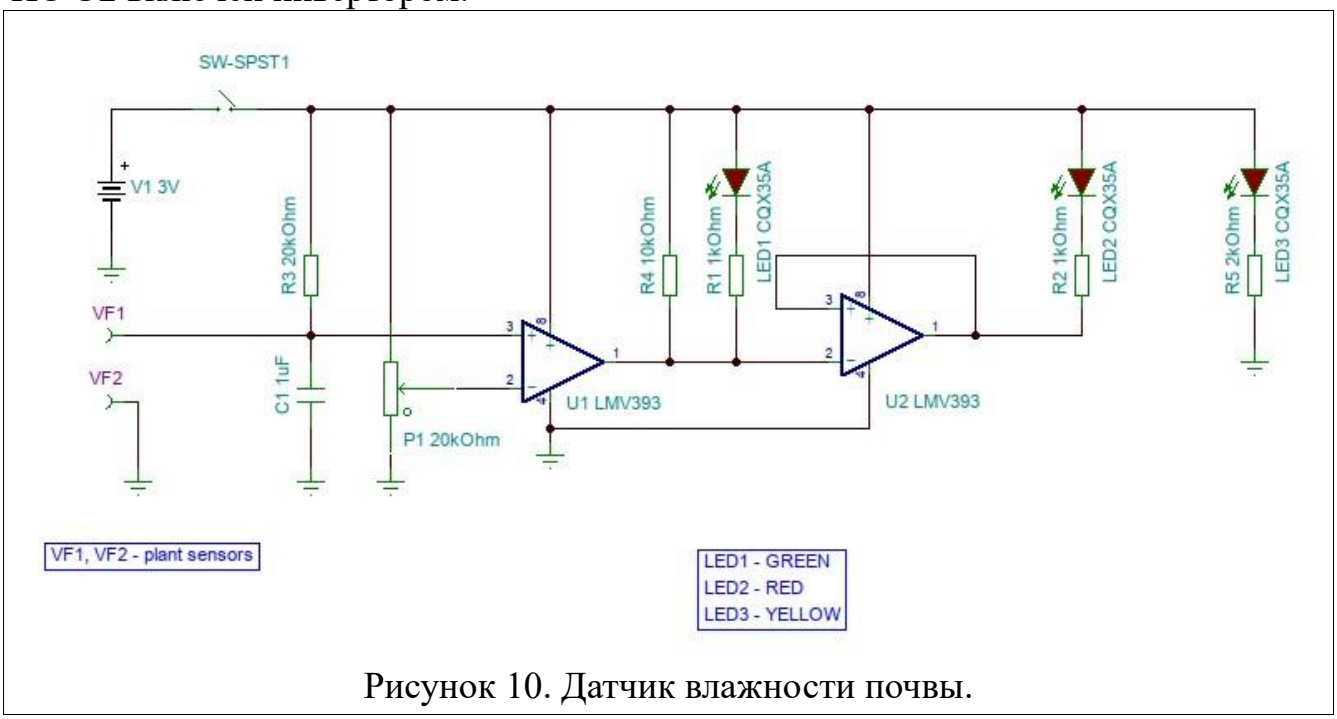


Рисунок 10. Датчик влажности почвы.

Схема нуждается в настройке. Для настройки следует, оставив сенсоры на воздухе, вращением движка потенциометра P1 добиться зажигания красного светодиода. Затем при погруженных в почву с достаточным уровнем влажности сенсорах вращением движка потенциометра P1 добиться зажигания зеленого светодиода. При извлечении сенсоров из почвы должен загораться красный светодиод. Затем лучше провести еще итерация по настройке с сухой почвой. Конструкция датчика может быть любой, надо лишь побеспокоиться и погружении сенсоров в почву. Естественно они должны быть проводящими. Возможно использование дешевых полых спиц, как показано на фото 1.

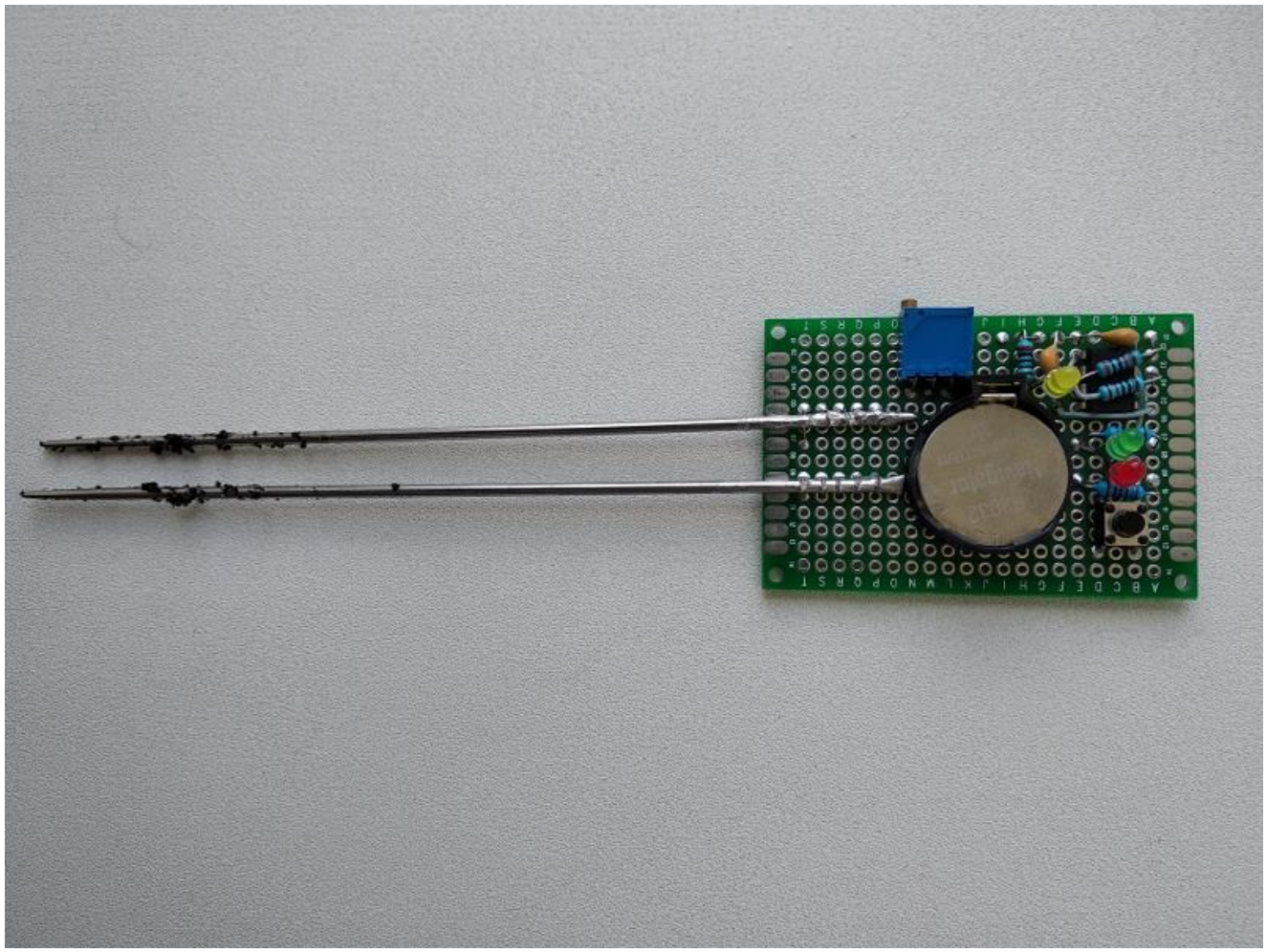


Фото 1. Вариант конструкции датчика влажности почвы.

11. **Имитатор звука «морзянки»**. Устройство имитирует привычный по кинофильмам звук «морзянки». Типовая схема (рисунок 11) генератора на ИС 555 (КМОП версии при напряжении питания 3 В). Выходной усилитель на транзисторах Т1, Т2 необходим поскольку КМОП версия ИС 555 не может напрямую работать на динамик.

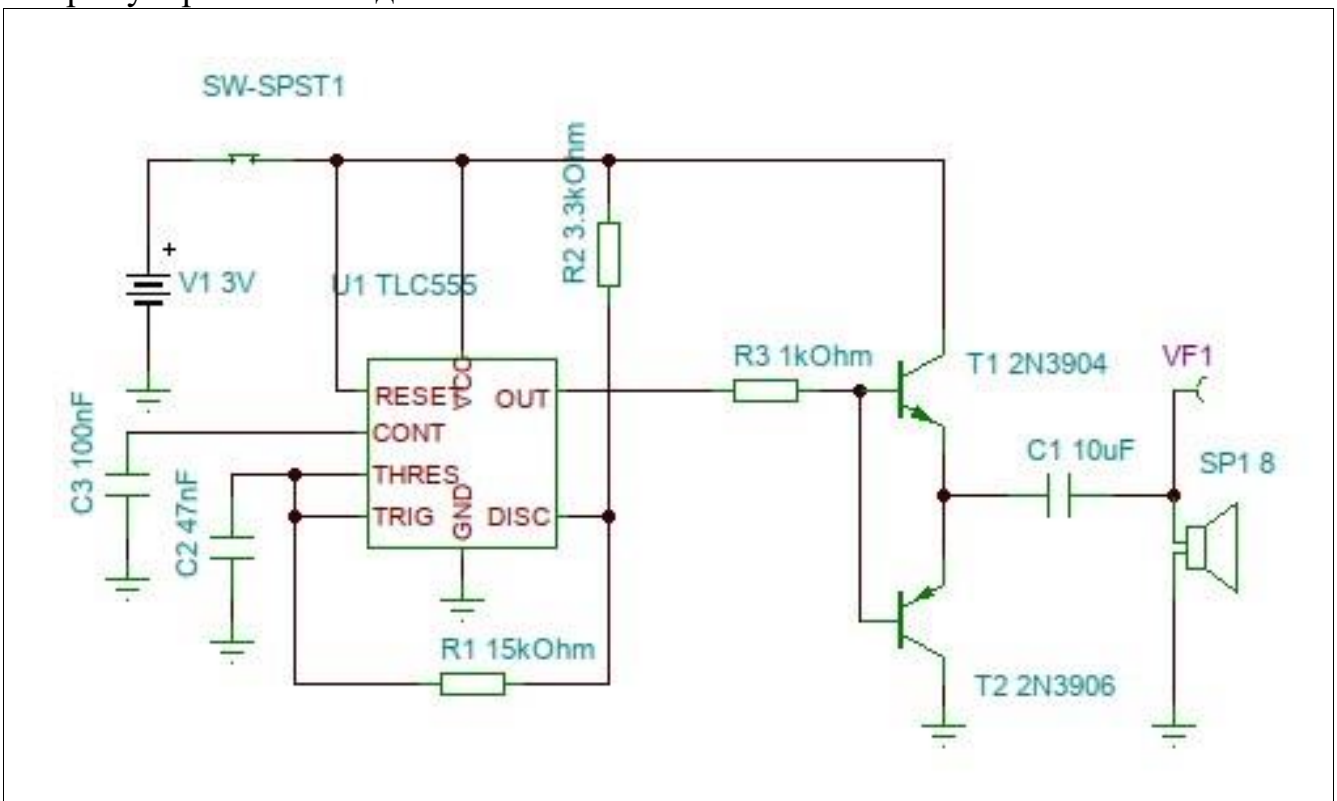


Рисунок 11. Имитатор звука «морзянки»

В этом устройстве очень важным элементом является «ключ» SW. Это должна быть достаточно массивная и удобная кнопка. Если все правильно работает, то можно пытаться передавать некий текст так, чтобы слушатель мог понять передаваемую информацию.

12. **Мультивибратор с мощным выходом для «змейки».** Для очень симпатичной игрушки «змейка» требуется симметричный мультивибратор, оба плеча которого нагружены на электромоторы с рабочим током порядка 250 мА. Поскольку типовая схема симметричного мультивибратора имеет очень большое выходное сопротивление, нагружать непосредственно плечи мультивибратора не получится. Выходной сигнал можно снимать только с коллекторной нагрузки плеч мультивибратора. Мультивибратор в схеме на рисунке 12 построен на pnp транзисторах, а выходной сигнал снимается с коллекторной нагрузки на мощные npn ключи. Диоды D1,D2, как и во всех схемах с электромоторами, купируют выбросы на индуктивной нагрузке.

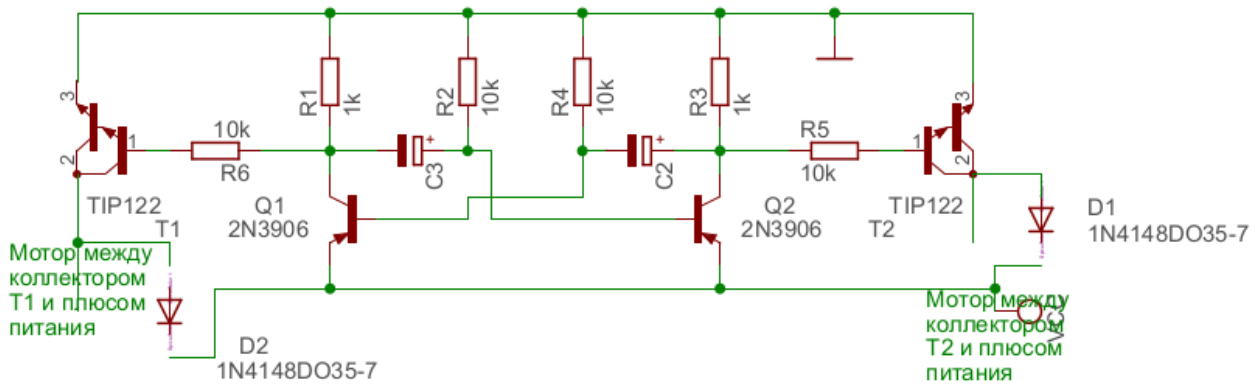
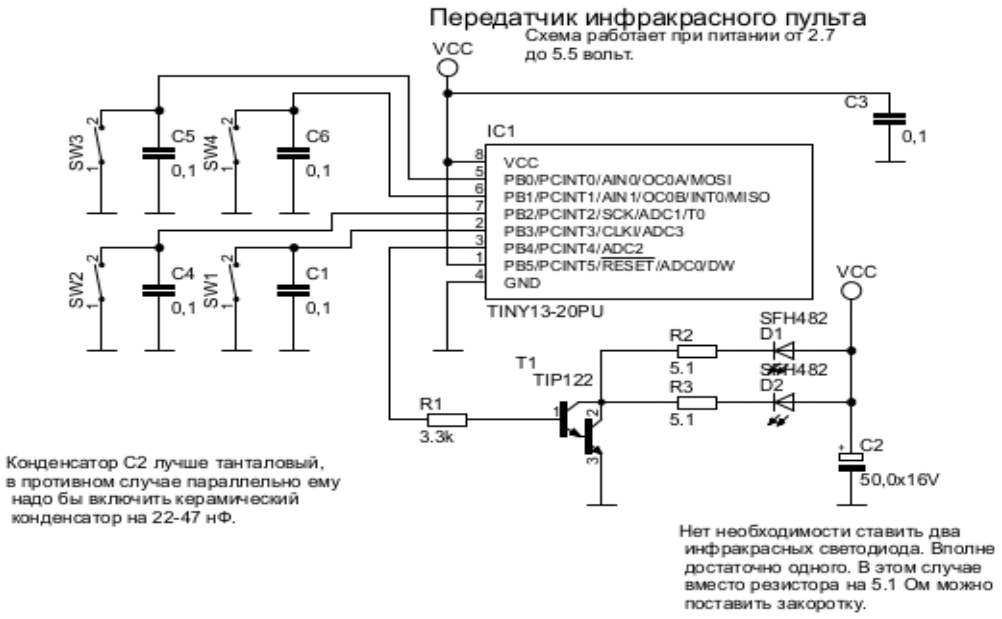


Рисунок 12. Мультивибратор для «змейки»

13. **ИК передатчик на ATtiny13A.** ИК передатчик (схема на рисунке 13) построен на микроконтроллере ATtiny13A. Это младшая модель микроконтроллера семейства ATtiny. Микроконтроллер принимает сигналы от кнопок и формирует N (1-5) импульсов, по номеру кнопки, заполненных частотой 38 кГц. Длительность импульса 30 мс. Частота заполнения определяется выбранным приемником. Мы ориентируемся на приемник TSOP1738, при использовании приемников TSOP1736, TSOP1732 эти частоты составят соответственно 36 и 32 кГц. Схема работает в диапазоне напряжений питания 2.7 — 5 вольт.

Рисунок 13. ИК передатчик на ATtiny 13A.



14. **ИК приемник на ATtiny13A и TSOP1738.** ИК приемник (схема на рисунке 14) также как и передатчик построен на микроконтроллере ATtiny13A. Используется приемник TSOP1738. Микросхема IC2 типа ULN2803 — 8 мощных дарлингтоновских ключей с демпфирующими диодами. В качестве нагрузки в первичном макете используются светодиоды. Вместо них могут подключены различные нагрузки: электромоторы, светодиодные ленты, реле и т. д. Приемник ориентирован на сигналы передатчика, приведенного выше. Количество принятых за определенный интервал = номеру канала, отсчитываемого от 1. Каналы в toggle режиме — включить-выключить по той же кнопке.

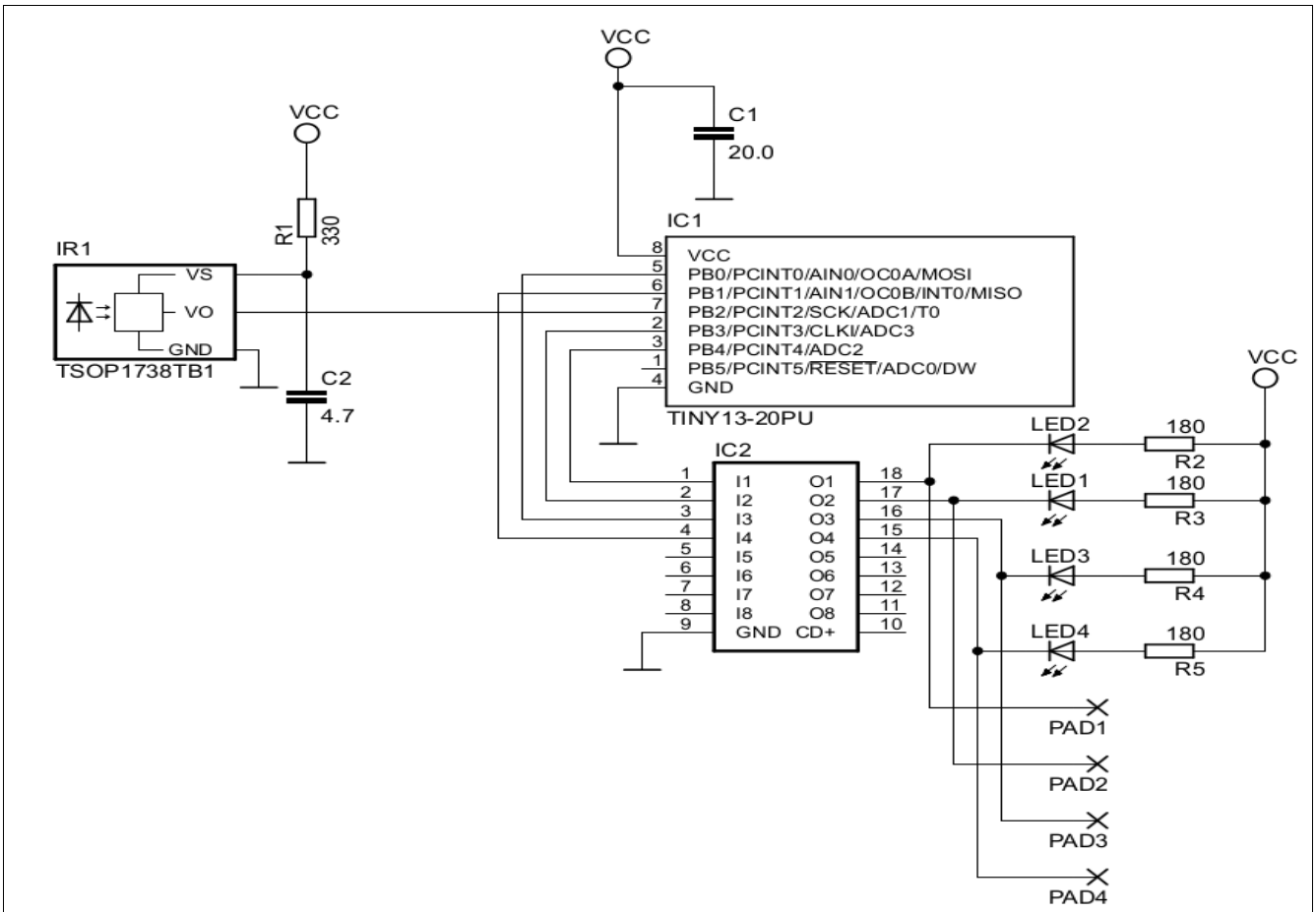


Рисунок 14. ИК приемник на ATtiny13A иTSOP1738.

15. **Контроллер шагового двигателя на ATtiny13A.** Устройство обеспечивает вращение шагового двигателя с переменной скоростью в обоих направлениях. Контроллер шагового двигателя (схема на рисунке 15) построен на микроконтроллере ATtiny13A. Для управления обмотками используются дарлингтоновские ключи с демпфирующими диодами ULN2803. Переменный резистор R2 используется для управления скоростью вращения двигателя. Напряжение с движка резистора подается на АЦП микроконтроллера. Программа в микроконтроллере преобразует значение напряжения в скорость вращения двигателя. Четыре дискретных выхода микроконтроллера подаются на ключи IC2 для управления обмотками. Вывод RESET используется не только для начальной установки устройства, но и для управления направлением вращения двигателя. По запуску программа считывает байт направления движения из перепрограммируемой памяти, затем проверяет была ли перезагрузка или включение питания. В случае перезагрузки направление вращения меняется на противоположное и новое значение байта направления записывается в перепрограммируемую память.

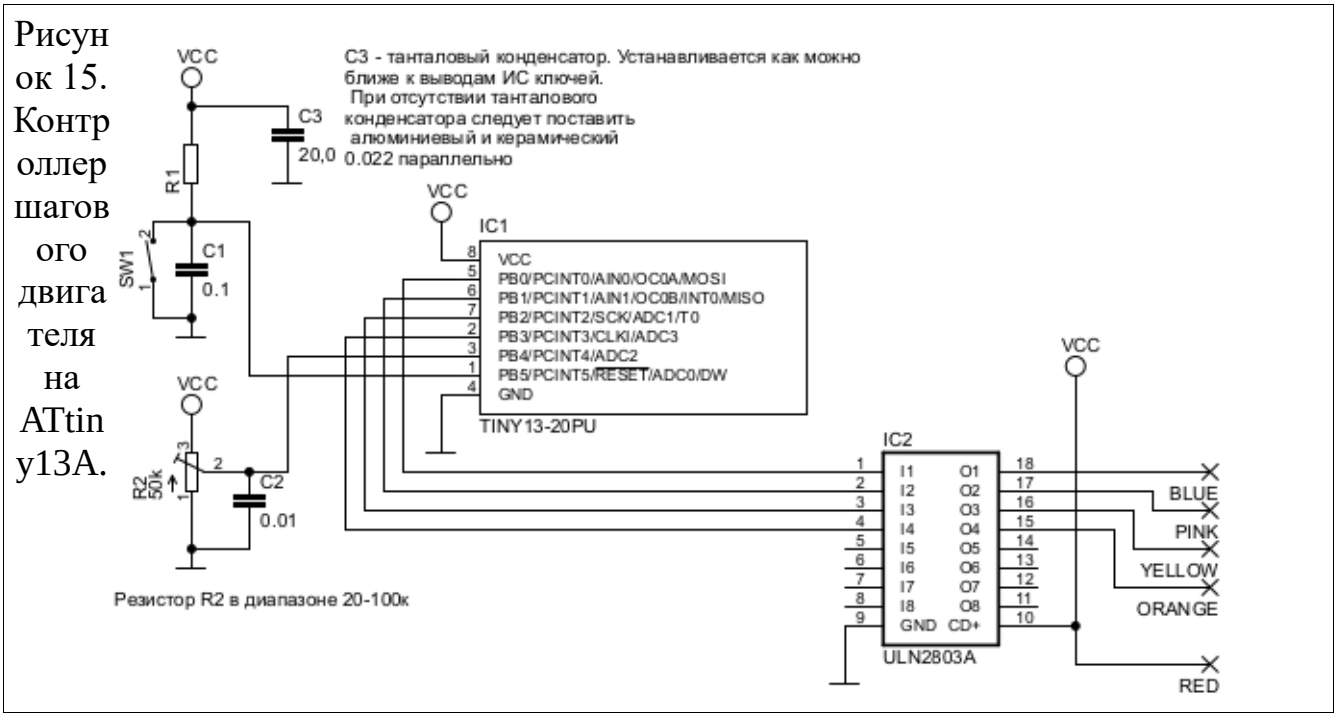


Рисунок 15. Контроллер шагового двигателя на ATtiny13A.

16. **Игрушка «зажечь все лампочки» на ATtiny13A**. Игрушка, как и некоторые приведенные выше конструкции построена на микроконтроллера ATtiny13A. Это тренажер для удержания внимания. Задача игрока — зажечь все 7 светодиодов за минимальное количество нажатий на клавишу S1. Игра начинается с нажатия на клавишу S1. Далее через разные интервалы времени на определенное время зажигается желтый светодиод. За время вспышки светодиода нужно нажать на клавишу S1. При успешном нажатии загорается очередной светодиод целевой линейки, при неудаче гаснет один из уже зажженных светодиодов. При зажигании всех светодиодов игра завершается и на целевых светодиодах зажигается количество нажатий на клавишу S1, которое потребовалось для зажигания всех светодиодов. В идеале должно потребоваться 7 нажатий на клавишу для завершения игры.

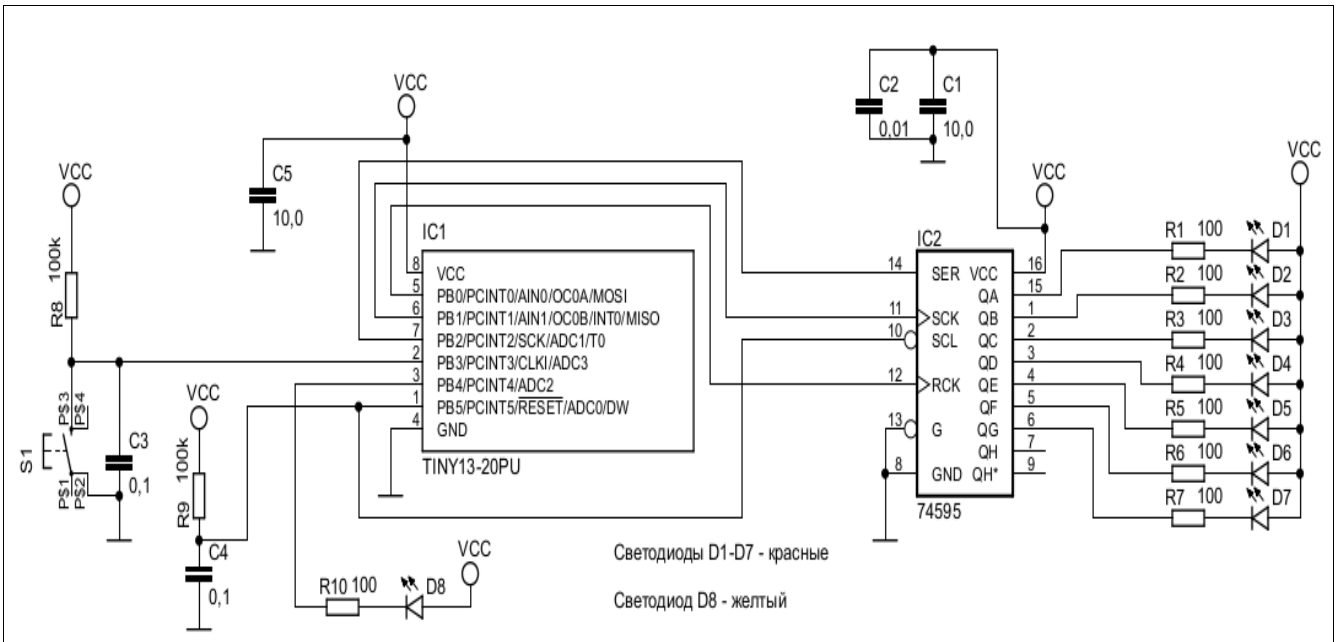


Рисунок 16. Игрушка «зажечь все лампочки» на ATtiny13A.

17. **Мигалка «король дорог» на CD4017.** Устройство представляет собой управляемую «мигалку» с бегающими огнями по типу больших внедорожников из американских фильмов. Вместо светодиодов можно поставить транзисторные ключи и управлять светодиодными лентами и т.д. Здесь используется ИС CD4017, представляющая собой двоично-десятичный счетчик с дешифратором. Получается счетчик с унитарным выходом. Серия 4000 работает в широком диапазоне напряжений питания (3-15 В) и очень подходит для различных самоделок. Задающий генератор — КМОП версия ИС таймера 555. Схема «2-ИЛИ» на диодах организует движение в прямом и обратном направлениях. Всего 4 схемы «2-ИЛИ», диод D6 устанавливается для сохранения единой яркости всех светодиодов.

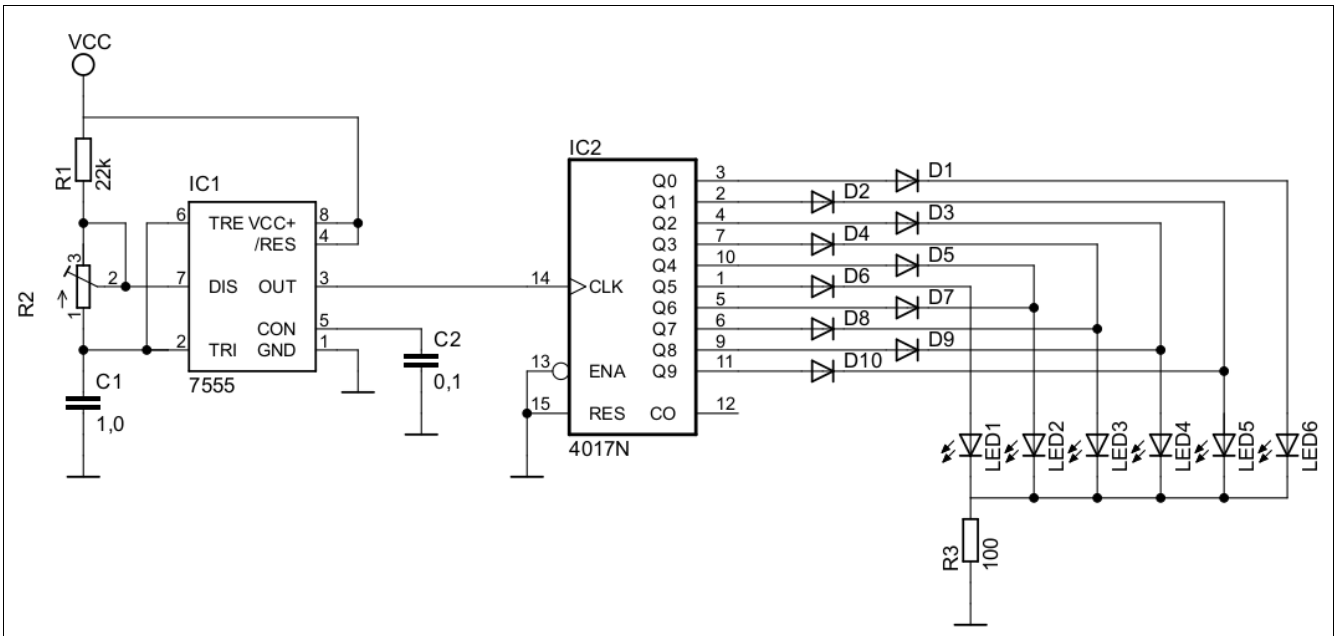


Рисунок 17. Мигалка «король дорог» на CD4017.

18. **Музыкальная шкатулка на CD4017.** Еще одна игрушка на КМОП версии таймера 555 и счетчике CD4017. На IC1, IC3 собран источник напряжения для управления частотой генератора на ИС IC2. Скорость изменения частоты («длительность ноты») задается конденсатором C1, опорная частота звукового генератора конденсатором C3.

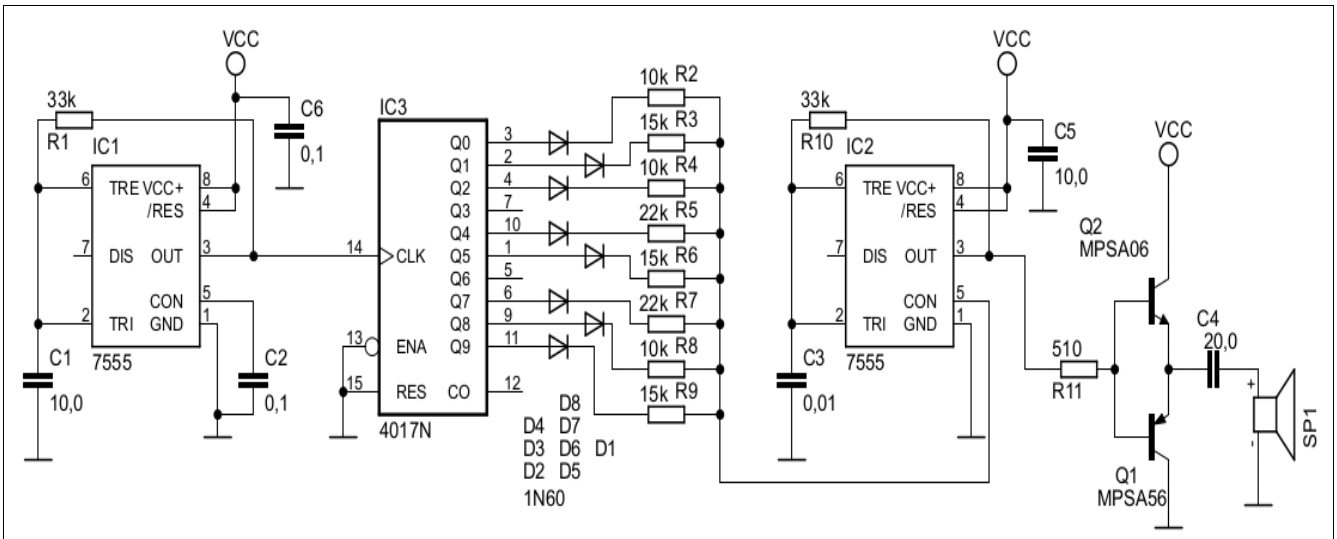


Рисунок 18. Музыкальная шкатулка на CD4017.

19. **Генератор для демонстрации проводимости плазмы.** Генератор на триггерах Шмитта с искровым промежутком в цепи обратной связи и буферным усилителем. Искровой промежуток или разомкнутый контакт P1, P2 — две медных проволочки на расстоянии 2.5-5 мм. При поднесении пламени (например зажигалки) раздается звуковой сигнал.

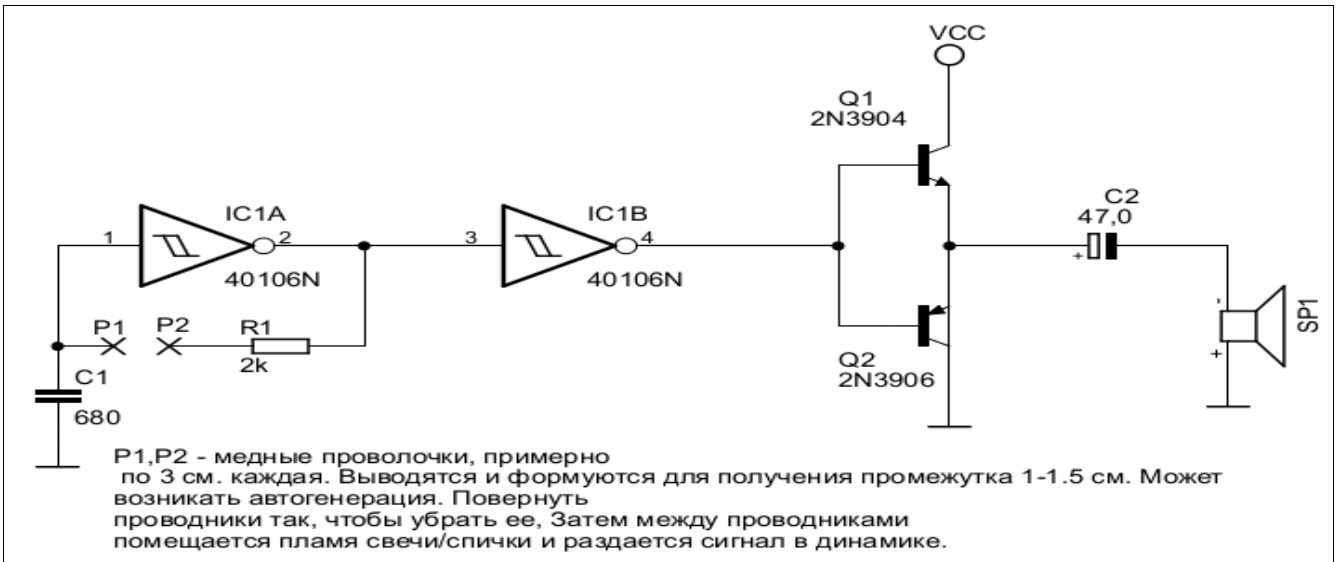


Рисунок 19. Генератор для демонстрации проводимости плазмы.

20. **Автоматический «ночник» на пиродатчике.** Достаточно полезное простое устройство. Лампочка (светодиод или набор светодиодов) зажигается при появлении человека или крупного животного в «зоне видимости» пиродатчика. Пока объект движется, лампочка горит, при остановке объекта или ухода его из «зоны видимости» лампочка тухнет по истечении 7 секунд для выбранного пиродатчика без его переделки. Одновибратор на КМОП версии таймера 555 предназначен для увеличения интервала горения лампочки при потере контакта с объектом (выхода из «зоны видимости» или полной неподвижности). Устройство может работать от батареи (например 2032 или много более продолжительное время от двух батарей ААА или аккумуляторов). Конструкция с батарейным питанием может устанавливаться в произвольном месте помещения.

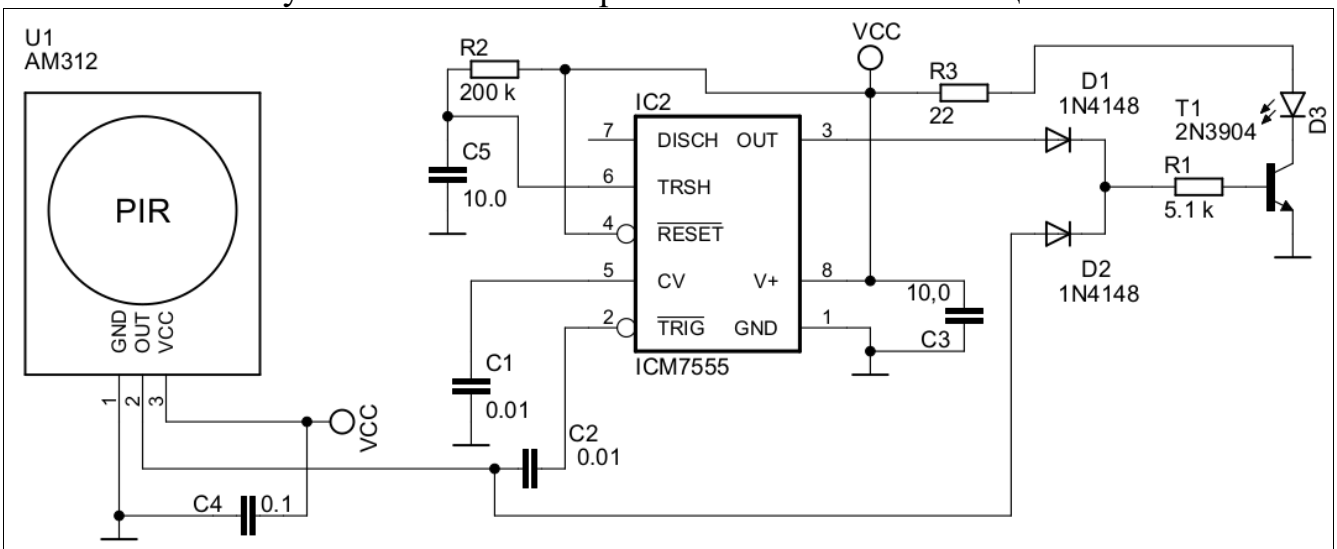


Рисунок 20. Автоматический «ночник» на пиродатчике.

21. **«Гауссовка».** Схема состоит из ШИМ модулятора, ключа, выпрямителя, схемы стабилизации напряжения, накопительной батареи и коммутатора. ШИМ модулятор. ШИМ модулятор собран на ИС IC1 (NE555). Времязадающая цепь R1,R7,D1,D2,C2 определяет частоту и скважность генерируемых импульсов. Заряд емкости идет при высоком уровне на выходе 3 IC1 по пути R1, контакт 2 резистора R7, контакт 1 резистора R7 и диод D2. Разряд по пути C2, диод D1, вывод 3 резистора R7, вывод 1 резистора R7, резистор R1 и выход 3, который в этот момент находится в "низком" уровне. Резистор R7 задает скважность генерируемых импульсов. Конденсатор C1 блокирует возможные помехи на линии CON. Ключ. Ключ собран на МОП транзисторе Q1. В цепь стока транзистора включен накопительный дроссель, "выброс" на котором далее выпрямляется и фильтруется. Выпрямитель. Выпрямитель собран на диоде D3 и конденсаторе C3. Схема стабилизации напряжения. В схему стабилизации выходного напряжения входят настраиваемый делитель на резисторах R5, R6; ключ на транзисторе T3 (резистор R2 ограничивает ток базы транзистора) служит для отключения генератора при напряжении на выводе 2 резистора R6 большем или равном напряжению открывания транзистора; ключ на транзисторе T2 (резистор R4 ограничивает ток базы транзистора) обеспечивает включение светодиода при входе схемы в режим стабилизации выходного напряжения что яляется сигналом готовности к срабатыванию схемы. Накопительная батарея. На схеме показана как конденсатор C4. Является основным источником энергии для "разгонной" катушки L2. Коммутатор. Коммутатор составлен из кнопки S1, кнопки S2 и тиристора T1. Нажатие кнопки S1 начинает зарядку батареи C4 (при этом кнопка должна удерживаться все время пока заряжается батарея). По нажатию кнопки S2 открывается тиристор T1 и энергия, накопленная в батарее C4, "сбрасывается" на индуктивность L2. Кнопку S1 можно и нужно отжать непосредственно перед нажатием на кнопку S2.

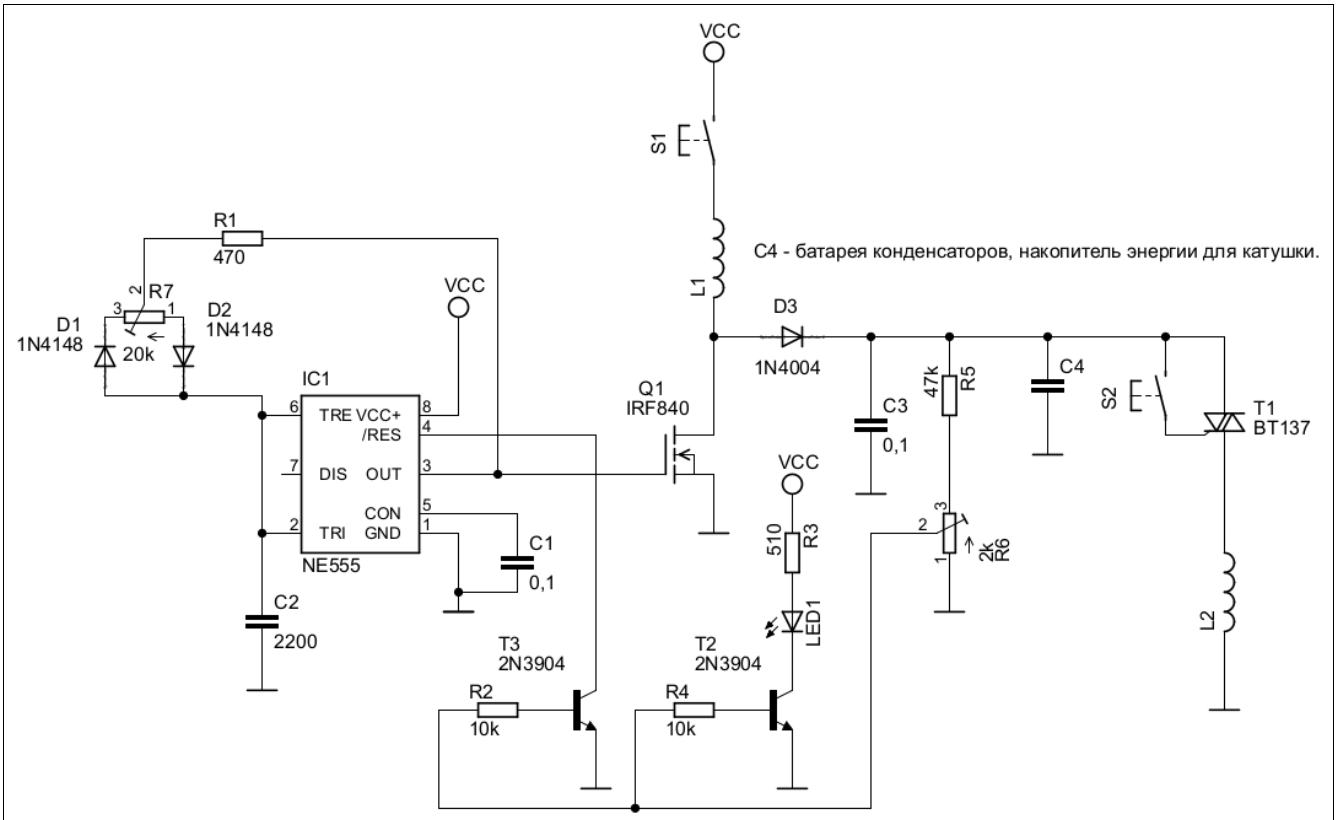


Рисунок 21. «Гауссовка».

22. **Игрушка «Кто быстрее».** Игрушка разработана на микроконтроллере ATtiny13A. По истечении некоторого интервала времени после нажатия клавиши S3 загорается светодиод LED3 (лучше красного цвета) и раздается короткий звуковой сигнал. Игроки стараются как можно быстрее нажать на клавиши S1 и S2 соответственно. По нажатию одной из этих клавиш микроконтроллер зажигает светодиод возле клавиши победителя (можно поставить желтый и зеленый светодиоды) и формирует короткий звуковой сигнал переменного тона.

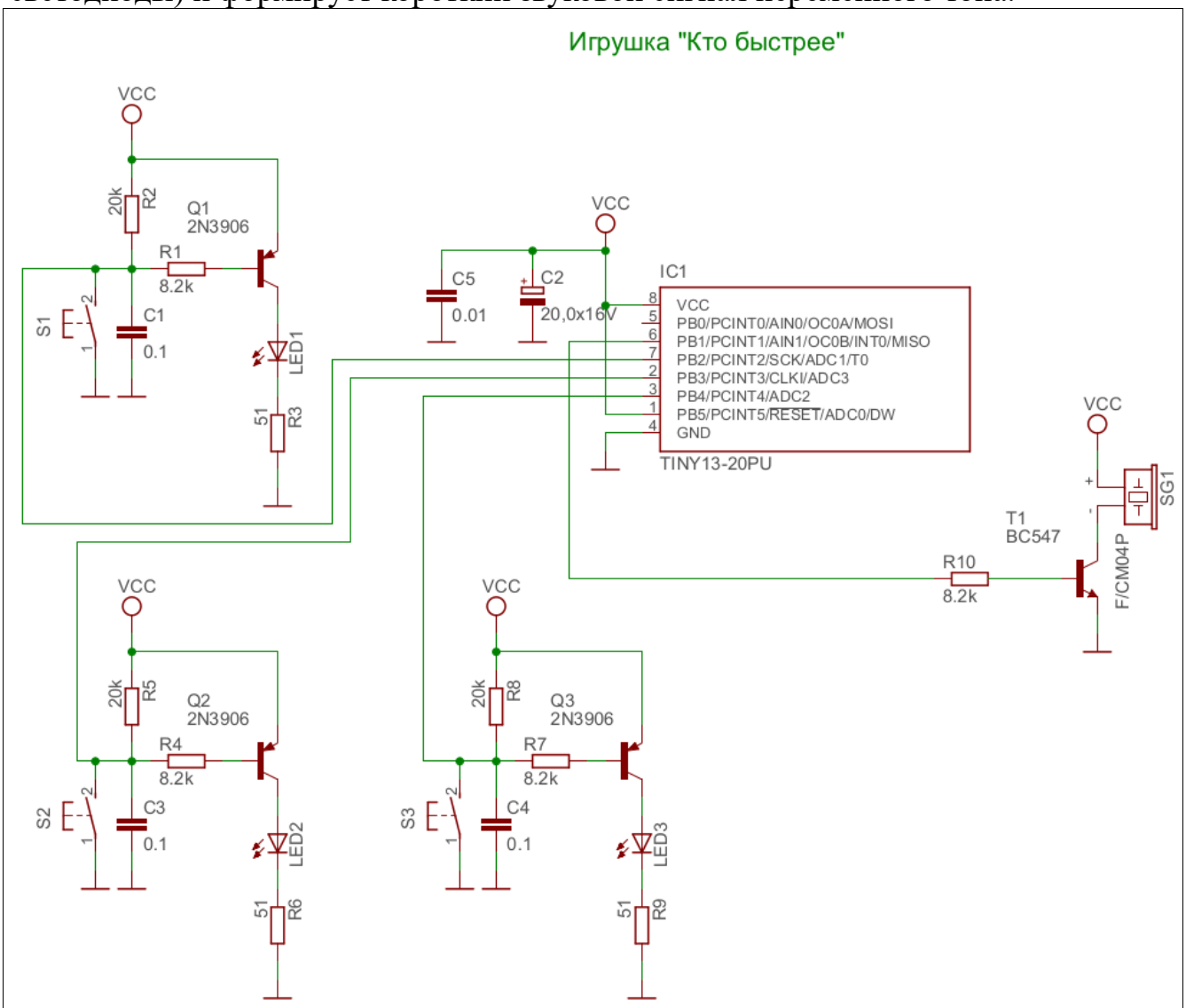


Рисунок 22. Игрушка «кто быстрее».

23. **Лабораторный стенд «Измерение температуры» (WiFi, Webfrontend).**

Лабораторный стенд является первым устройством в линейке WiFi устройств, работающих в режиме http сервера, средой для взаимодействия с сервером для которых является клиентский Web browser. Поддерживаются Google Chrome, Firefox, Safari, возможно IE (не тестируется). Первый набор устройств собран на SOC (system on chip) 8266 фирмы Espressif. Далее полагаем использовать модули на SOC ESP32 той же фирмы. На сегодня это самый функционально насыщенный набор по минимальной цене. Немаловажным является и то, что модуль разработан и выпускается китайской фирмой (точнее архитектура процессора покупается у американской компании), а значит никак не должен подпадать под возможные ограничения. В модуль входят 32-х разрядный MIPS микроконтроллер, WiFi радиомодуль, АЦП, промышленные интерфейсы, дискретные порты ввода/вывода и т. д. В выпускаемых промышленностью устройствах кроме собственно модуля 8266 устанавливается флеш память объемом не менее 512 кбайт, что вполне достаточно для достаточно сложных приложений.

В настоящем устройстве (схема на рисунке 23) использован младший модуль из линейки 8266 ESP-01. Но для решаемой задачи он подходит идеально. Дискретный ввод/вывод GPIO2 используется для организации магистрали OneWire, к которой подключаются датчики температуры типа DS18B20. На плате стенда устанавливается 4 4-х контактных разъема, «прошитых» однопроводной магистралью OneWire. То есть к текущей реализации стенда может быть подключено до 4-х датчиков температуры. Устройство питается от +5 В, для чего на макете размещен разъем миниUSB. К этому разъему можно подключить как кабель от компьютерного интерфейса, так и кабель от любого зарядного устройства USB. Линейный стабилизатор U2 формирует напряжение 3.3 В для питания модуля ESP-01.

Программное обеспечение стенда состоит из двух компонент: программное обеспечение серверной стороны или стороны модуля обеспечивает сканирование однопроводной магистрали, определение количества активных датчиков, сбор данных о температуре и обмен с клиентским приложением; программное обеспечение клиентской стороны организует графический интерфейс на стороне клиентов, прием, отображение и сохранение результатов измерений на каждом устройстве клиентской стороны независимо от операционной системы, работающей на устройстве. Как уже отмечалось, исполнительной средой является Web browser.

Один такой стенд может обслуживать не более 5 клиентов, что вполне достаточно, поскольку обычно для лабораторных работ класс (группу) разбивают на коллективы по 2-3 человека.

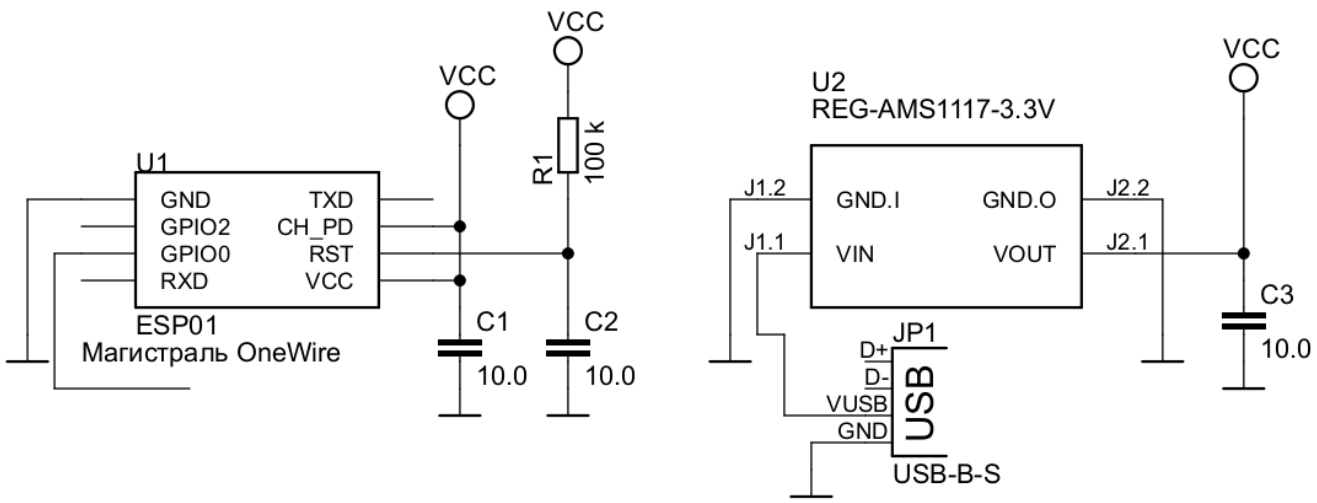
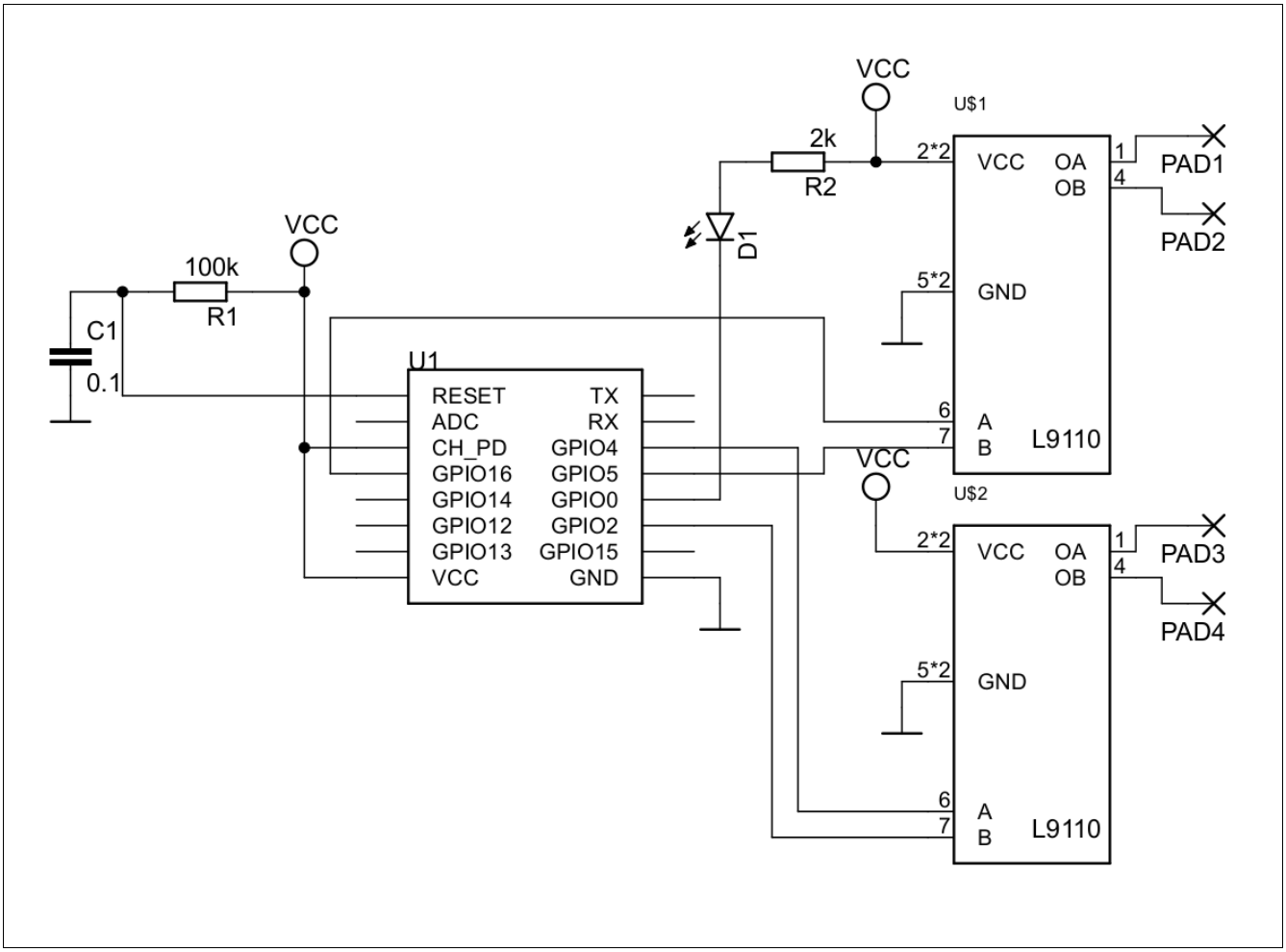


Рисунок 23. Лабораторный стенд «Измерение температуры».

24. **Управление двигателями с виртуальным «joystick» (WiFi, Web frontend).**
Следующим устройством в линейке WiFi устройств, работающих в режиме http сервера является блок управления электромоторами с виртуальным joystick в качестве источника команд пользователя (схема на рисунке 24).. Здесь используется модуль 8266 с большим количеством дискретных портов ввода/вывода, например ESP-07, ESP-12. Для непосредственного управления электромоторами используются драйверы L9110H, обеспечивающие вращение моторов в прямом и обратном направлениях (Н-мосты U1, U2). Устройство может работать в режиме точки доступа или http сервера, подключаемого клиентом к беспроводной сети с фиксированными параметрами подключения. При соединении клиентского устройства (смартфон, планшет …) на экране internet browser отображается синий круг. Управление осуществляется перемещением круга . При отпускании круг возвращается в исходную точку.



25. Стенд для курса программирования «Интернет вещей».

Подойти к IOT (Internet Of Things) проще всего через простые действия, выполняемые с помощью сетевых служб, используя различные гаджеты для удаленного включения/выключения различного рода устройств и получения информации с измерительных приборов. Для этого проще и дешевле всего, на сегодняшний день, собрать стенд на базе SOC (system on chip) фирмы Espressif типа ESP8266. Стенд состоит из процессорного модуля на базе ESP8266, платы для монтажа без пайки (breadboard) и набора «оконечных» устройств : светодиоды (+резисторы), кнопки, ИС привода электродвигателей, собственно коллекторные и шаговые двигатели и т.д. В качестве процессорного модуля лучше использовать NodeMCU V2, поскольку она несколько уже и может устанавливаться в плату для монтажа без пайки на 400 контактов так, что один ряд контактов доступен с каждой стороны. При использовании более широких плат V1, V3 лучше использовать две платы для монтажа без пайки (breadboard) на 400 контактов. Базовое программное обеспечение — оболочка Arduino (https://www.arduino.cc/en/Main/Software). Это кроссплатформенная оболочка, на сегодняшний день имеющая поддержку не только микроконтроллеров Atmel, но и кристаллов ST и Espressif (ESP8266, ESP32). После установки базовой оболочки

следует установить программное обеспечение для ESP8266 в «Board Manager». На странице (https://www.arduino.cc/en/guide/cores) есть описание процесса установки для ESP8266 («How to install a third party core »). Таким образом для ESP8266 устанавливается как базовое программное обеспечение Arduino, так и специфическое программное обеспечение. Специфическое программное обеспечение ESP8266 достаточно прилично документировано(https://arduino-esp8266.readthedocs.io/en/latest/index.html). Там же на странице «Installing» есть описание установки программного обеспечения для ESP8266. Корректность установки программного обеспечения проверяется запуском примера **Blink** из базового набора примеров для ESP8266. Поскольку мы рассматриваем программирование для IOT все следующие примеры будут ориентированы на взаимодействие с WiFi сетью. Фото базового стенда приведено на рисунке 25.

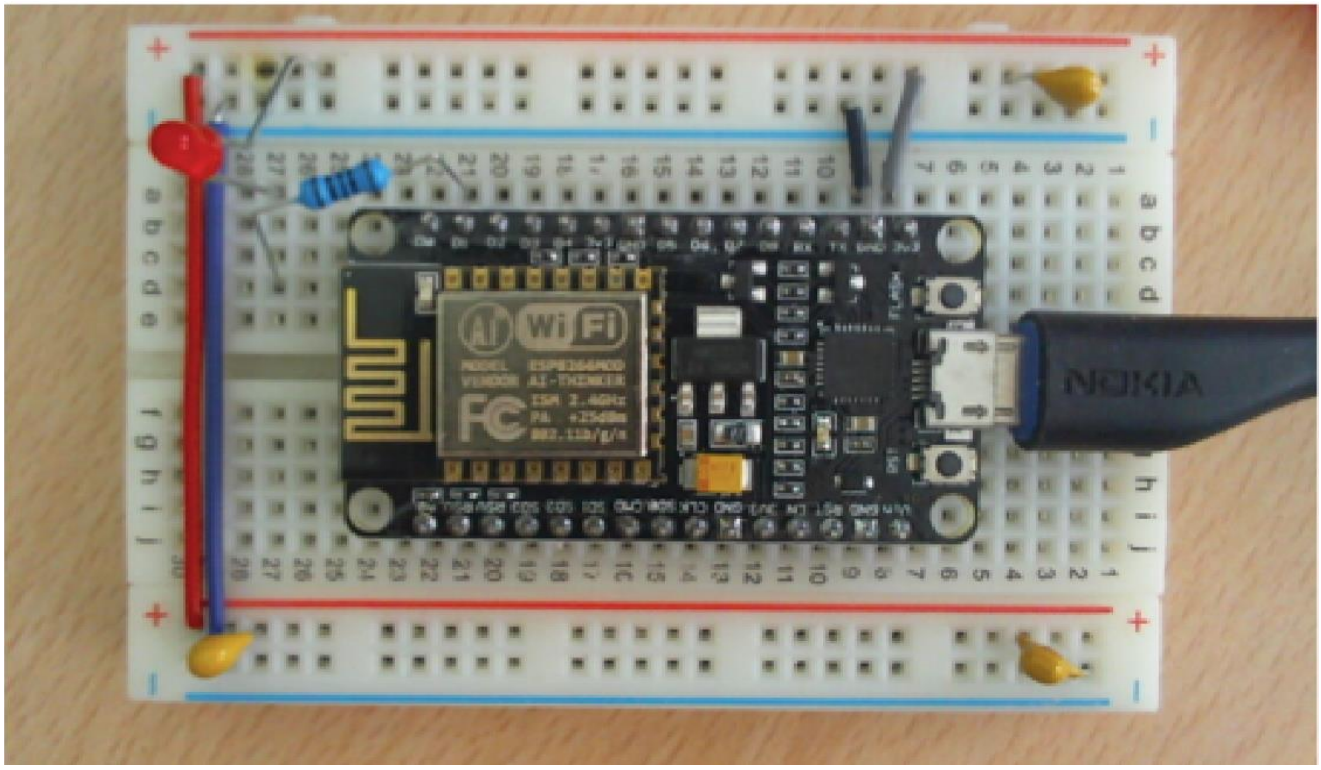


Рисунок 25. Базовый стенд для курса программирования «Интернет вещей».

На сегодня разработаны следующие примеры для курса:

- **esp8266_step_0** - запустить точку доступа
- **esp8266_step_1** - соединиться с выбранной сетью
- **esp8266_step_2** - включить/выключить один светодиод
- **esp8266_step_3** - включать/выключать два светодиода
- **esp8266_step_4** - включить/включить электромотор, переключать направление вращения
- **esp8266_step_5** - включать/выключать два светодиода, управлять яркостью
- **esp8266_step_6** - включить/выключить электромотор, управлять направлением и скоростью вращения.

Детальное описание курса и процесса программирования не рассматривается в настоящем документе.