

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций
Высшая инженерно-физическая школа

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Разработка конструктора для обучения детей робототехнике,
схемотехнике и механике

по дисциплине «Основы проектной деятельности»

Выполнил студент гр.

Руководитель



подпись

подпись

Буц М.К.
Ф.И.О.

Капралов В.Г.
Ф.И.О.

« ____ » _____ 2021 г.

Санкт-Петербург 2021

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций
Высшая инженерно-физическая школа

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Разработка конструктора для обучения детей робототехнике,
схемотехнике и механике

по дисциплине «Основы проектной деятельности»

Выполнил студент гр.

Руководитель



подпись

Широбоков А.А.

Ф.И.О.

Капралов В.Г.

Ф.И.О.

« ____ » _____ 2021 г.

Санкт-Петербург 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Актуальность	3
Целевая аудитория	3
Цель по методу SMART	3
Предлагаемое решение	4
БЛОК 1	5
Урок 1. Повторение. Законы постоянного тока. Измерение электрических величин мультиметром	5
Урок 2. Конденсатор и индуктивность	9
Урок 3. Диэлектрик. Полупроводник. Диод	12
Урок 4. Полупроводниковые приборы	13
Урок 5. Автогенераторы и мультивибраторы на транзисторах	15
Урок 6. Итоговый. Ночник-настольная лампа с регулировкой яркости	17
БЛОК 2	18
Урок 7. Микросхемы линейной стабилизации тока/напряжения	18
Урок 8. Микросхема-таймер. Инфракрасные передатчик и приемник	20
Полевой транзистор. Моновибратор	
Урок 9. Микросхемы логики. Введение в логику	22
Урок 10. Микросхемы-счетчики	25
Урок 11. Компаратор. Операционный усилитель	30
Урок 12. Итоговый проект. Радиоприемник с усилителем	31
Реализация проекта	32
Смета	34
Вывод	34

ВВЕДЕНИЕ

АКТУАЛЬНОСТЬ

Техническое направление стало приоритетным в планах инновационного преобразования России.

Важным фактором обучения выступает современная система дополнительного образования. Внеклассная работа в технической области в сочетании с учебными занятиями должна помогать школьникам приобрести глубокие и прочные знания в области технических наук, ценные практические умения и навыки в области изобретательства, а также воспитать трудолюбие, культуру труда и дисциплинированность.

Актуальностью нашего проекта является:

- Востребованность специалистов технических направлений.
- Низкий уровень прикладного образования в школах.
- Нехватка практических навыков в области электроники.
- Развитие технических навыков, подрастающего поколения и для всех желающих.

ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ

Наш курс нацелен на изучение основ аналоговой электроники, ознакомление с широким кругом электронных компонентов и создание практически полезных электронных устройств потребителем без начальных навыков в робототехническом кружке или же самостоятельно.

ЦЕЛЬ ПО МЕТОДУ SMART

Создать план курса по аналоговой электронике с конструктором, включающий в себя 12 уроков, с помощью командной работы всех участников проекта, обращения к дополнительной литературе и активного взаимодействия с заказчиком для повышения уровня подготовленности и для повышения заинтересованности целевой аудитории к техническим направлениям за три месяца.

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

Ориентируясь на представленные цели нашего проекта, мы предлагаем решение в виде плана курса с конструктором, нацеленного на обучение основам аналоговой электроники.

Курс включает в себя:

- Два блока по шесть уроков длительностью один академический час. Первый блок обучает слушателя курса работе с простейшими электронными компонентами, такими как резисторы, диоды, транзисторы и т. д. Второй блок обучает работе с различными микросхемами: таймерами, логическими элементами, компараторами и другими.
- Первые пять уроков блока включают: изучение основных понятий, элементарных схем и закрепление знаний на практике, путем создания простых, но практически полезных и часто встречающихся электронных устройств, такими как, например, ШИМ-регулятор мощности нагрузки.
- Каждый шестой урок включает в себя итоговый проект – сборку сравнительно сложного электронного устройства. Данный итоговый проект призван обобщить полученный слушателем опыт и позволить ему самостоятельно собрать относительно сложное функциональное электронное устройство

БЛОК 1

Урок 1. Повторение. Законы постоянного тока. Измерение электрических величин мультиметром.

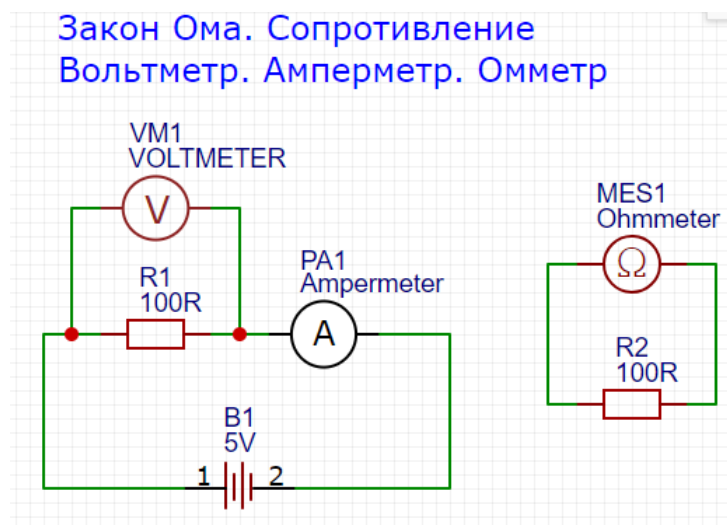
1.1.1. Мультиметр: устройство, функции.

1.1.2. Включение вольтметра и амперметра в цепь постоянного тока.

1.1.3. Закон Ома $I = \frac{U}{R}$ Косвенное определение сопротивления резистора

с помощью амперметра и вольтметра.

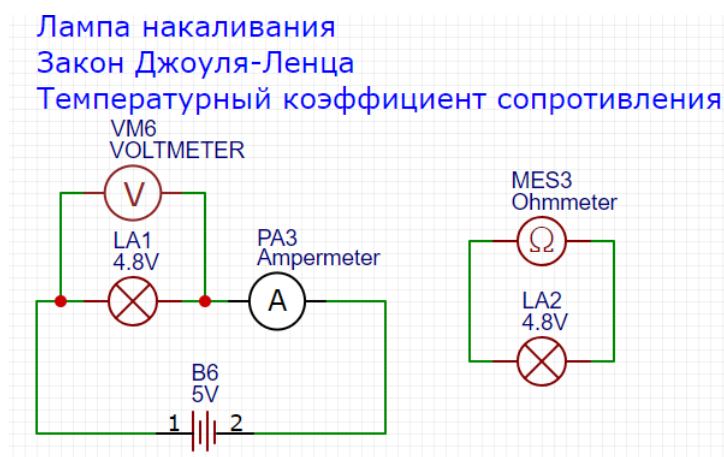
1.1.4. Омметр. Непосредственное измерение сопротивления резистора.



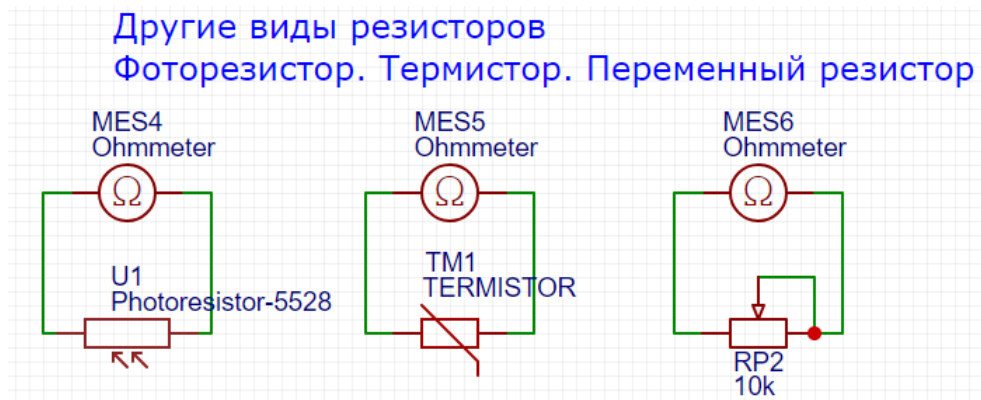
1.2.1. Лампочка накаливания. Мощность тока $P = IU$. Закон Джоуля-Ленца $Q = IUt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$.

1.2.2. Температурный коэффициент сопротивления

$R = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$. Определение температуры нити накала.

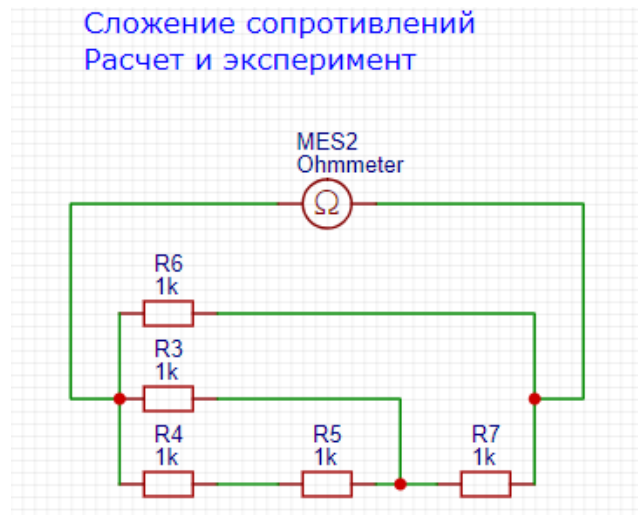


1.3.1. Другие виды резисторов: Фоторезистор, Терморезистор, Переменный резистор.



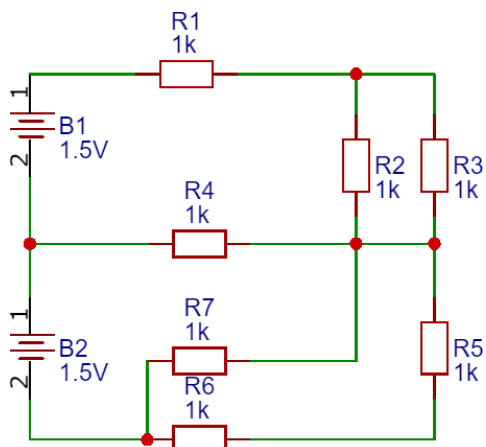
1.4.1. Сложение сопротивлений: параллельное и последовательное подключение сопротивлений.

1.4.2. Расчет схемы и экспериментальная проверка.



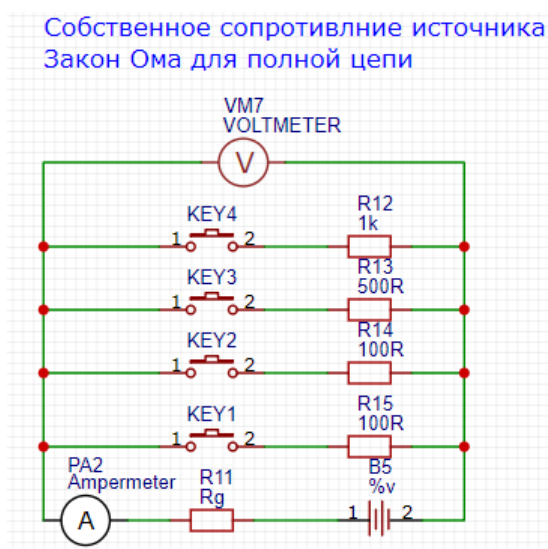
1.4.3. Законы Кирхгофа. Составление и решение СЛАУ.

1.4.4. Расчет схемы и экспериментальная проверка.



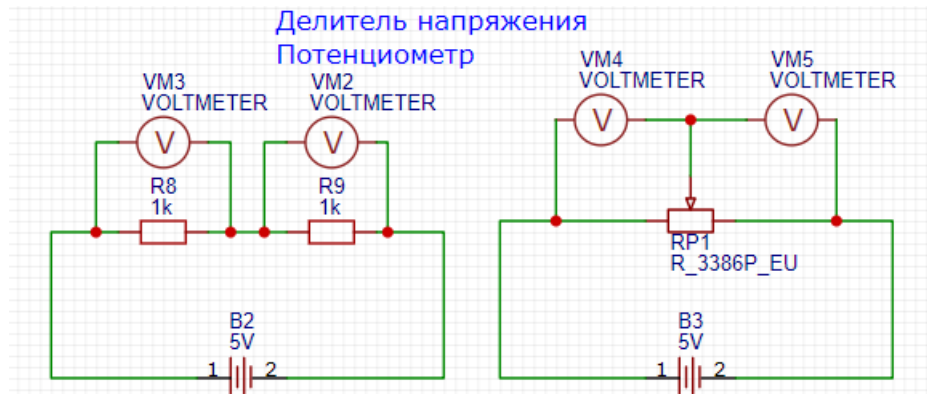
1.5.1. Внутреннее сопротивление источника r . Закон Ома для полной цепи $I = \frac{U}{R+r}$

1.5.2. Экспериментальное определение внутреннего сопротивления источника. Просадка напряжения.



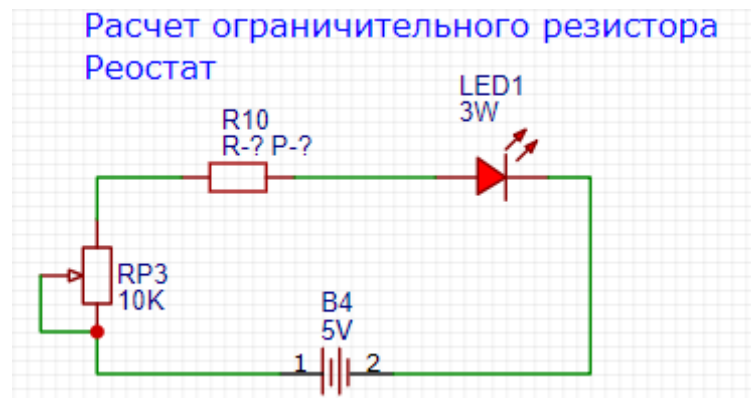
1.6.1. Делитель напряжения. Расчет из закона Ома $U = IR$ и из закона Кирхгофа.

1.6.2. Переменный резистор как потенциометр.



1.7.1. Расчет сопротивления и мощности ограничительного резистора для мощного светодиода.

1.7.2. Переменный резистор как реостат. Регулировка яркости светодиода.



Урок 2. Конденсатор и индуктивность.

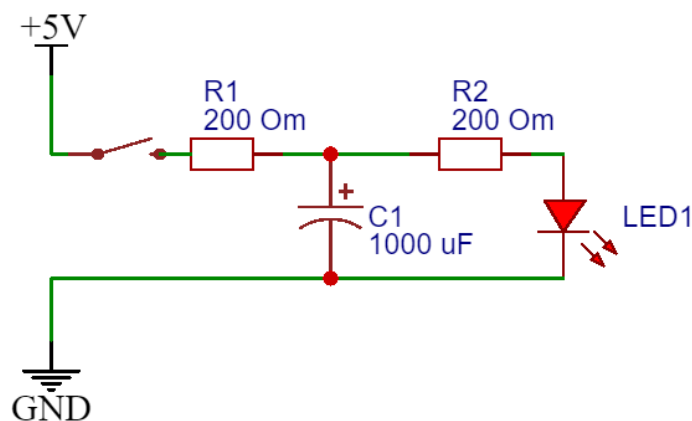
2.1.1. Конденсатор: определение и предназначение в схемах.

2.1.2. Физический принцип работы конденсатора, ёмкость, материалы для конденсаторов.

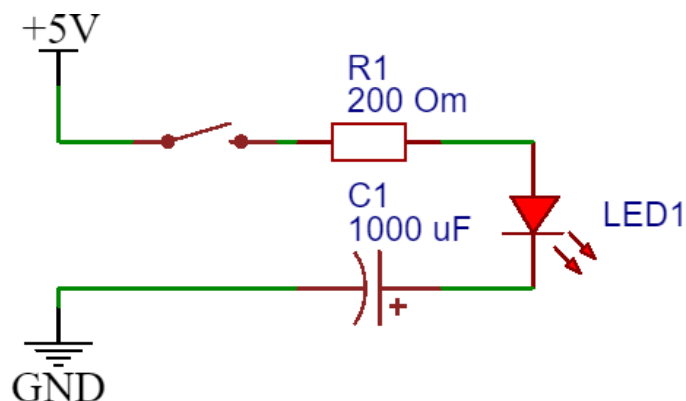
2.1.3. Устройство конденсатора и примеры применения в технике

2.1.4. Соединения конденсаторов в цепи.

2.1.5. Сборка «Плавное выключение светодиода»:



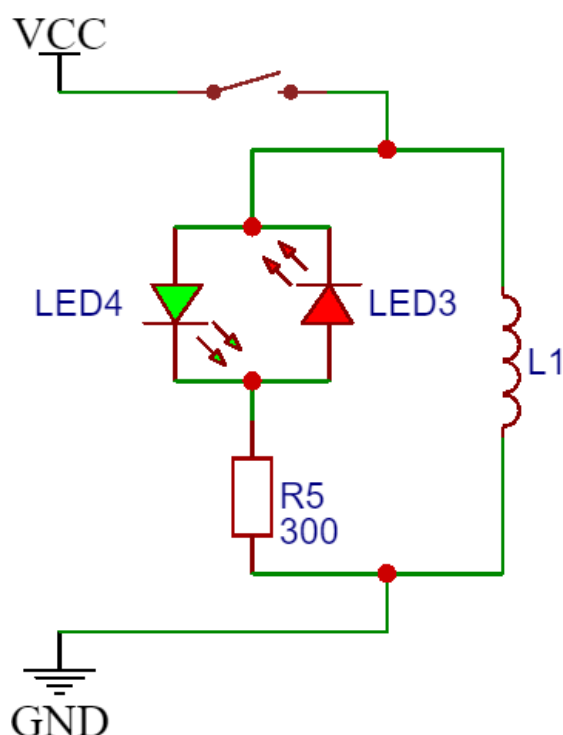
2.1.6. Сборка «Вспышка светодиода»:



2.2.1. Катушка индуктивности: определение и предназначение в схемах.

2.2.2. Виды катушек индуктивности (соленоид, тороидальная катушка, длинный проводник), физический принцип работы катушки, индуктивность контура.

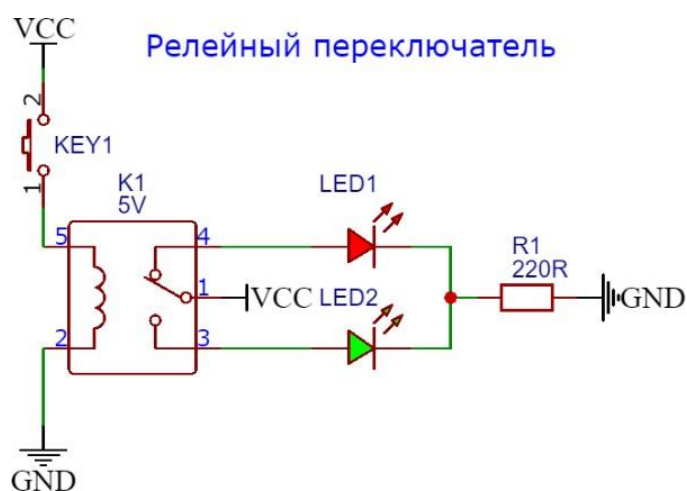
2.2.3. Сборка цепи «Вспыхивание диода с размыканием ключа»:



2.2.4. Сборка простейшего электромагнита из проволоки, намотанной на гвоздь и подключенной к батарее. Индуктивность.

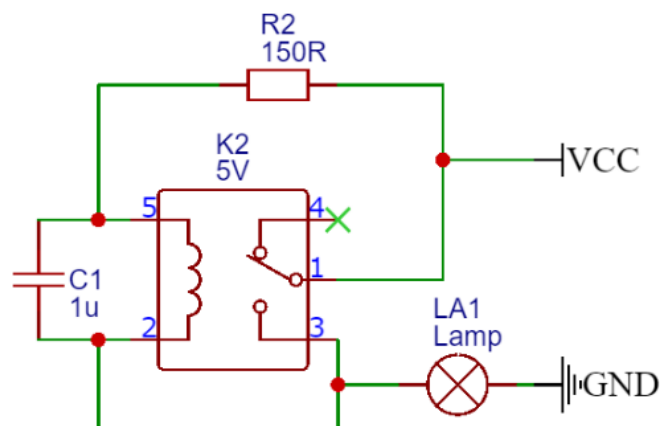
2.3.1. Электрические реле, принцип работы, разновидности, применение в электротехнике.

2.3.2. Сборка цепи «Включение светодиодов с помощью реле»:



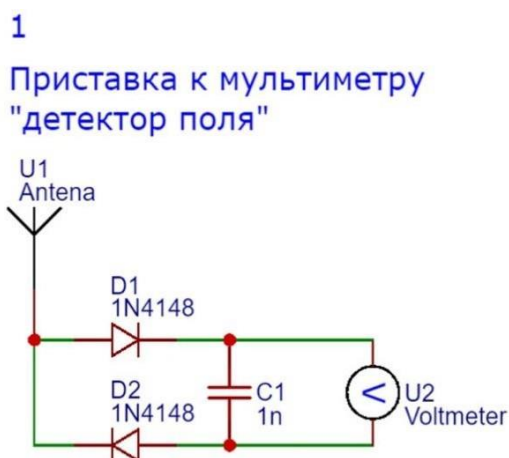
2.3.3. Сборка «Мигание лампочки на реле»:

Стробоскоп на реле



Урок 3. Диэлектрик. Полупроводник. Диод.

3.1. Основные понятия. Проводник. Диэлектрик. Полупроводник.



3.2. Виды полупроводников (р-, n-тип). pn-переход.

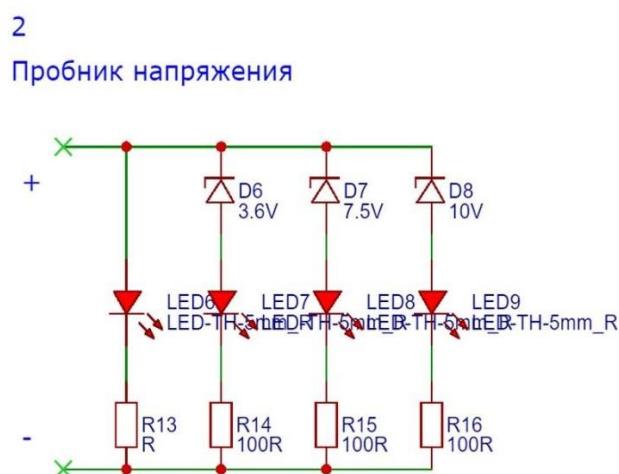
3.3. Полупроводниковые приборы. Диод. Устройство диода. Проверка диодов цифровым мультиметром.

Приставка к мультиметру «Детектор электромагнитного поля».

3.4. Светодиод. Различия светодиодов (мощности, падения напряжения).

3.7. Стабилитрон. Принцип работы стабилитрона. Характеристики и схемы включения стабилитрона.

Пробник напряжения 1,5-12В со столбчатым индикатором.



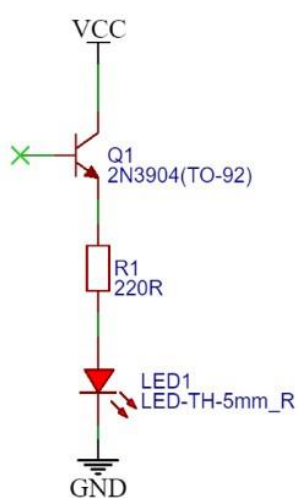
Урок 4. Полупроводниковые приборы.

4.1. Полупроводниковые приборы. Биполярный транзистор. Роль транзисторов в электронике. Примеры, где не обойтись без них.

Устройство: эмиттер, база, коллектор. Принцип работы. Проверка транзистора на исправность с помощью мультиметра. Сравнение с реле.

«Сенсорная кнопка» на одном транзисторе:

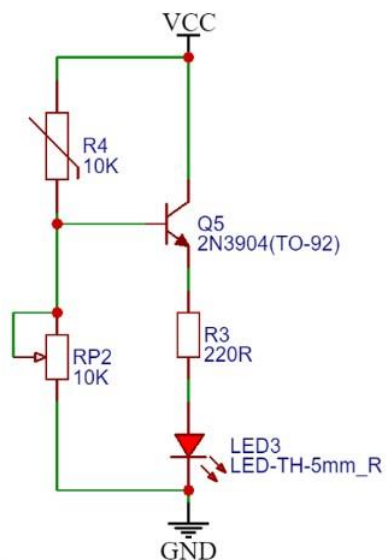
3
Простая сенсорная кнопка



4.2. Расчёт максимального тока, пропускаемого через транзистор, и управляющего тока при заданных параметрах (сопротивление, напряжение, коэффициент усиления). Линейный режим работы транзистора.

Индикатор перегрева на терморезисторе:

Индикатор перегрева

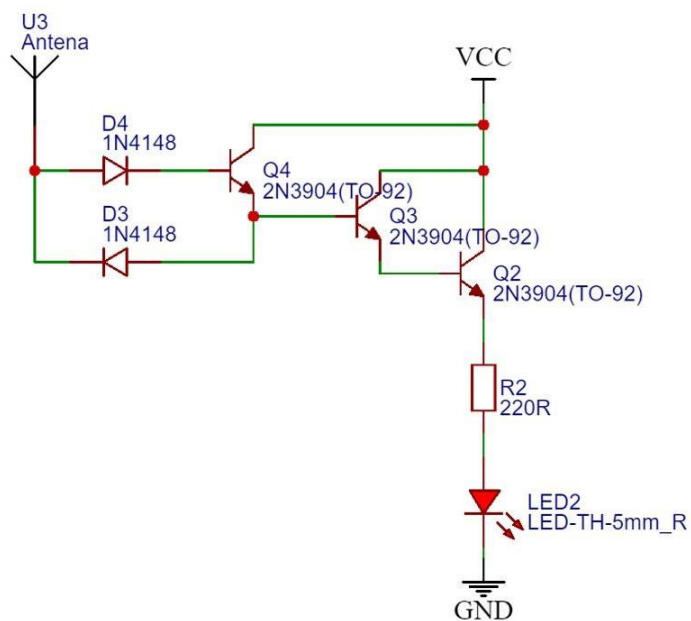


4.3. Применение транзистора для усиления слабых сигналов.
Транзисторный каскад.

Детектор скрытой проводки и обрыва цепи со светодиодной индикацией.

4

Детектор поля со светодиодной индикацией



Урок 5. Автогенераторы и мультивибраторы на транзисторах.

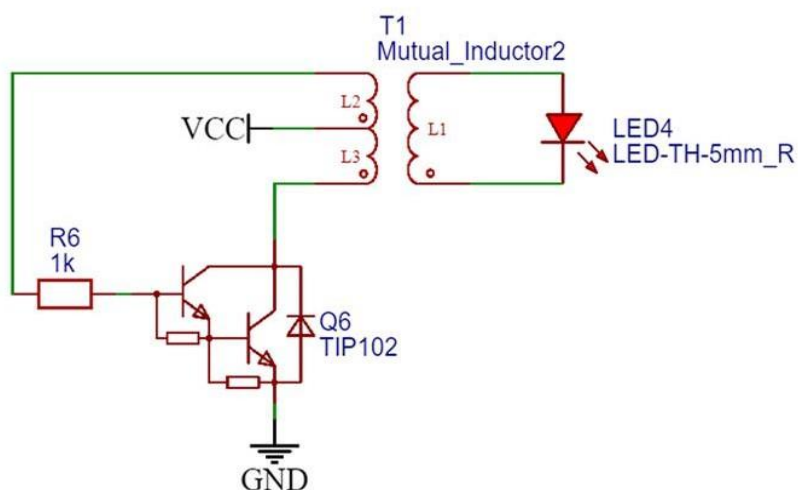
5.1. Автогенераторы и мультивибраторы на транзисторах.

5.2. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Индукционный ток. Трансформатор.

Беспроводная передача электричества (прототип беспроводной зарядки гаджетов) с помощью простейшего автогенератора на транзисторе (транзистор Дарлингтона). Сборка и расчет КПД.

5

Беспроводная зарядка

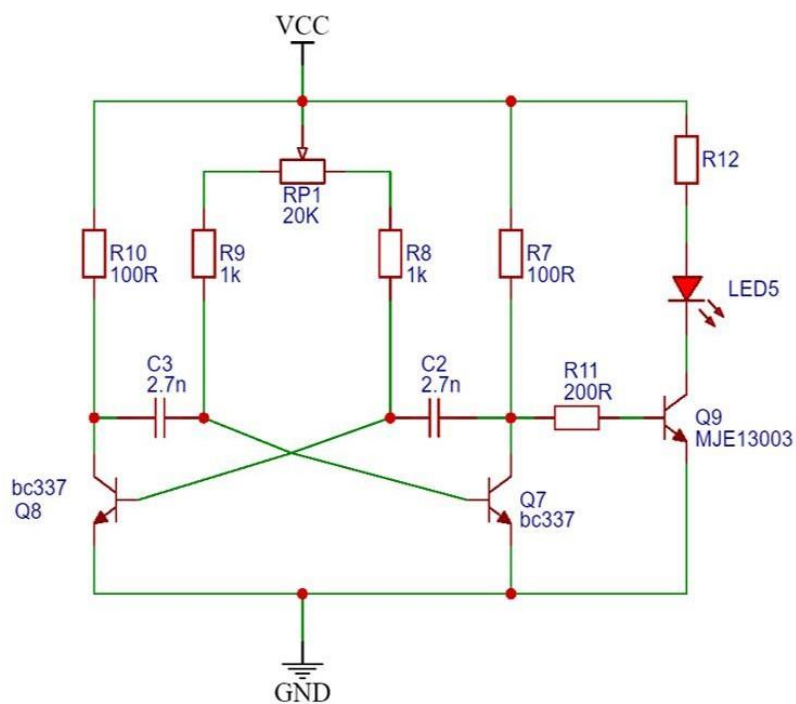


5.3. Симметричный мультивибратор. Расчет симметричного мультивибратора. Мигалка на мультивибраторе. Широтно-импульсная модуляция. Регулировка мощности с помощью ШИМ. Ключевой режим работы транзистора.

ШИМ-регулятор яркости светодиода на симметричном мультивибраторе. Расчет частоты, скважности, обвязки выходного транзистора и ограничительного резистора светодиода.

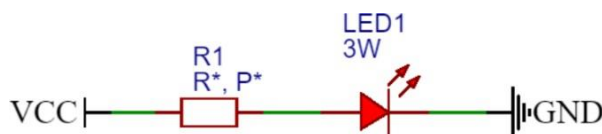
6

ШИМ-регулировка яркости мощного светодиода



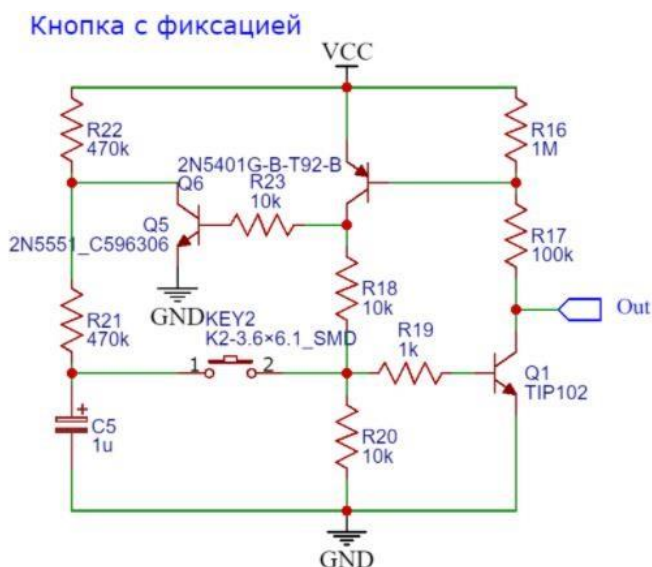
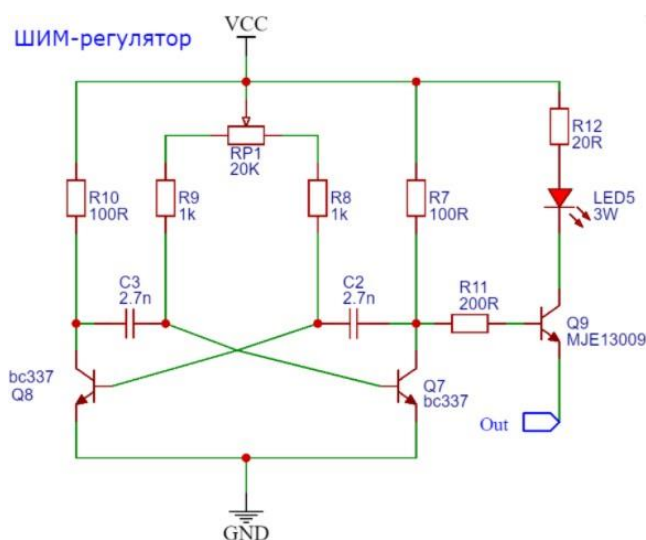
Урок 6. Итоговый. Ночник-настольная лампа с регулировкой яркости.

6.1. Расчет сопротивления и мощности ограничительного резистора для мощного светодиода (3W).



6.2. ШИМ-регулятор мощности светодиода на симметричном мультивибраторе. Расчет частоты ШИМ и сопротивления резистора базы выходного транзистора.

6.3. Транзисторная кнопка с фиксацией. Триггерная защелка.



6.4. Сборка светодиодного ночника (настольной лампы) с электронной фиксирующейся кнопкой включения и ШИМ-регулировкой яркости. Проверка работоспособности, наладка, оценка и измерение энергетических характеристик (потребляемая мощность, тепловыделение, КПД).

БЛОК 2

Урок 7. Микросхемы линейной стабилизации тока/напряжения.

7.1. Микросхемы линейной стабилизации тока/напряжения

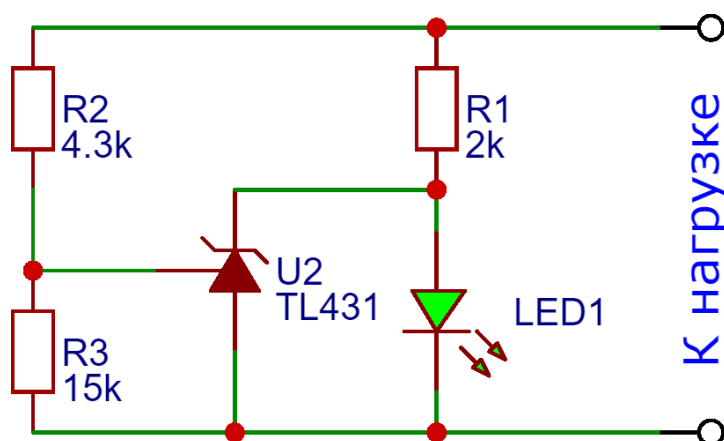
7.1.1. Назначение микросхем

7.1.2. Устройство и принцип работы микросхем стабилизации тока или напряжения

7.2. Микросхема TL431

7.2.1. Устройство и схема – принцип и особенности работы

7.2.2. Сборка цепи «Индикатор разряда Li-on»:

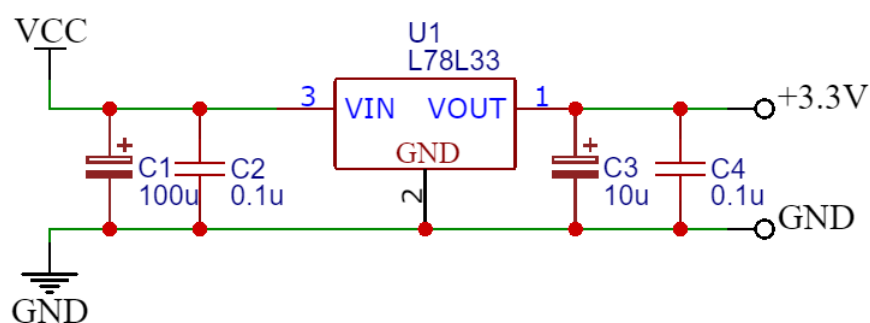


7.3. Микросхема L78L33

7.3.1. Устройство и схема – принцип и особенности работы

7.3.2. Сборка цепи «Линейный стабилизатор напряжения»:

Линейный стабилизатор напряжения L78L33

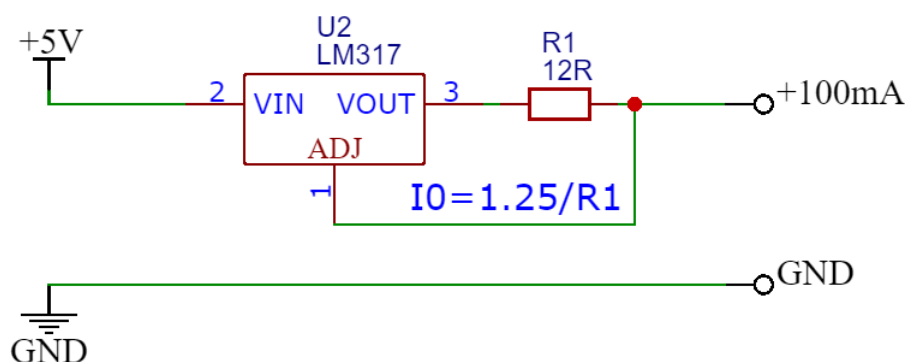


7.4. Микросхема LM317

7.4.1. Устройство и схема – принцип и особенности работы

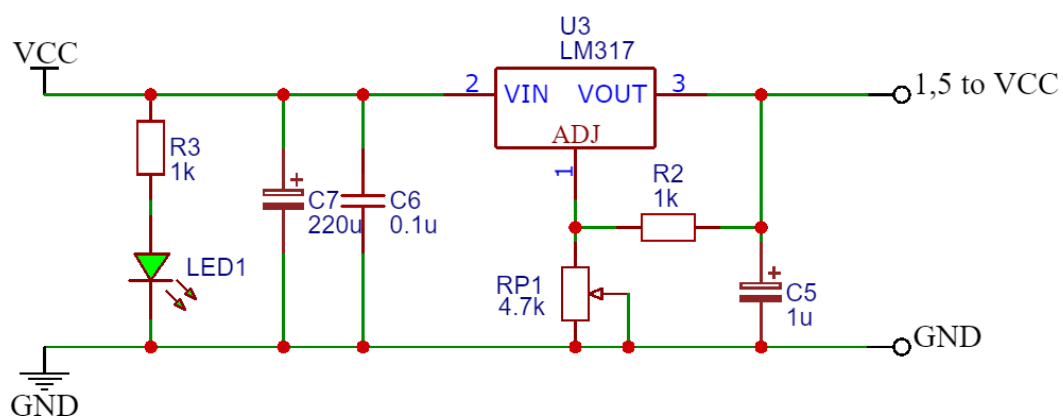
7.4.2. Сборка цепи «Стабилизатор тока»:

Стабилизатор тока на LM317



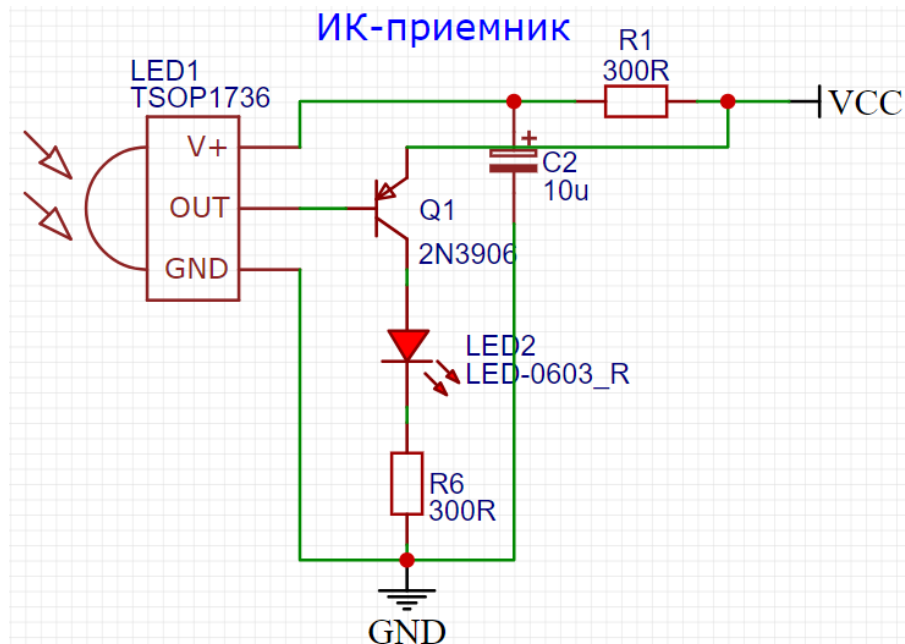
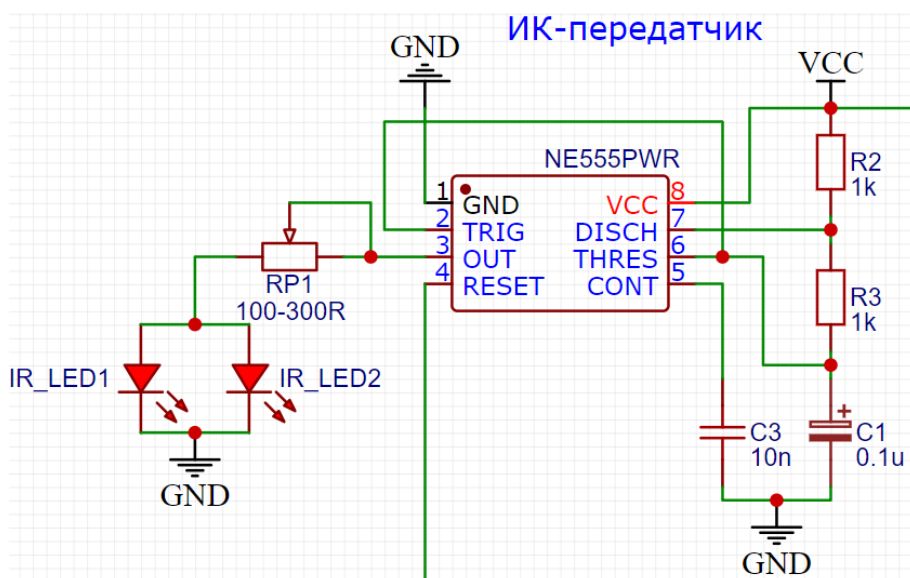
7.4.3. Сборка цепи «Регулируемый источник напряжения»:

Регулируемый источник напряжения

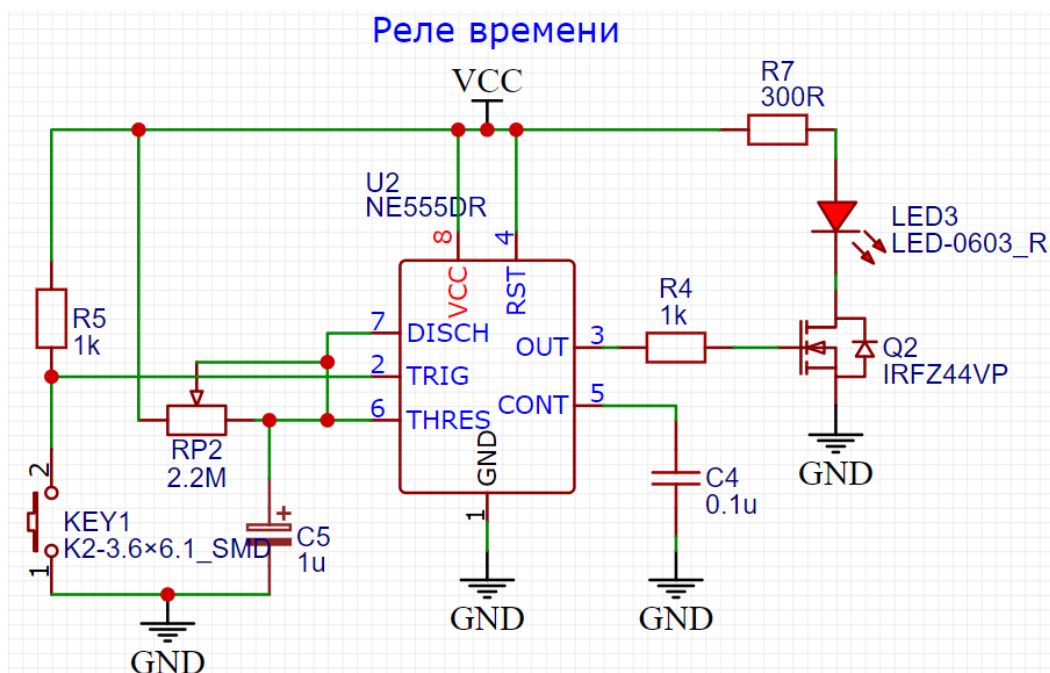


Урок 8. Микросхема-таймер. Инфракрасные передатчик и приемник. Полевой транзистор. Моновибратор.

8.1. Микросхема-таймер NE555 в режиме мультивибратора. Инфракрасный передатчик на инфракрасном диоде + инфракрасный приемник на микросхеме TSOP1736.

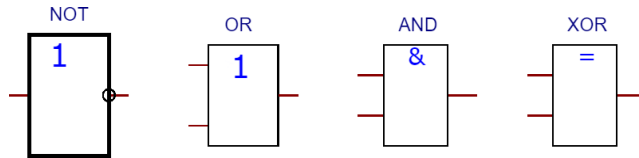


8.2. Полевой транзистор. Управление нагрузкой с помощью полевого транзистора. Реле времени на микросхеме NE555 в режиме мультивибратора (ждущего мультивибратора).

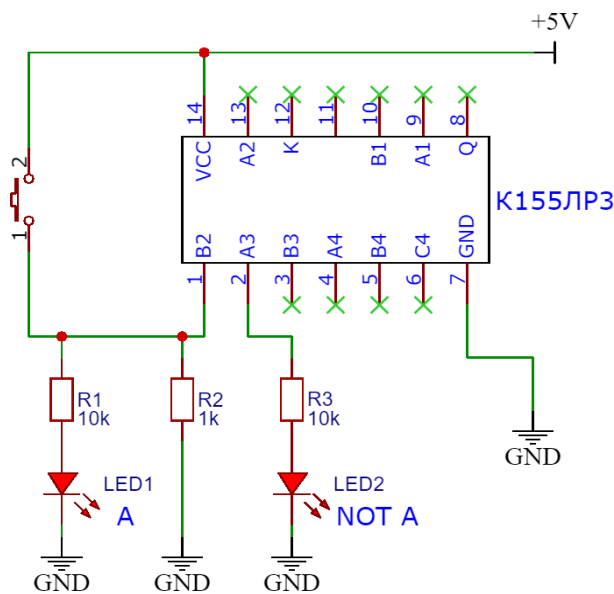


Урок 9. Микросхемы логики. Введение в логику.

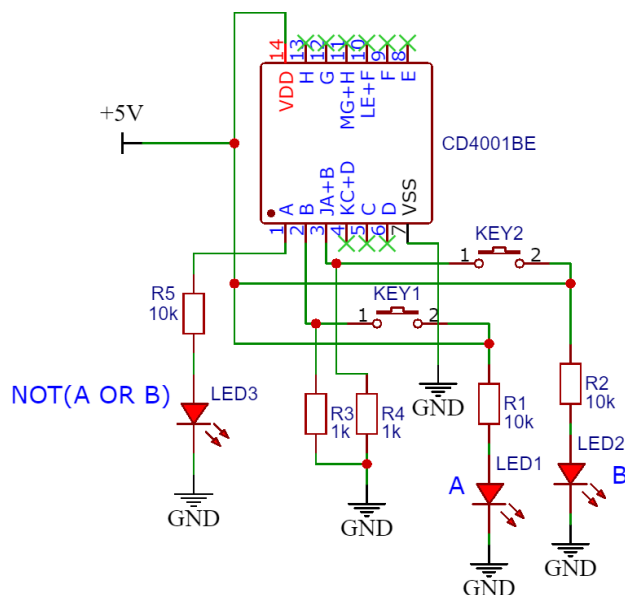
9.1.1. Основные понятия. Таблицы истинности. Знакомство с логическими элементами not, or, and, xor



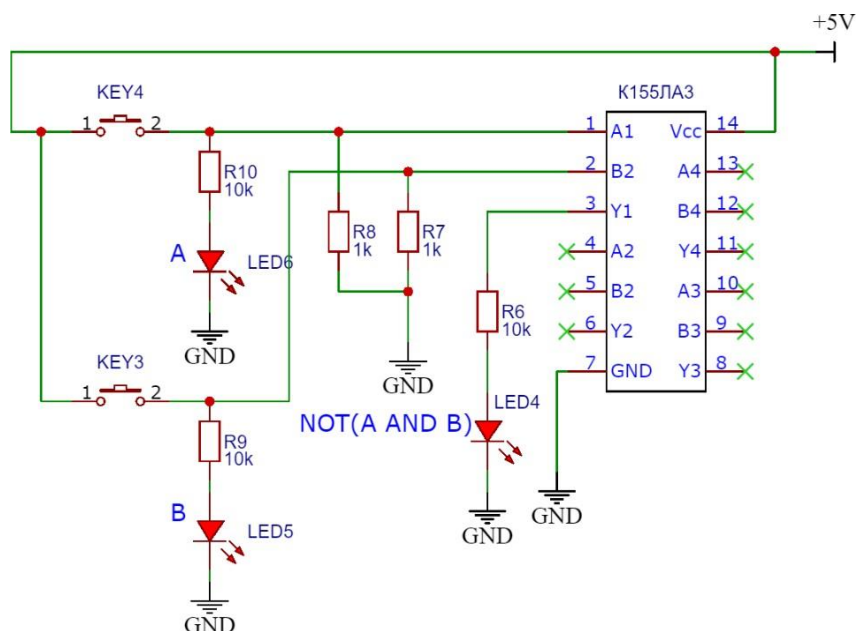
9.1.2. Инверсия. Сборка на микросхеме K155ЛР3. Демонстрация работы логического элемента NOT:



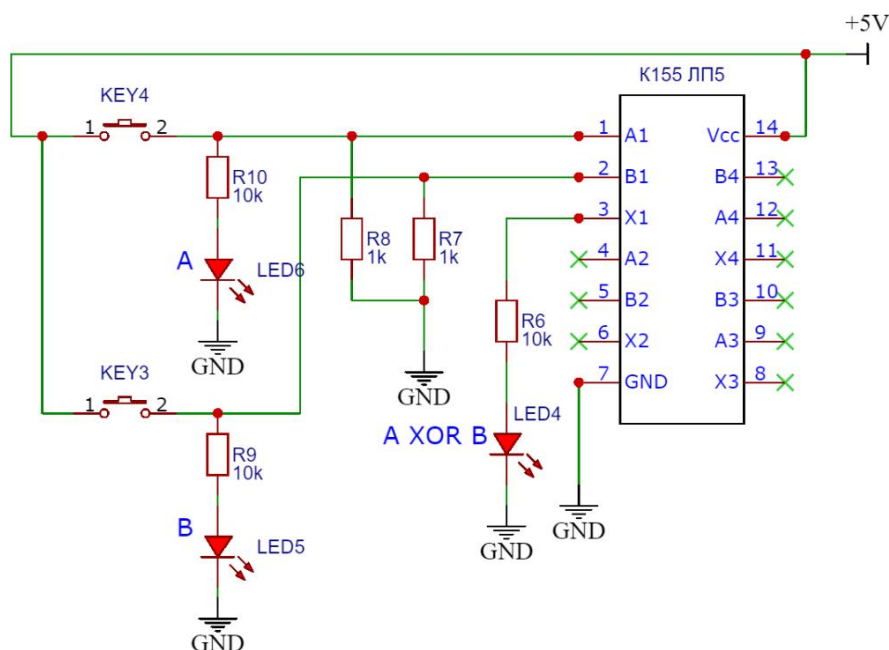
9.1.3. Сборка на микросхеме CD4001BE. Демонстрация работы логического элемента 2OR-NOT:



9.1.4. Сборка на микросхеме К155ЛА3. Демонстрация работы логического элемента 2AND-NOT:



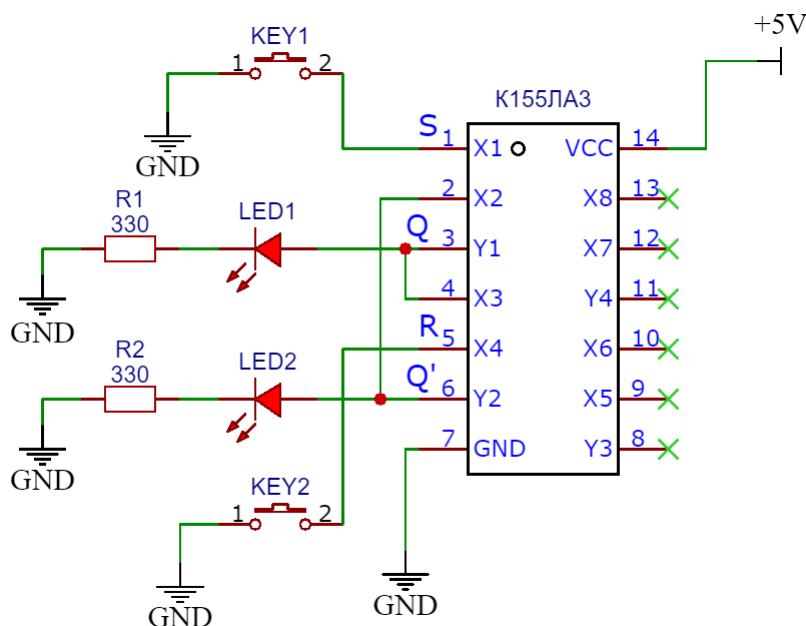
9.1.5. «Исключающее ИЛИ». Сборка на микросхеме К155ЛП5. Демонстрация работы логического элемента XOR:



9.2.1. Триггеры. Основные понятия. Таблицы истинности. Режимы работы.

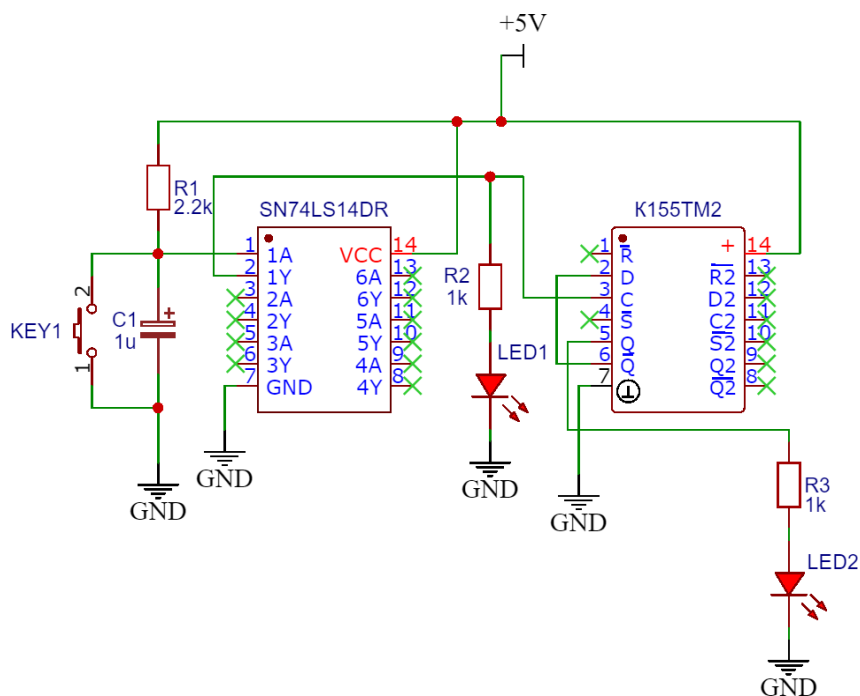
9.2.2. RS-триггер. Особенности. Сборка на микросхеме K155ЛА3.

Демонстрация работы RS-триггера:



9.2.3. D-триггер. Отличие от RS-триггера.

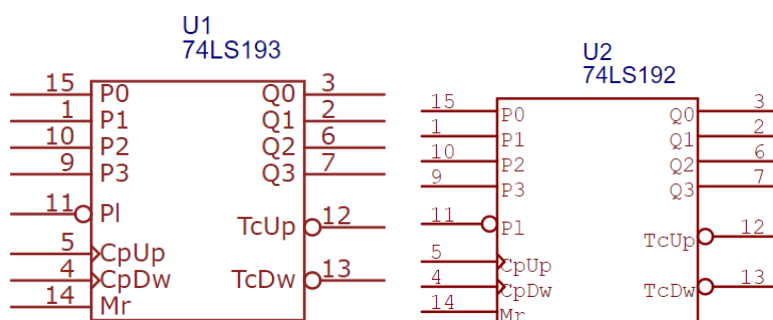
9.2.4. Триггер Шмитта. Особенности устройства. Проблема дребезга контактов и её устранение. Сборка на микросхемах SN74LS14DR (триггер Шмитта) и K155TM2 (D-триггер):



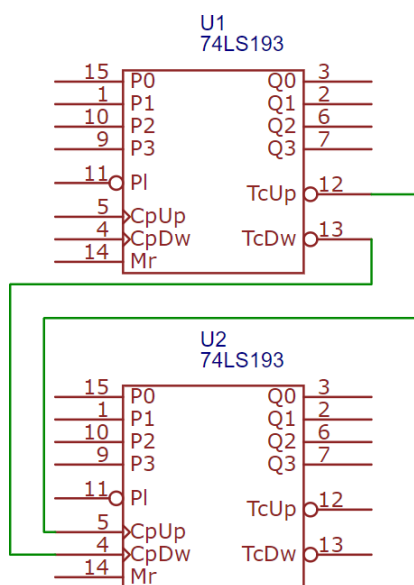
Урок 10. Микросхемы-счетчики.

10.1. Двоичный и двоично-десятичный счетчик.

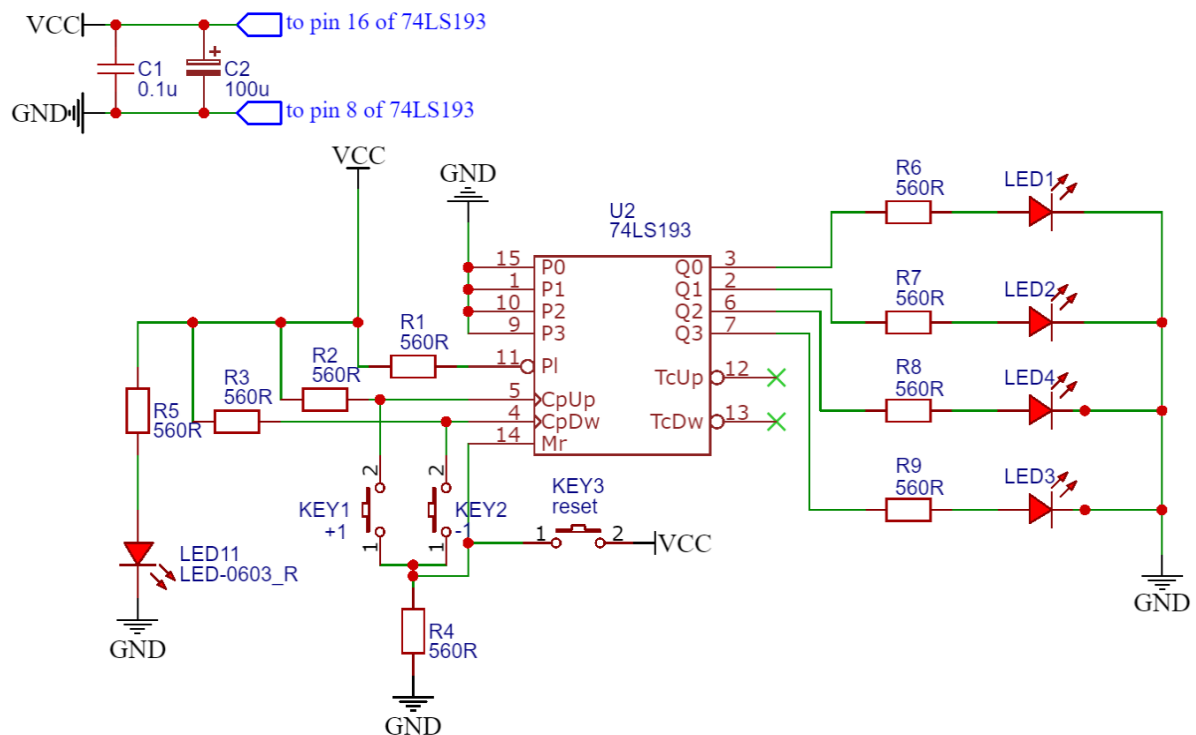
10.1.1. Двоичный счетчик (74LS193). Двоично-десятичный счётчик (74LS192). Определение, схема устройства. Синхронный/асинхронный вход сброса.



10.1.2. Последовательное соединение счетчиков. Реверсивный режим. Работа счетчика в прямом режиме и реверсивном.

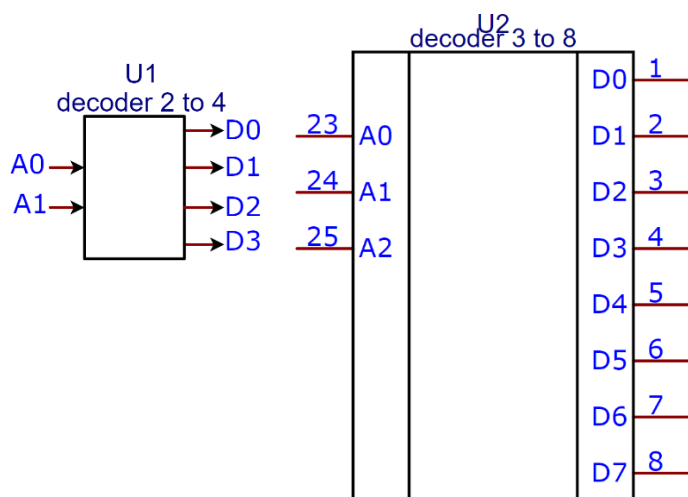


10.1.3. Сборка схемы на макетной плате. Счеты в двоичной системе счисления.



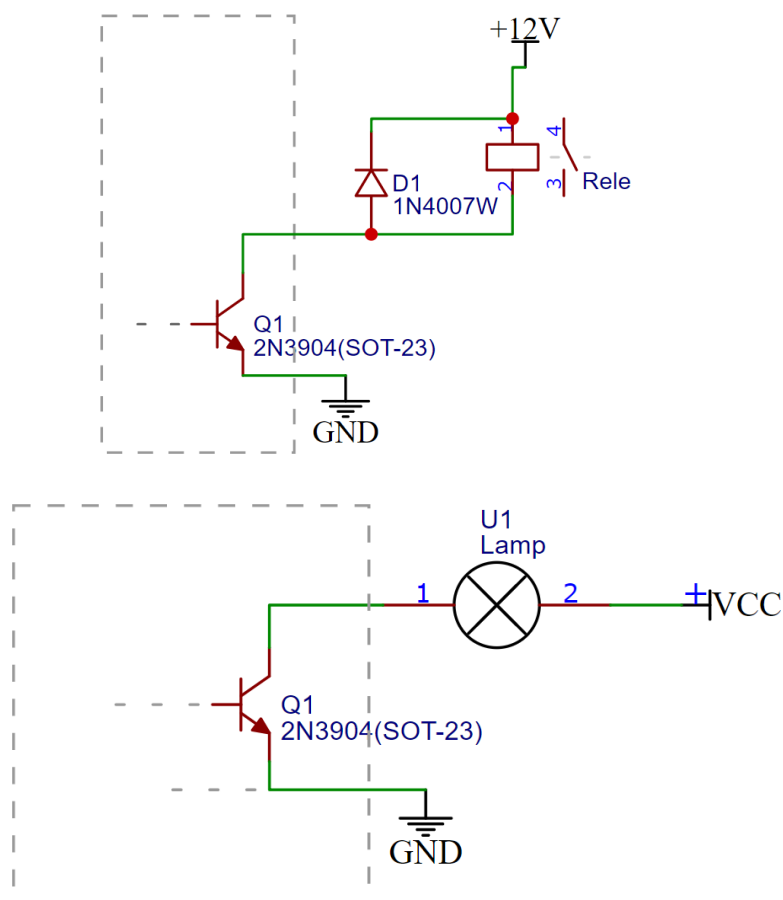
10.2. Дешифратор.

10.2.1. Определение, устройство, схема.

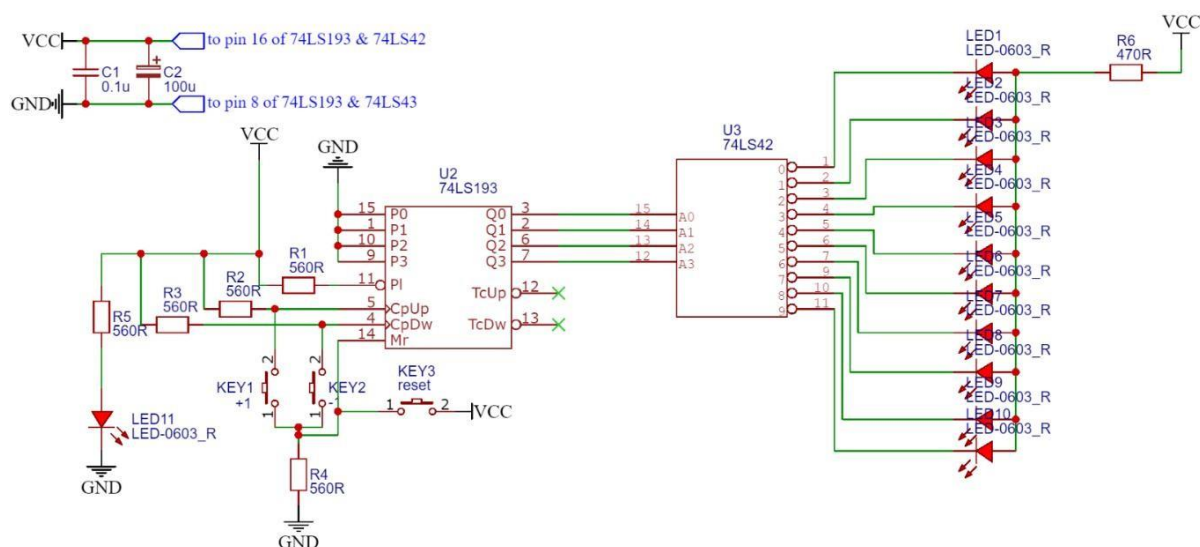


10.2.2. Микросхема с выходом с открытым коллектором, реле.

Подключение маломощной лампочки накаливания.



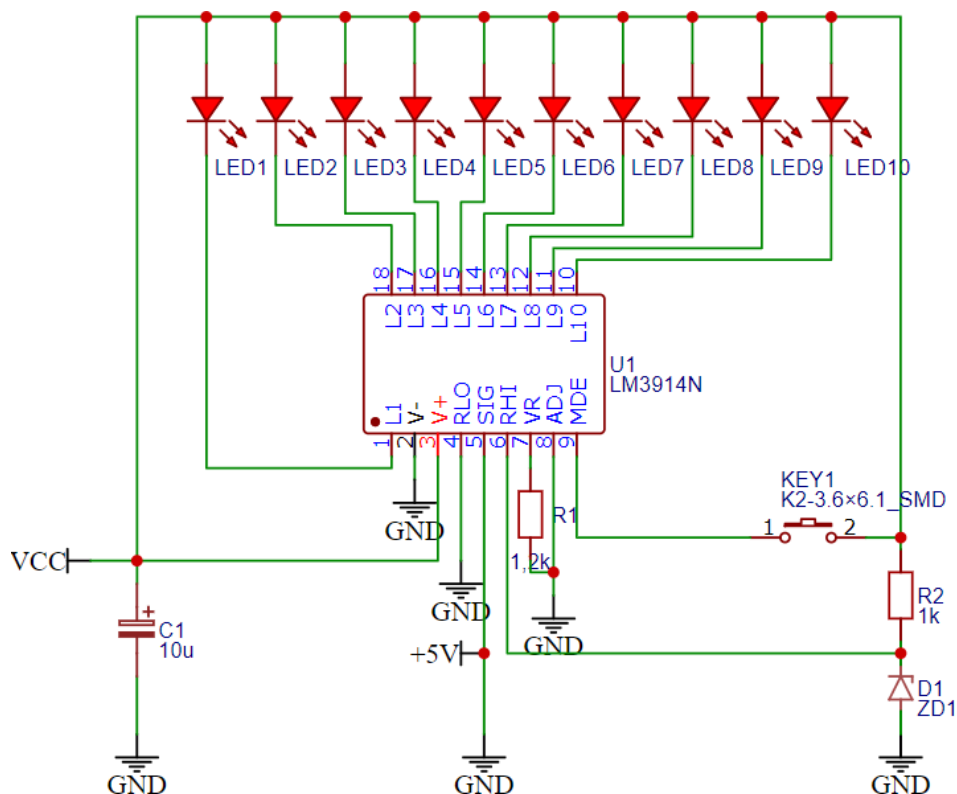
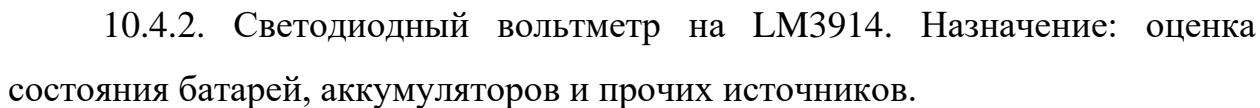
10.2.3. Счеты в десятичной системе счисления.



10.3. Семисегментный светодиодный индикатор.

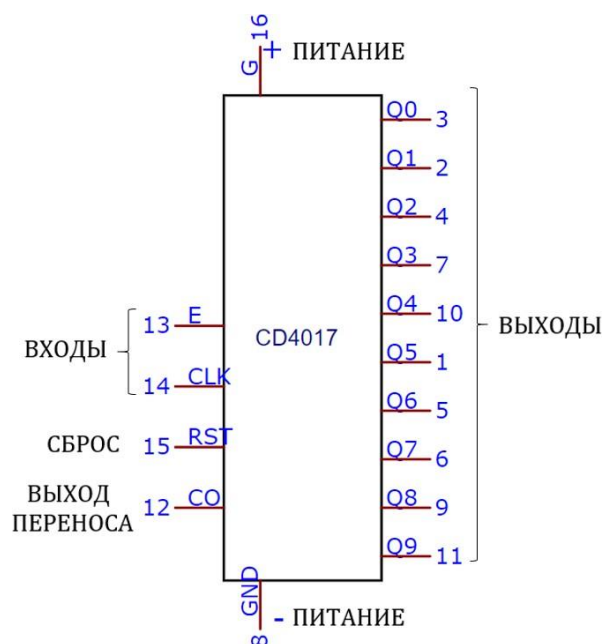
10.3.1. Определение, виды светодиодных индикаторов: с общим катодом, с общим анодом.

10.3.4. Простые схемы. Принцип их работы, сборка.



10.5. Десятичный счетчик CD4017.

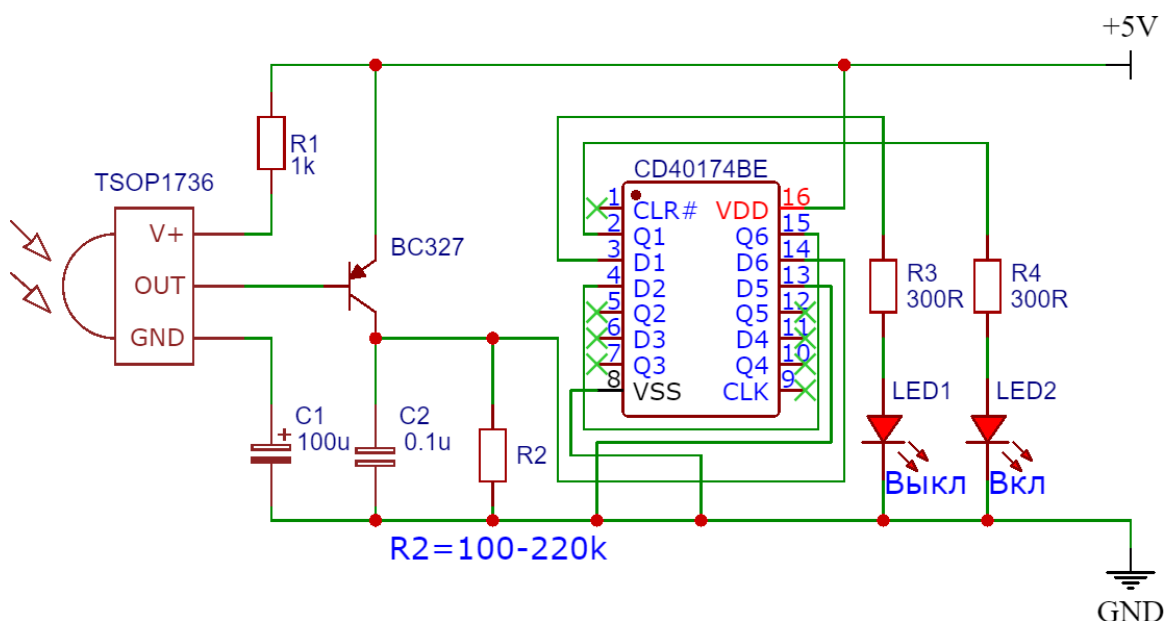
10.5.1. Определение, понятия составных частей.



10.5.2. Подключение в схему. Назначение выводов. Принцип работы.

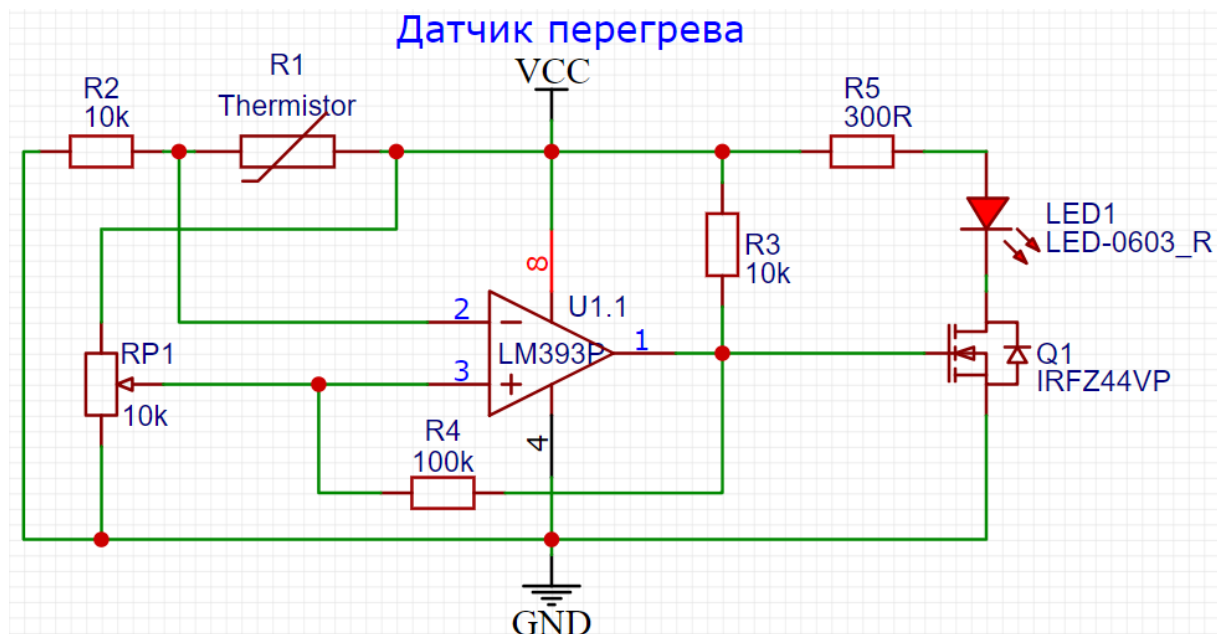
10.5.3. Недостатки и устранение дребезга контактов.

10.5.4. Практическое применение десятичного счетчика. Дистанционное включение/выключение нагрузки при помощи пульта управления.

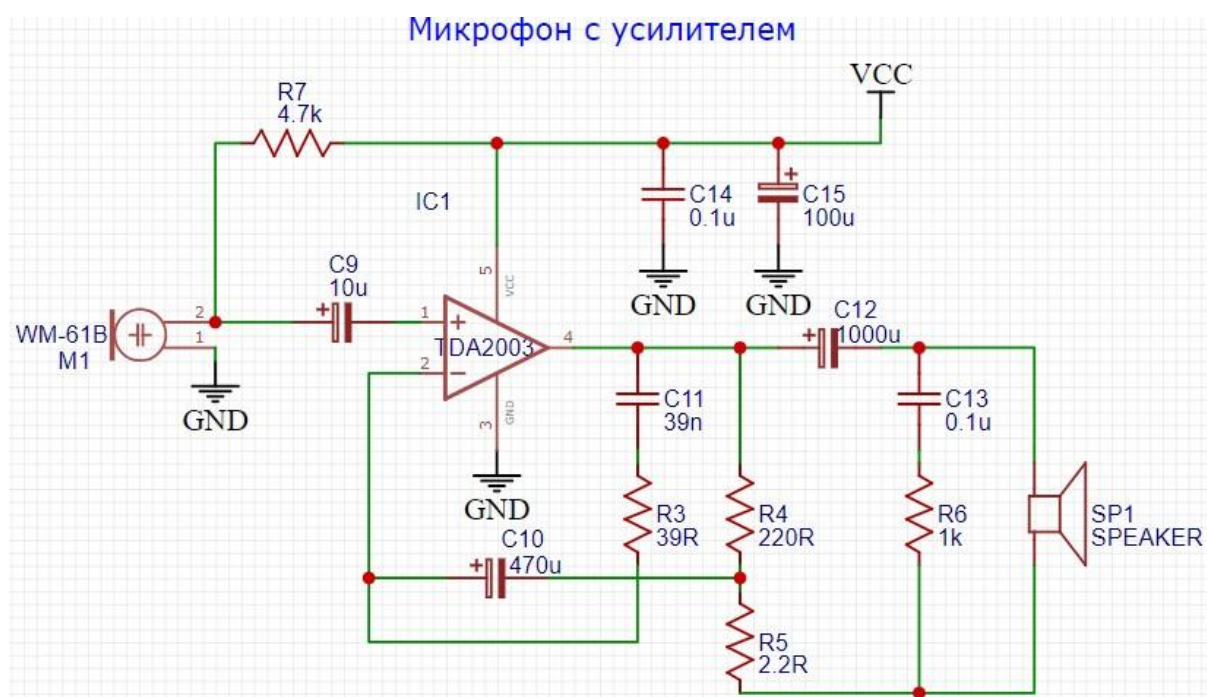


Урок 11. Компаратор. Операционный усилитель.

11.1. Компаратор. Датчик перегрева с гистерезисом на микросхеме-компараторе LM393 и полевым транзистором IRFZ44, управляющим нагрузкой (светодиодом).



11.2. Операционный усилитель. Усилитель аудиосигнала для электретного микрофона на микросхеме TDA2003.



Урок 12. Итоговый проект. Радиоприемник с усилителем.

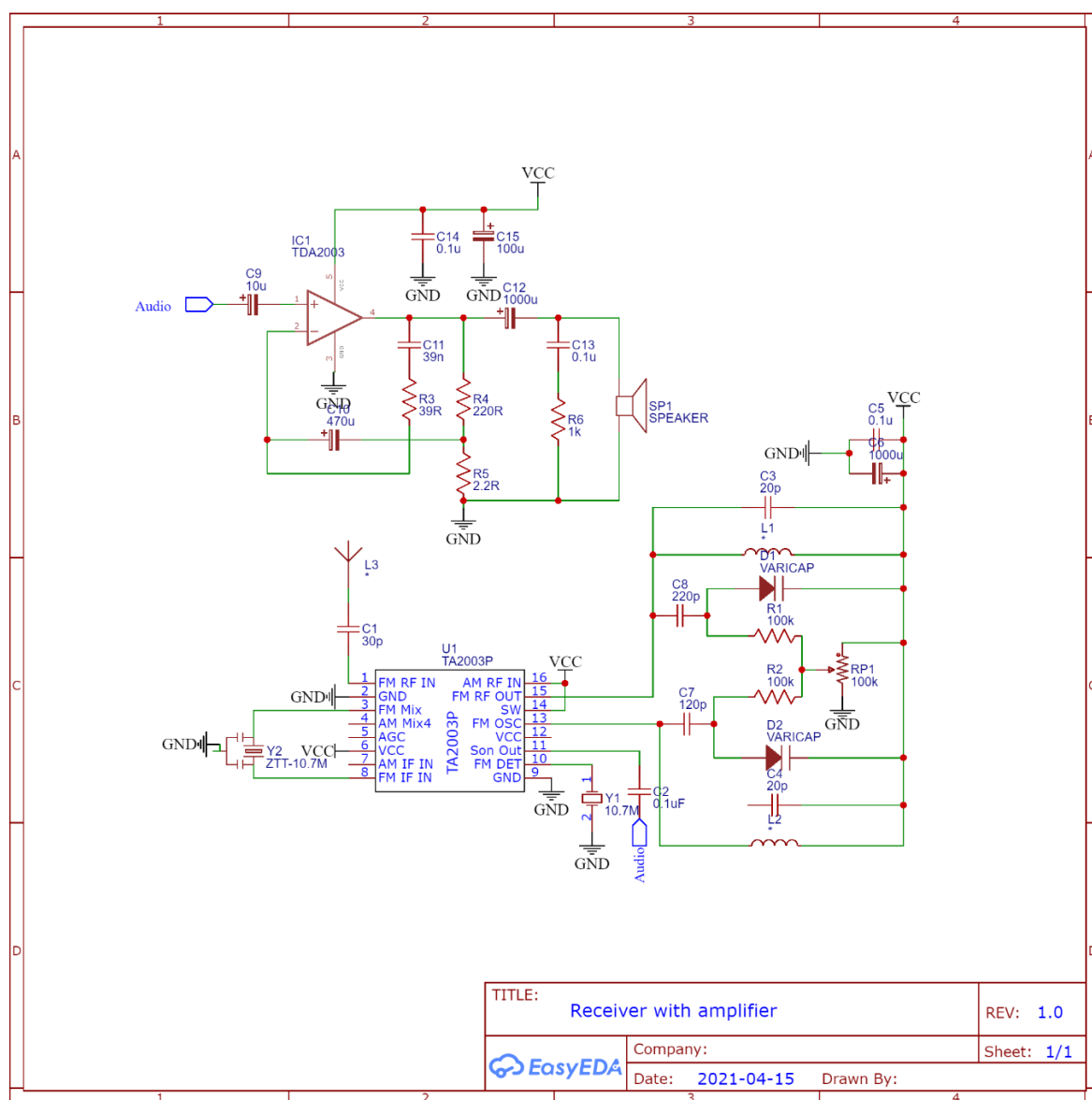
12.1. Аудиосигнал. Сборка усилителя низкой частоты на микросхеме усилителя TDA2003. (повторение)

12.2. Радиосигнал. АМ и ЧМ модулированный сигнал. Методы приема радиосигнала.

12.3. Кварцевый и керамический резонаторы. Вариконд. LC-контур.

12.4. Сборка ЧМ УКВ приемника на микросхеме TA2003P.

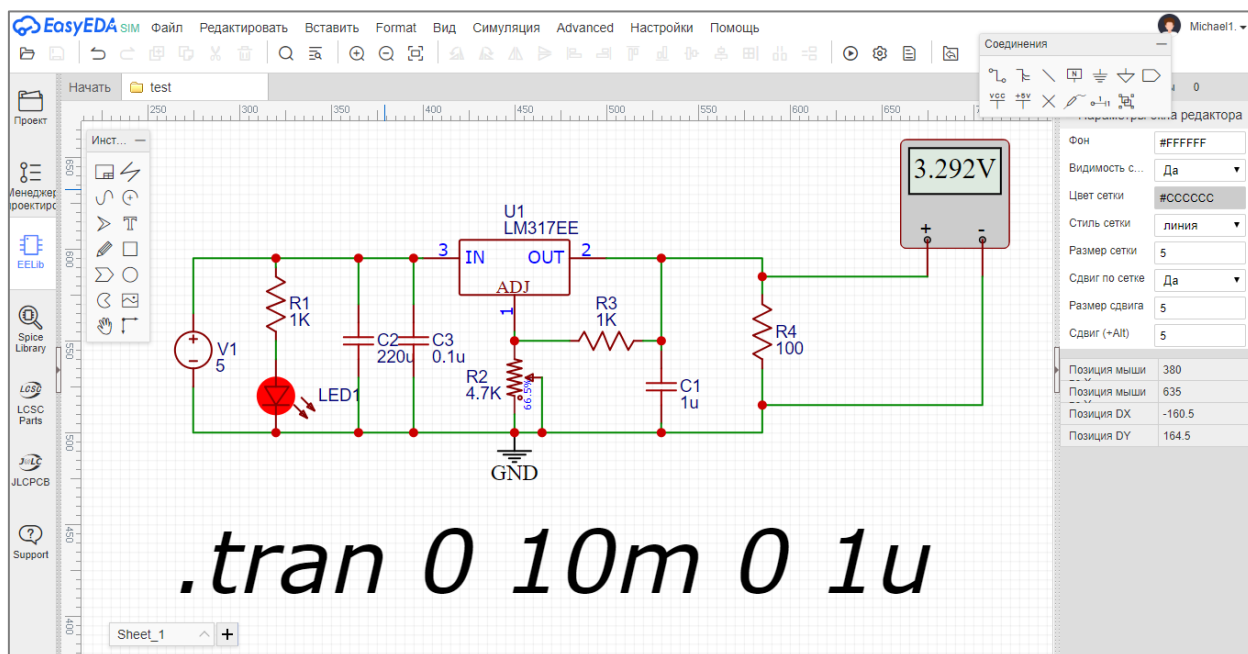
12.5. Сборка, отладка и тестирование FM-приемника с громкоговорителем.



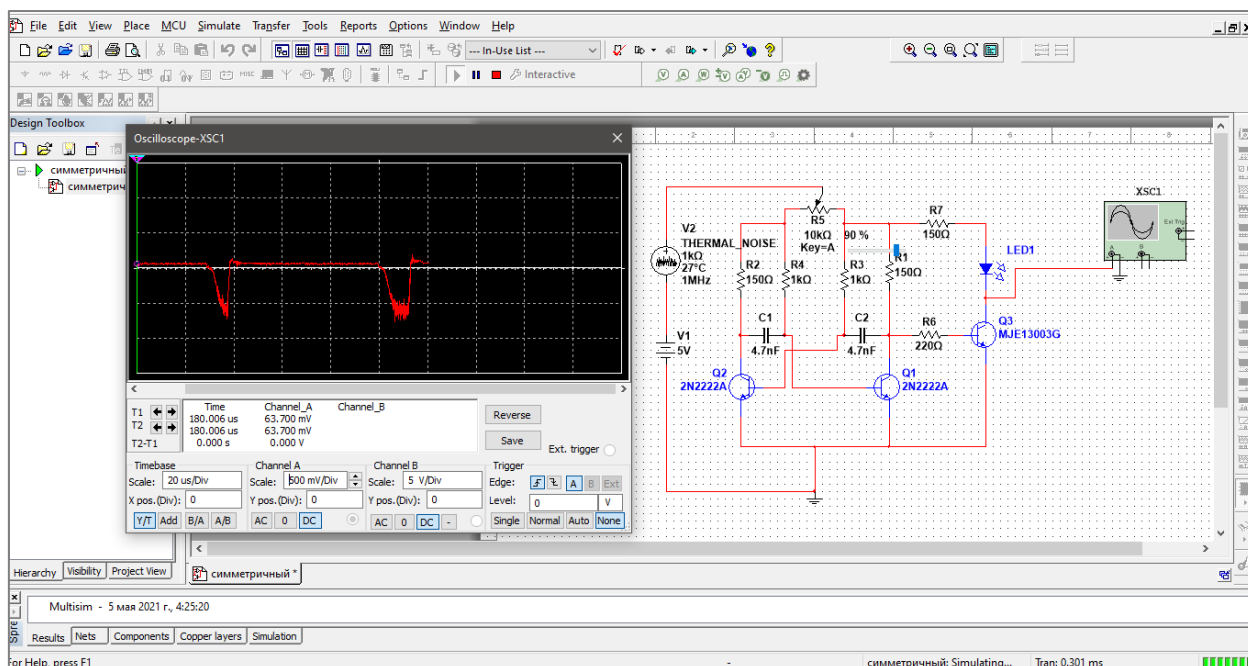
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

Демонстрационные схемы для уроков частично выбирались из открытых источников, частично составлялись и рассчитывались самостоятельно.

Выбранные схемы моделировались в программах EasyEDA и Multisim. Чертежи схем выполнены в программе EasyEDA с возможностью конвертации чертежа схемы в печатную плату в этой же программе.

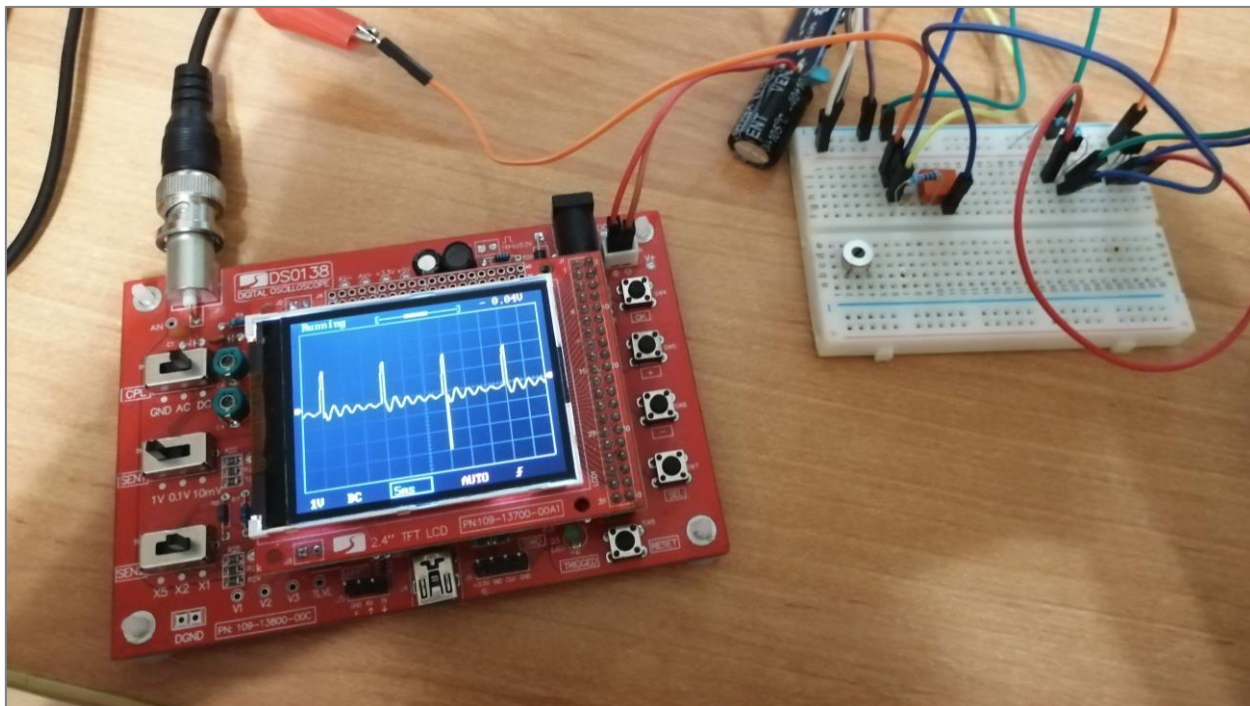


Линейный стабилизатор напряжения на микросхеме LM317 (Урок № 7 схема № 3)



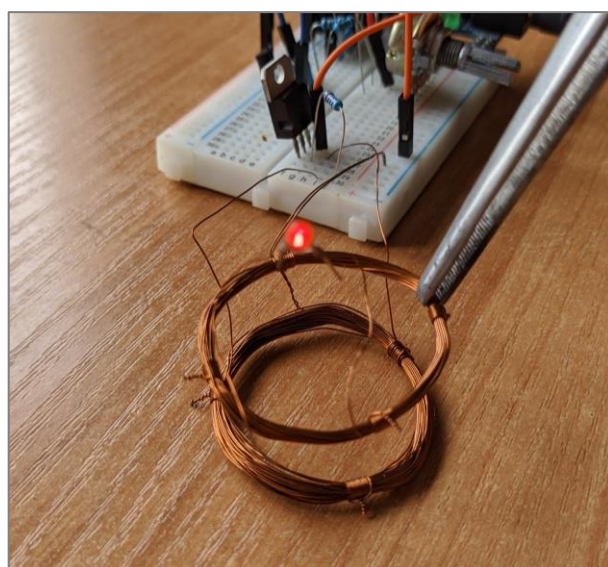
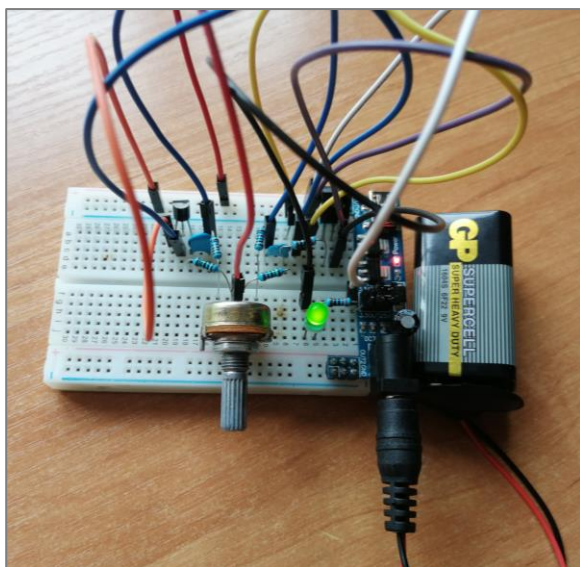
ШИМ-регулятор мощности на симметричном мультивибраторе (Урок № 5 схема № 2)

После этапов расчета и симуляции была выполнена сборка некоторых схем на макетной плате для проверки работоспособности схем и оценки наглядности и удобства сборки предложенных схем для потребителя.



ШИМ-регулятор мощности на симметричном мультивибраторе (Урок № 5 схема № 2)

Для презентации итогов проекта был укомплектован урок №5 нашего курса, демонстрирующий автоколебательные процессы в цепях постоянного тока. Пользователю предлагается собрать две схемы – «модель беспроводного зарядного устройства» и «ШИМ регулятор мощности».



ШИМ-регулятор мощности на симметричном мультивибраторе
(Урок № 5 схема № 2) и Прототип беспроводного зарядного устройства

(Урок № 5 схема № 2)

СМЕТА ПРОЕКТА:

Себестоимость курса составляет 5442 руб. при заказе компонентов в магазине «ЧИП и ДИП».

ВЫВОД:

Подводя итог, можно сказать, что, руководствуясь поставленными целями и рекомендациями заказчика, за поставленный срок 3 месяца наша команда разработала план курса по аналоговой электронике, благодаря которому любой желающий без начальных знаний в данной области сможет научиться работать с различными электронными компонентами и понимать их устройство.

При этом стоит сказать, что наш курс предполагает наличие методистов, которые будут объяснять теорию и учить работать участника курса с представленными электронными компонентами и цепями. Таким образом, курс предназначен для прохождения в школах или кружках, таких как, например, «РОББО-Клуб».

Также стоит отметить, что заказчиком не исключается возможность написания полного курса, опирающегося на составленный нами план, который впоследствии может быть выложен в открытые источники и доступен любому человеку, желающему разобраться в аналоговой электронике. Более того, притаким самостоятельном прохождении курса человек сможет получить все те же знания и при этом потратить приблизительно в три раза меньше денежных средств, так как смета нашего проекта рассчитывалась, исходя стоимости компонентов при покупке их в магазине «ЧИП и ДИП», а при самостоятельном прохождении курса компоненты можно заказать и на торговой площадке «AliExpress», тогда общая стоимость компонентов составит 1760руб.