

Основы электроники

Домашнее задание №13

Евгений Зеленин

11 октября 2024 г.

1. Реализация схемы счетчика

Условия задачи. Реализовать схему, которая считает входящие импульсы от 0 до 99 по кругу. Источник импульсов - генератор на 555 таймере с частотой 1-5 Гц. Вывод результата на семисегментные индикаторы. Входящее питание 12 Вольт преобразовать в 10 вольт при помощи DC-DC преобразователя на MC34063, после чего 10 Вольт через LM7805 преобразовать в 5 Вольт для питания всей оставшейся схемы (генератора и счетчиков-десифраторов для семисегментных индикаторов). Для задачи выполнить принципиальную схему в KiCAD, приложить описание проведенной работы и чертеж в формате PDF. Работу выполнить на макетной плате, приложив видеоролик

Разработка цепи питания

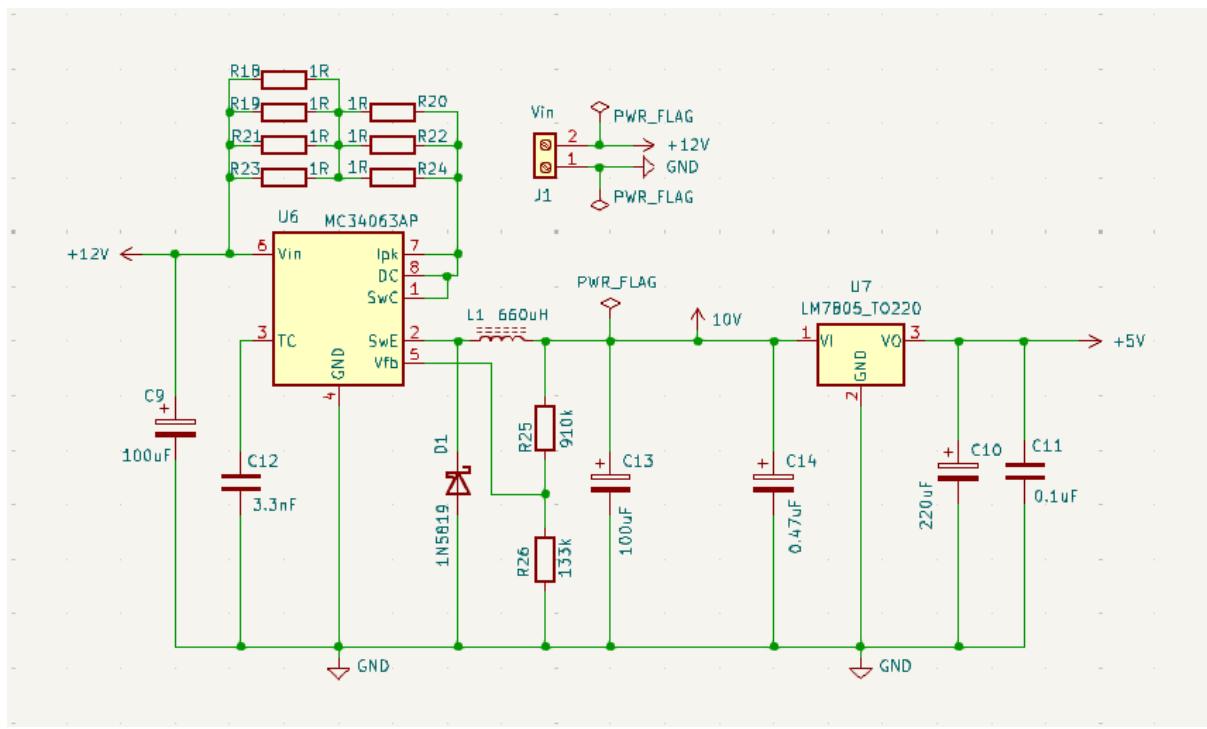


Рис. 1: Схема блока питания

Приступим к составлению схемы устройства. Начнем с разработки цепи питания (рисунок 1). По заданию, требуется понизить входящие 12в до 10в с помощью DC-DC преобразователя на базе MC34063 (питание линейного регулятора), а затем с помощью линейного регулятора LM7805 получить 5В (питание генератора и логики). Микросхема MC34063 используется в качестве понижающего DC-DC преобразователя, схема включения стандартная. Расчет компонентов выполнен с помощью калькулятора на сайте vip-schema.org.

Для достижения номиналов сопротивления R_{sc} в 0.750 Ом использовалось последовательно-параллельное соединение резисторов в 1 Ом (3 и 4 шт, соответственно).

После DC-DC преобразователя, происходит понижение питающего напряжения до 5в с помощью регулятора LM7805.

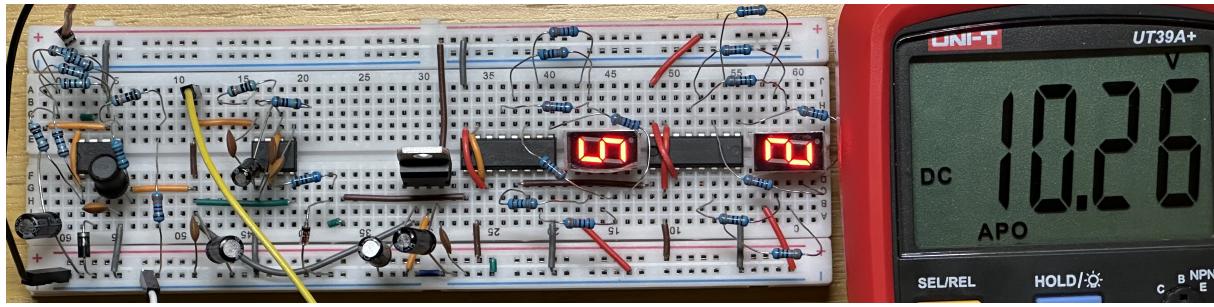


Рис. 2: Напряжение на выходе DC-DC преобразователя

Разработка генератора

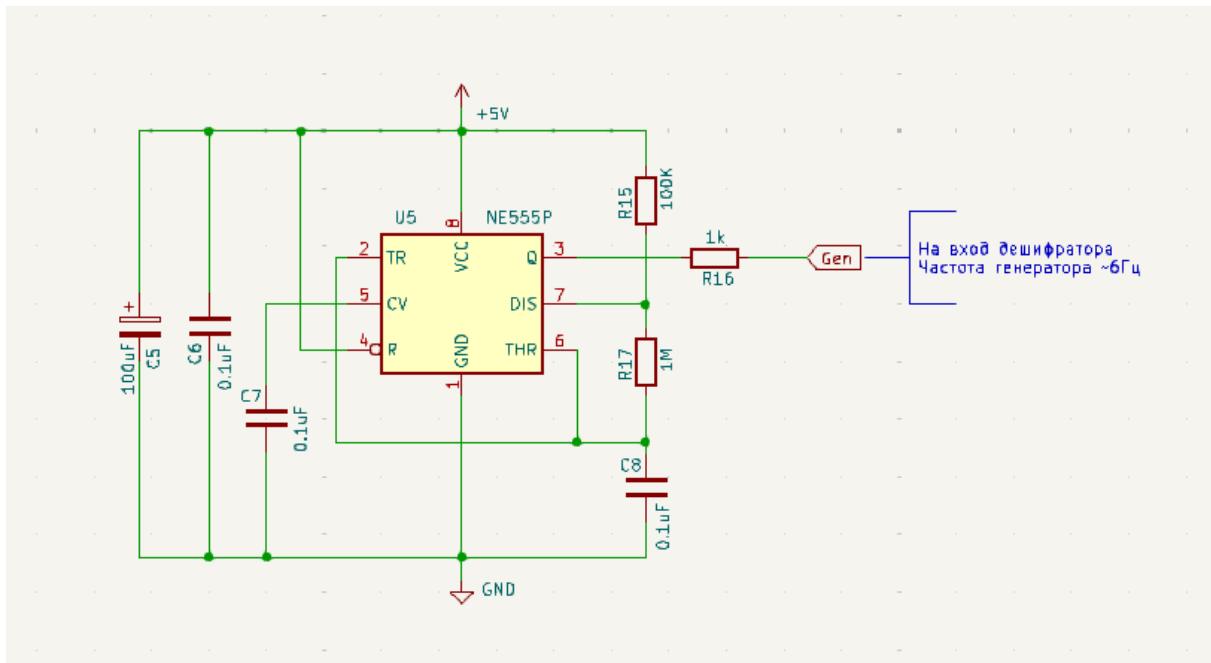


Рис. 3: Схема генератора

Генератор тактовых импульсов соберем на микросхеме - таймере NE555. Расчет генератора полностью аналогичен приведенному в ДЗ 9, за исключением выбора требуемой частоты и конденсатора C8.

Чтобы сделать процесс счета до 99 не таким длительным, примем частоту генератора за 5 Гц. Тогда полный цикл счета от 0 до 99 займет около 20с .

Рассчитаем номинал конденсатора: $C_8 = \frac{1}{0.693 \cdot (100k + 2 \cdot 1M) \cdot 5 \text{ Гц}} = 0,13 \text{ мкФ}$. Округлим до 0.1мкФ, при этом, частота на выходе генератора составит около 6,5 Гц.

Выход Q таймера 555 представляет собой открытый коллектор, поэтому, используем R_{16} номиналом 1к для соединения со счетчиком.

Разработка логической части

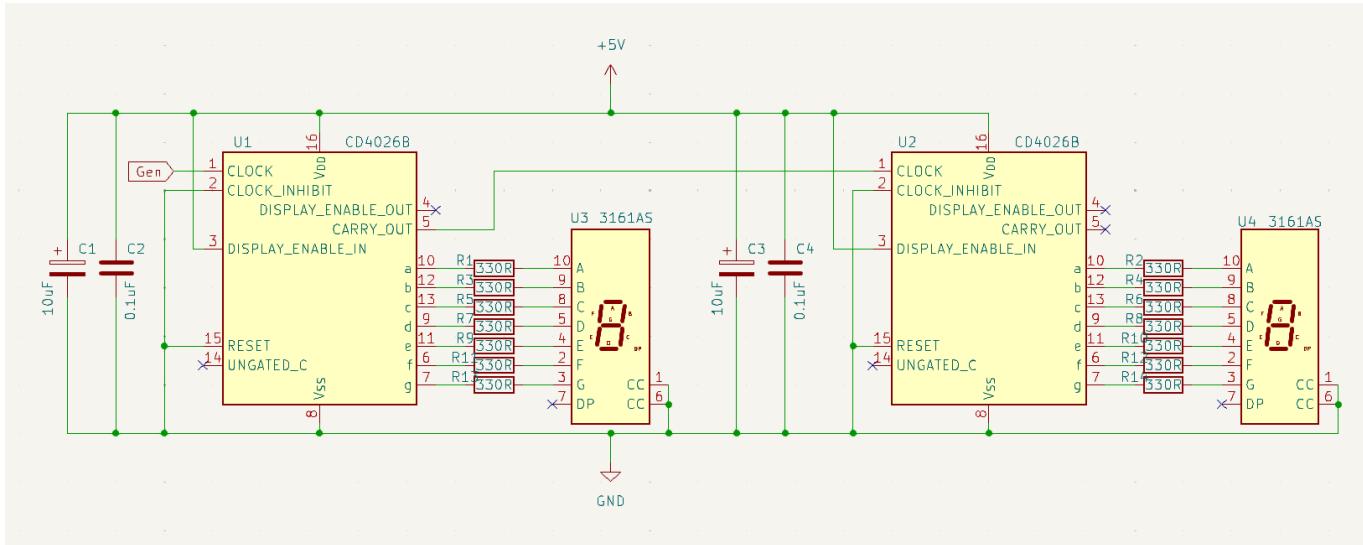


Рис. 4: Схема логической части

Начнем с инициализации счетчиков U_1, U_2 . Для этого на вывод 3 (DISPLAY ENABLE) требуется подать высокий уровень питания, а на выводы 2, 14 (CLOCK INHIBIT, RESET) - низкий. Для передачи сигнала с делителя на 10 на следующий счетчик, требуется соединить выход 5 U_1 (CARRY OUT) с входом 1 (CLOCK) U_2 .

Подключение семисегментных индикаторов осуществляется через токоограничительные резисторы, на каждый канал допустим ток в 10mA, это соответствует резистору в 320 Ом. Ближайший больший номинал из набора - 330 Ом, поэтому используем 330 Ом.

Соберем схему на макетной плате, ее реализация показана на рисунке 5.

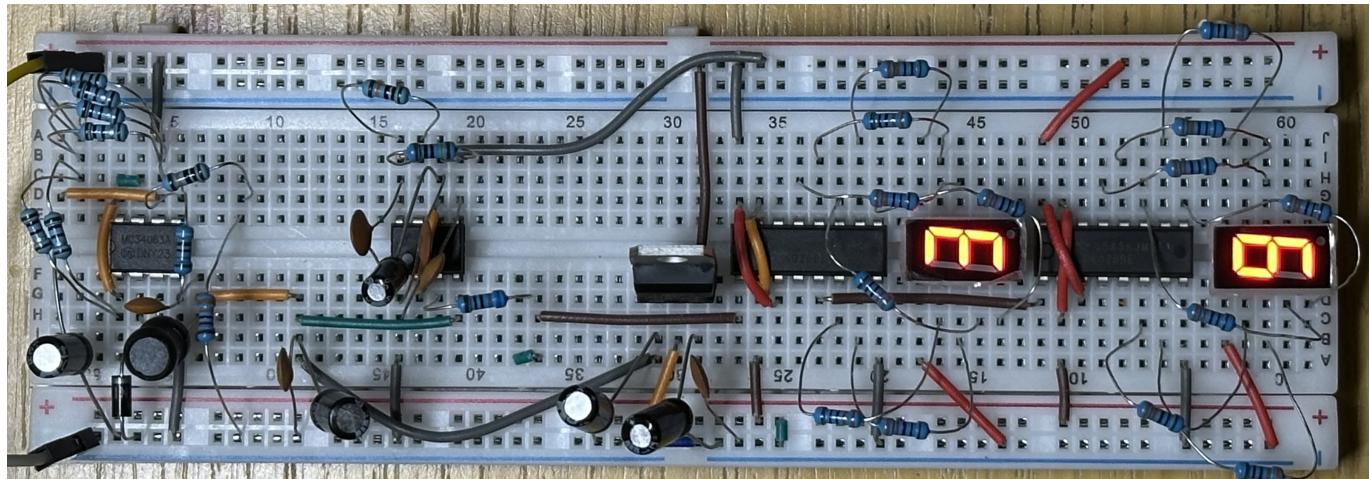


Рис. 5: Пример реализации

Измерения

Произведем несколько измерений понижающего DC-DC преобразователя. Для этого, подключим щуп осциллографа к времязадающему конденсатору C_{12} , а к выходу подключим мультиметр и проверим, как влияет рабочая частота на параметры преобразователя (рисунок 6).

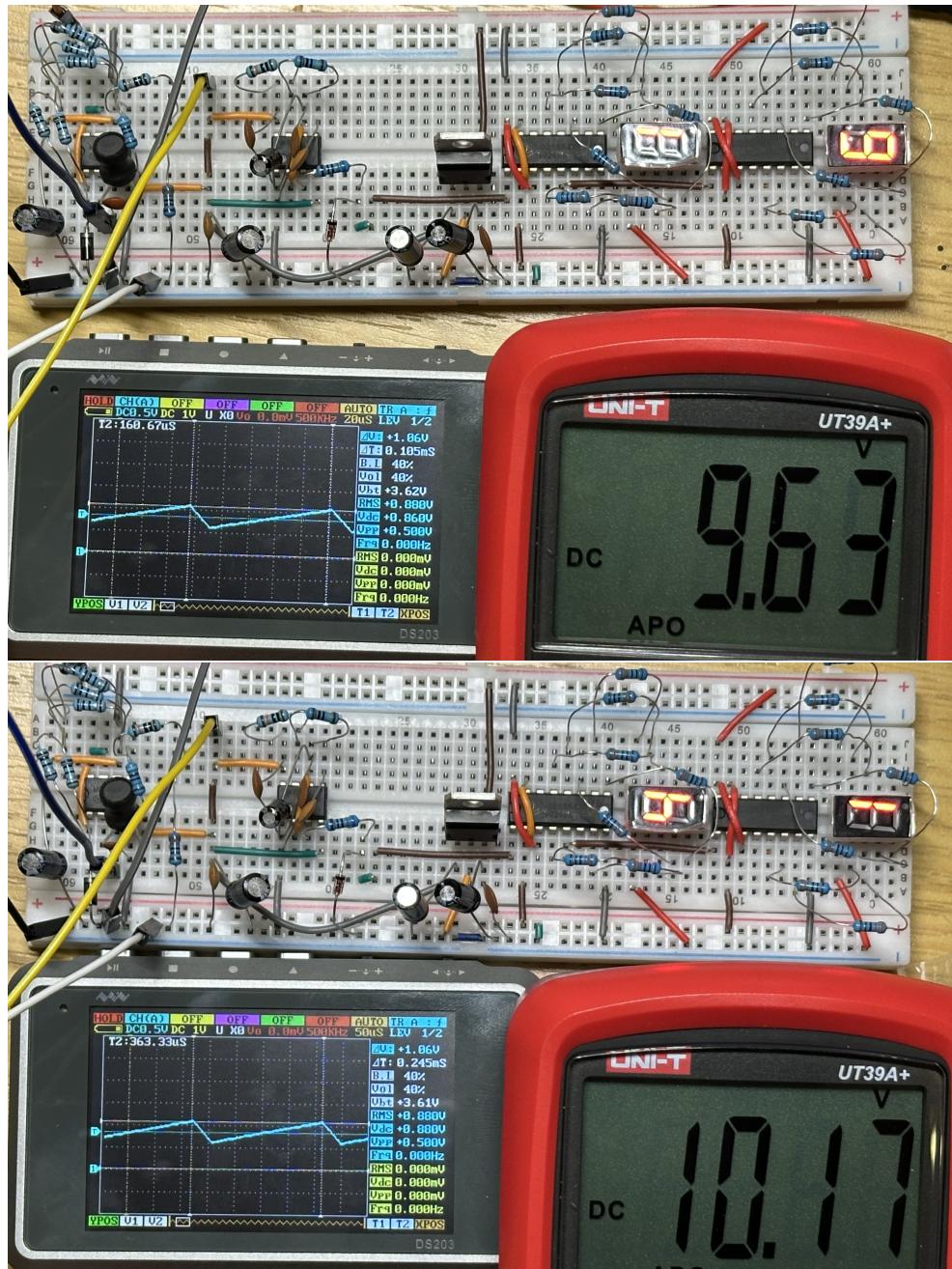


Рис. 6: Рабочая частота и просадки на выходе DC-DC (10кГц и 4кГц)

Как видно из фотографий, уже на частоте 10кГц понижающий DC-DC преобразователь не может обеспечить заданные характеристики по выходному питанию. При снижении рабочей частоты, ситуация исправляется, на 4кГц просадки уменьшаются и при нагрузке в 150mA, преобразователь обеспечивает расчетный уровень выходного напряжения.

2. Проект печатной платы в KiCAD

Условия задачи. * Выбрать(создать) компоненты, развести плату, приложить чертежи в PDF с трассировкой и скрин с 3D видом верх(низ). Пояснительные чертежи размёров, надписи и прочая пользовательская информация выполняются на слоях User.Drawings и User.Comments.

Трассировка платы выполнялась в САПР KiCad. Скриншот чертежа приложен на рисунке 7.

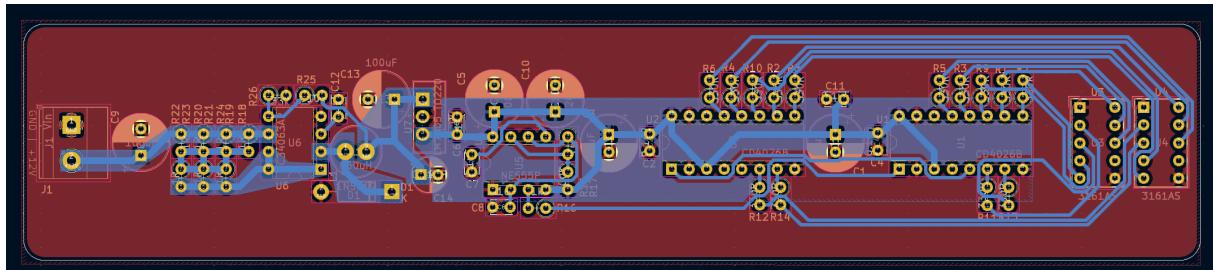


Рис. 7: Чертеж платы

Трехмерные виды показаны на рисунках 8, 9.

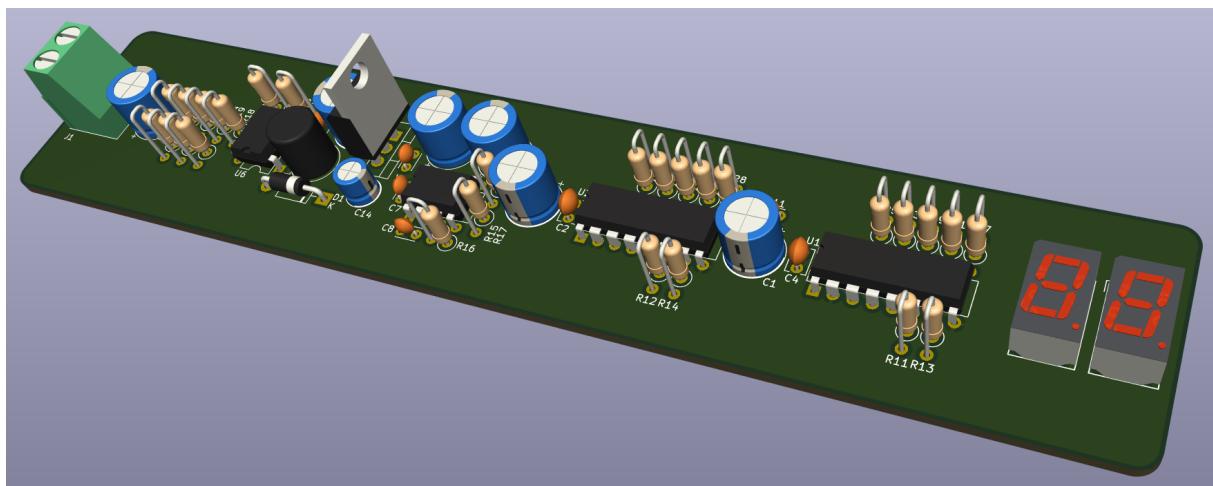


Рис. 8: 3D-вид - верх

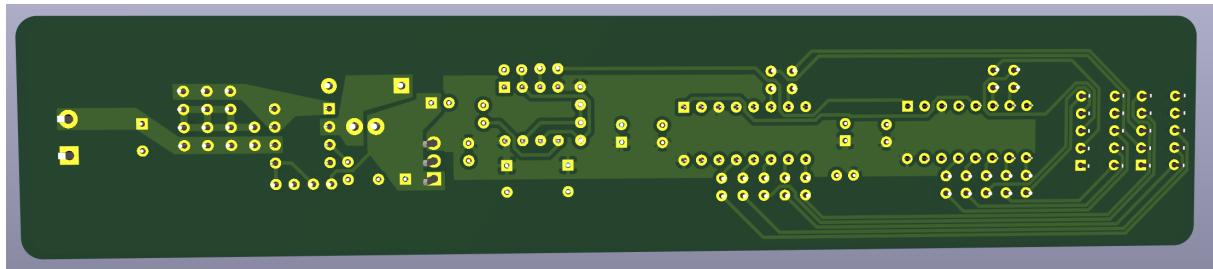


Рис. 9: 3D-вид - низ

3. Материалы к занятию

Схемы и материалы к занятию расположены в папке на google диске по следующей ссылке:
материалы к ДЗ-13