

Практическое задание №9

Волков Егор Алексеевич

20 октября 2024 г.

1 Триггер и генератор импульсов на 555 таймере

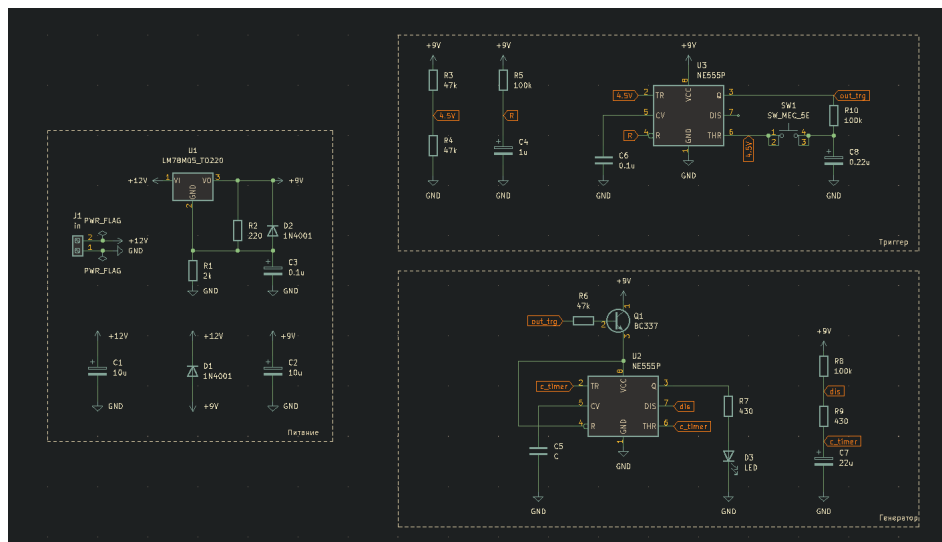


Рисунок 1. Схема устройства

1.1 Расчет параметров схемы

1.1.1 Расчет параметров триггера

Нам необходимо чтобы, при одном нажатии на кнопку (момент времени t_0) на вход TR таймера 555 было подан сигнал с низким уровнем напряжения, а при следующем нажатии высокий (момент времени t_1) на вход THR.

Следовательно можно установить конденсатор C8 и подключить его к выводам TR и THR.

В момент времени t_0 . Зная, что ток через конденсатор описывается как:

$$I = C \frac{dU}{dt} \quad (1)$$

При $dt \rightarrow 0$ ток через конденсатор будет $I \rightarrow \infty$, что будет представлять из себя короткое замыкание на землю. Тем самым на вход TR будет подан низкий сигнал. Триггер включится и на выходе Q появится высокий потенциал. Конденсатор C8 начнет заряжаться до напряжения питания.

В момент времени t_1 при нажатии на кнопку конденсатор C8 уже заряжен до напряжения питания. Следовательно он начнет разряд, т.е. приложит напряжение питания к входу THR. Далее цикл можно повторить.

Требование к номиналам компонентов. τ цепочки с конденсатором C8 должно быть много меньше времени нажатия и при этом больше чем время реакции таймера в 800 нс.

При этом резистор R_{10} не должен значительно искажать сопротивление делителя $R_{3,4}$ при переключении, чтобы не было вероятности подачи более низкого/высокого уровня на вход TR. Следует взять его за все сопротивление делителя $R_{3,4}$. Имеем:

$$R_{10} = 100 \text{ кОм}$$

$$C_8 = 0.22 \text{ мкФ}$$

$$\tau_{C_8, R_{10}} = R_{10}C_8 = 100 \cdot 10^3 \cdot 0.22 \cdot 10^{-6} = 0.022 \text{ с} = 2.2 \text{ мс} \quad (2)$$

Думаю я не смогу так быстро нажимать на кнопку. Ну а на делитель $R_{3,4}$ возьмем любой номинал, что обеспечит приемлемый ток.

1.1.2 Расчет параметров генератора

В качестве стартовой точки выберем номинал конденсатора $C = 0.22 \cdot 10^{-6}$. Мы хотим красивые импульсы со скважностью $S \approx 2$. Что невозможно используя таймер 555.

Доказательство:

Заполняемость $D = \frac{1}{S}$ следовательно нам нужна $D \approx 0.5$.

Если t_1 длительность высокого уровня импульса, а T период сигнала то:

$$D = \frac{t_1}{T} \quad (3)$$

Так же из даташита мы знаем, что:

$$T = 0.693(R_1 + 2R_2)C = t_1 + t_2 \quad (4)$$

$$t_2 = 0.693R_2C \quad (5)$$

$$t_1 = 0.693(R_1 + R_2)C \quad (6)$$

Тогда имеем:

$$D = \frac{t_1}{T} = \frac{0.693(R_1 + R_2)C}{0.693(R_1 + 2R_2)C} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} \rightarrow R_2 = \frac{R_1 D - R_1}{1 - 2D} \quad (7)$$

Следовательно $D \neq 0.5$. А так как отрицательных сопротивлений не бывает, заполняемость может быть в области $(0.5, 1]$

Рассчитаем R_2 и R_1 и заложим частоту $f \approx 7$ Гц. Имеем систему уравнений:

$$\begin{cases} R_2 = \frac{R_1 D - R_1}{1 - 2D} \\ f = \frac{1}{0.693(R_1 + 2R_2)C} \end{cases} \quad (8)$$

Условия: заполнение близкое к 0.5, частота близкая к 7 Гц. Возьмем за исходные данные что резистор $R_1 = 100k$. Получим следующие значения сопротивлений:

$$R_1(R_8) = 100k$$

$$R_2(R_9) = 430k$$

$$D = 0.554$$

$$f = 7.08 \text{ Гц}$$

2 Работа и сборка схемы

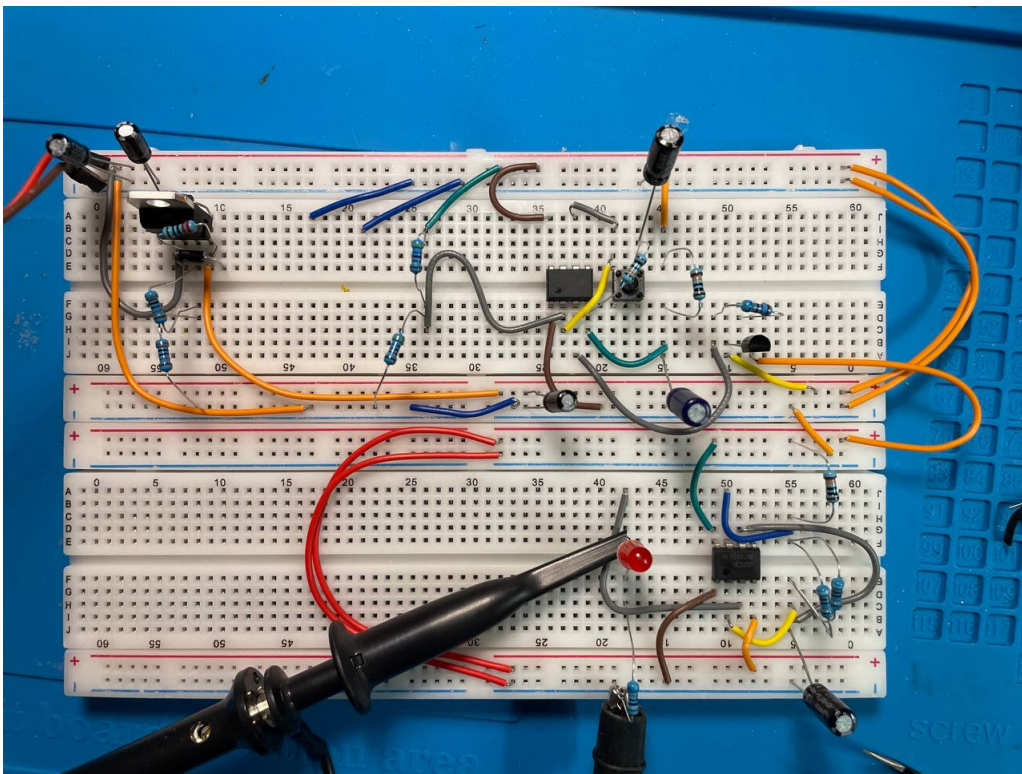


Рисунок 3. Устройство

Работа устройства представлена на видео на диске. Разберем осциллограмму:

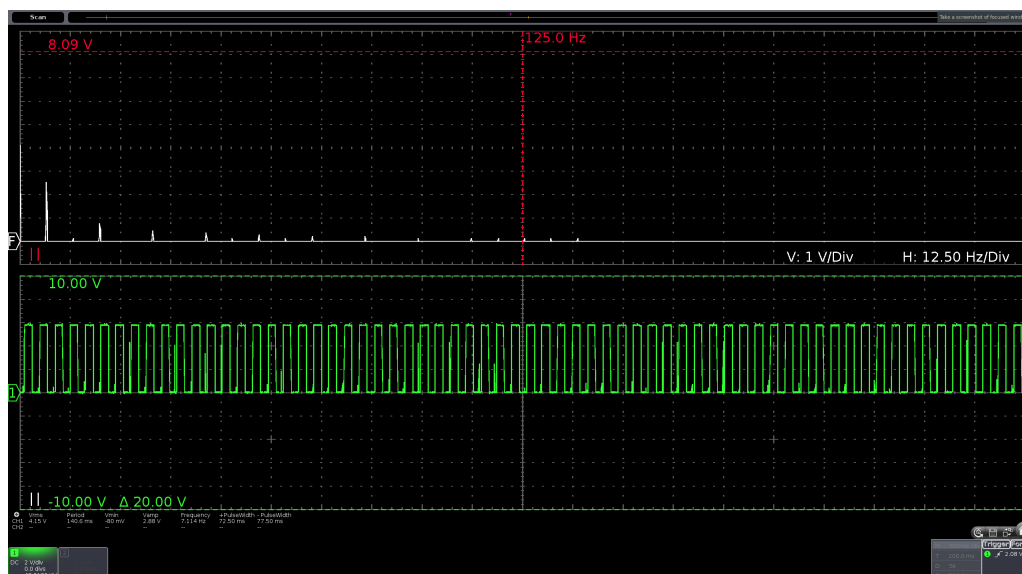


Рисунок 4. Осицдограмма и спектр сигнала

Period	Vmin	Vamp	Frequency	+PulseWidth	- PulseWidth
142.6 ms	-80 mV	2.80 V	7.012 Hz	77.50 ms	72.50 ms

Рисунок 5. Параметры сигнала

Результаты:

$$t_1 = 77$$

$$T = 142$$

$$D = \frac{t_1}{T} = \frac{75}{136} \approx 0.54$$

$$f = 7.012 \text{ Гц}$$

На БПФ видим, что сигнал какими-то особенными отклонениями не обладает. Использовать можно. Да и, что удивительно, частота почти номинал. Только вот как. Я ведь там два резистора на 830кОм параллелил, сопротивление там меньше же. Ну да ладно. Ну и напряжение на транзисторе просело чуток.

3 Прототипирование печатной платы

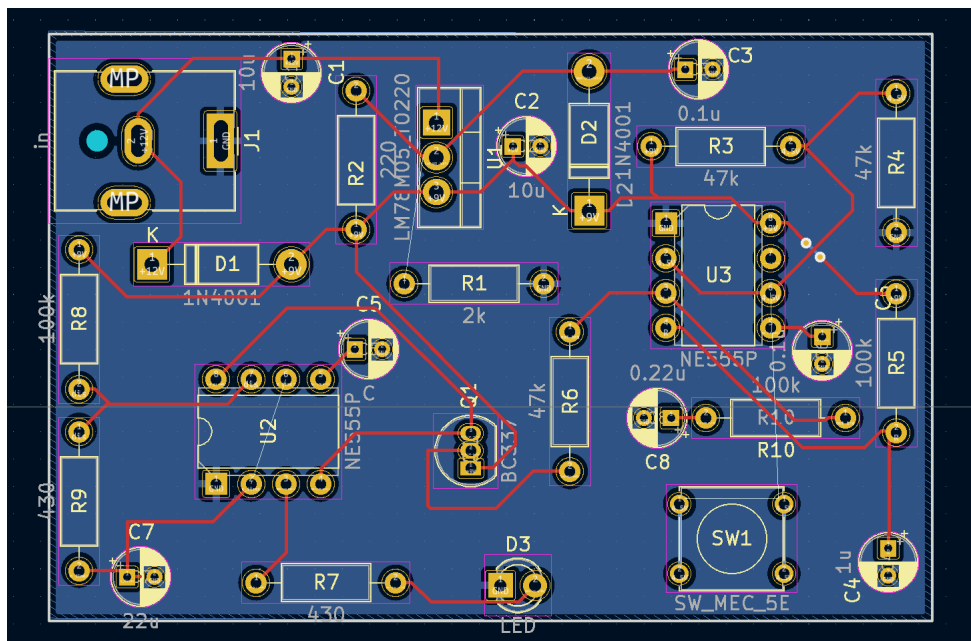


Рисунок 6. РСВ

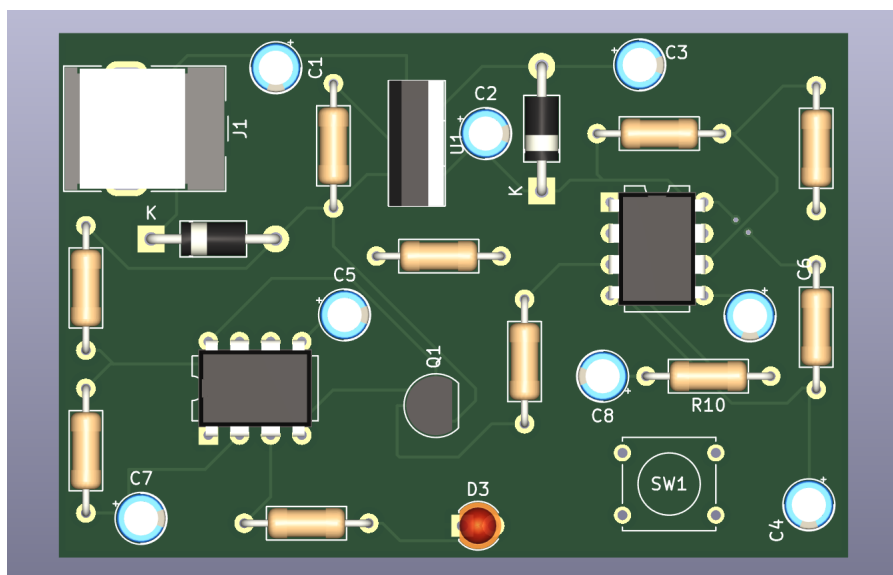


Рисунок 7. Передняя часть платы

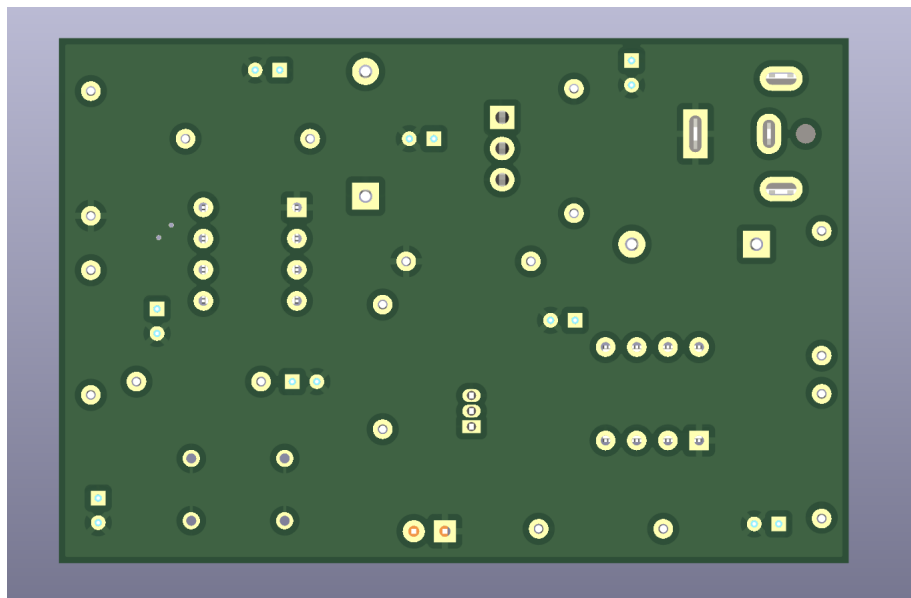


Рисунок 8. Задняя часть платы