

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО”
ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

Отчёт по лабораторной работе №5
"Широтно-импульсный преобразователь"
по дисциплине "Электронные устройства мехатронных и
робототехнических систем"
Вариант №5

Выполнили:
Студенты группы R34362
Ванчукова Татьяна Сергеевна
Зайцев Даниил Александрович
Симонян Анна Юрьевна
Преподаватель:
Николаев Николай Анатольевич,
доцент факультета СУиР

Санкт-Петербург, 2023

1 Цель работы

Исследование полупроводниковых устройств, используемых в задачах управления двигателем постоянного тока (ДПТ). Рассматривается вариант реализации широтно – импульсного преобразователя (ШИП), используемого для управления исполнительными элементами автоматических систем. При выполнении работы исследуются электронные устройства, входящие в состав ШИП.

Ознакомиться с принципом действия, схемой и работой составных частей ШИП:

- генератора линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН)
- формирователя управляющий импульсов
- силового коммутатора.

2 Материалы работы

2.1 Исследование ГЛИН

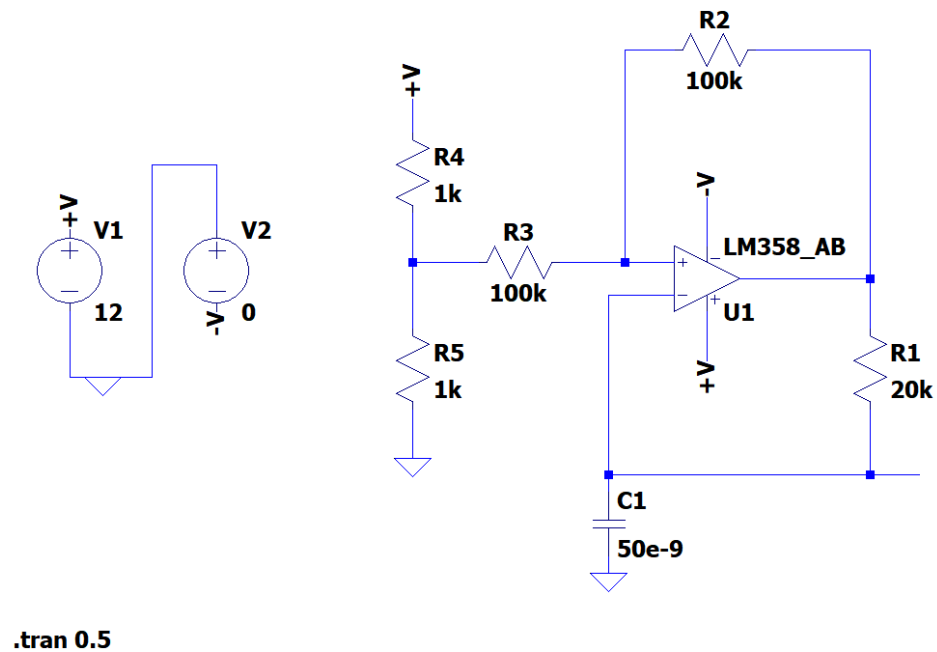


Рис. 1: Схема реализации генератора линейно изменяющегося напряжения

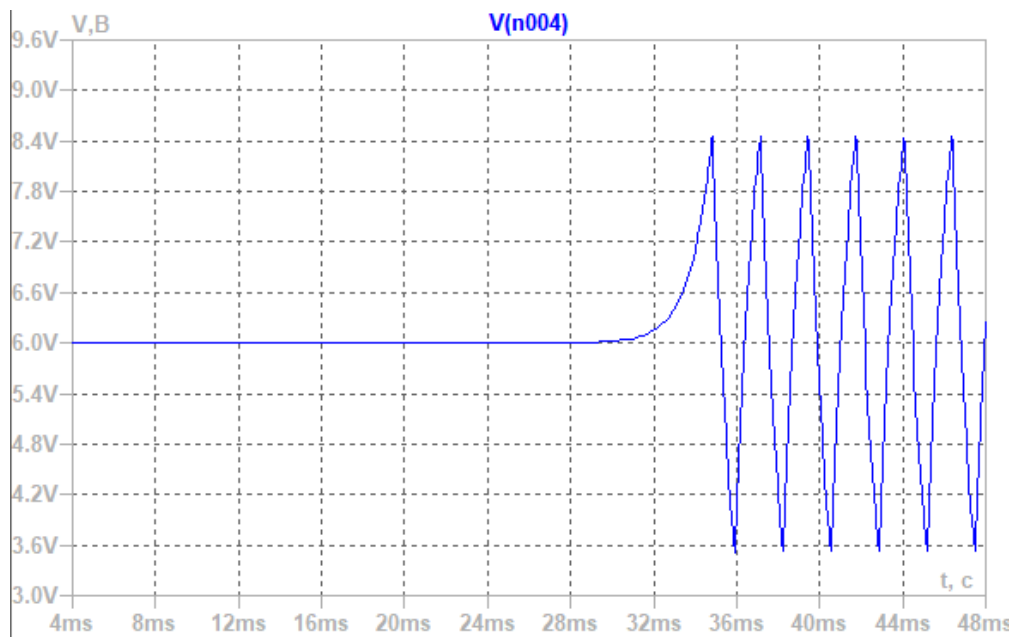


Рис. 2: Осциллограмма выходного сигнала ГЛИН

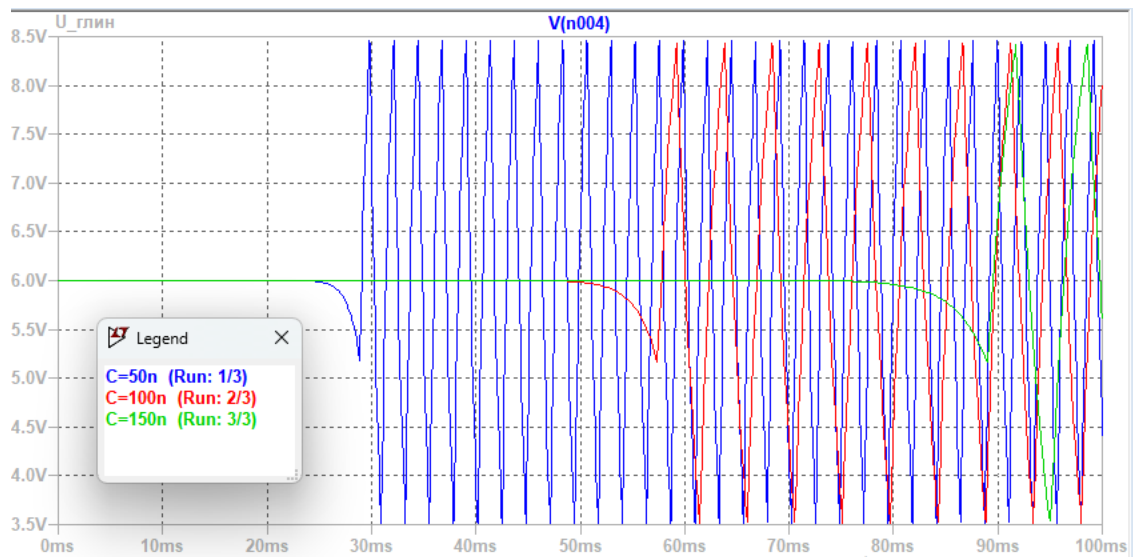


Рис. 3: Осциллограмма ГЛИН при разных значениях C_1

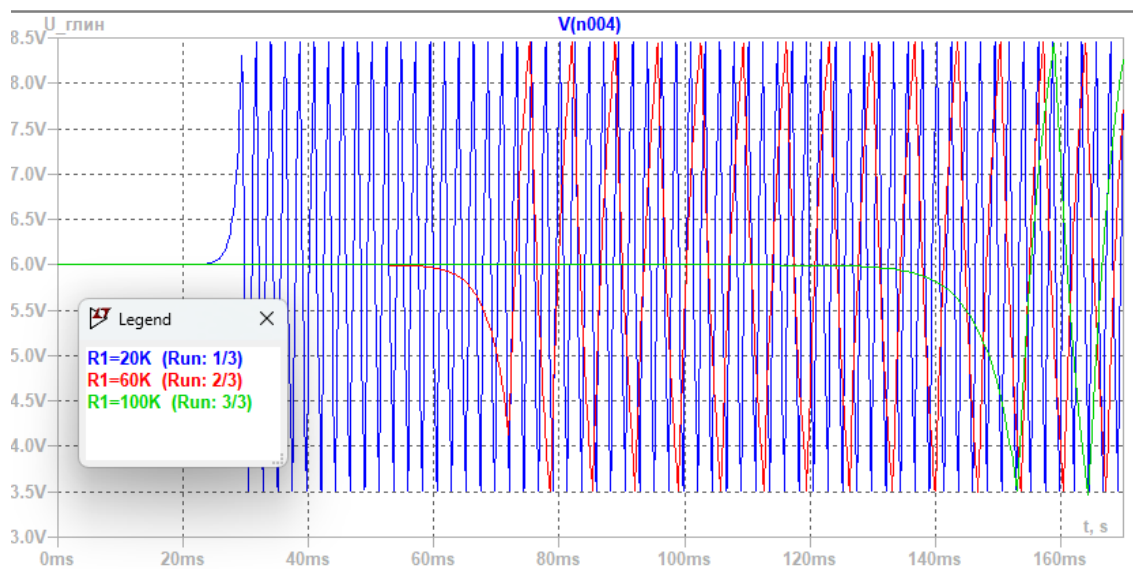


Рис. 4: Осциллограмма ГЛИН при разных значениях R_1

По графикам можно заметить, что при увеличении R_1 и C_1 уменьшается частота сигнала.

2.2 Исследование генератора ШИМ

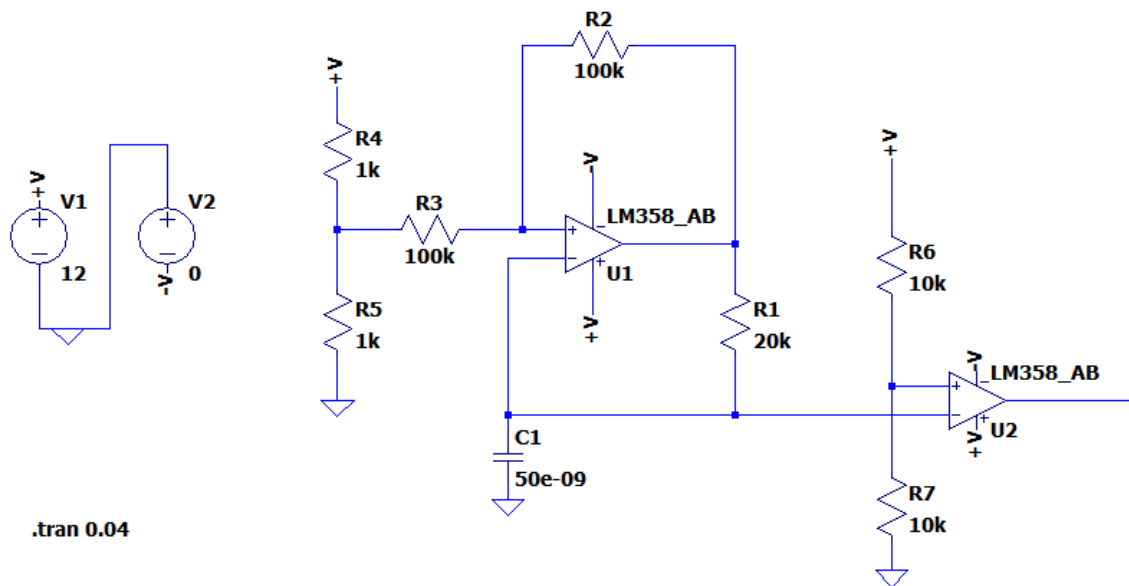


Рис. 5: Схема реализации генератора ШИМ

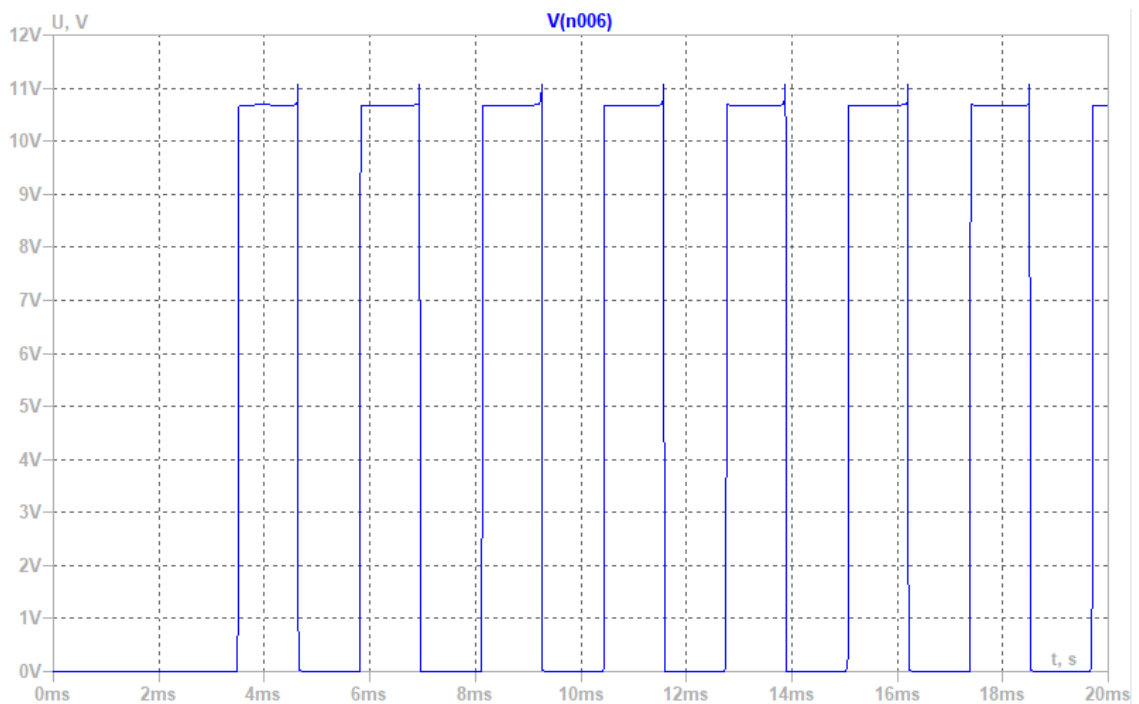


Рис. 6: Осциллограмма ШИМ при частоте $f = 500$ Гц

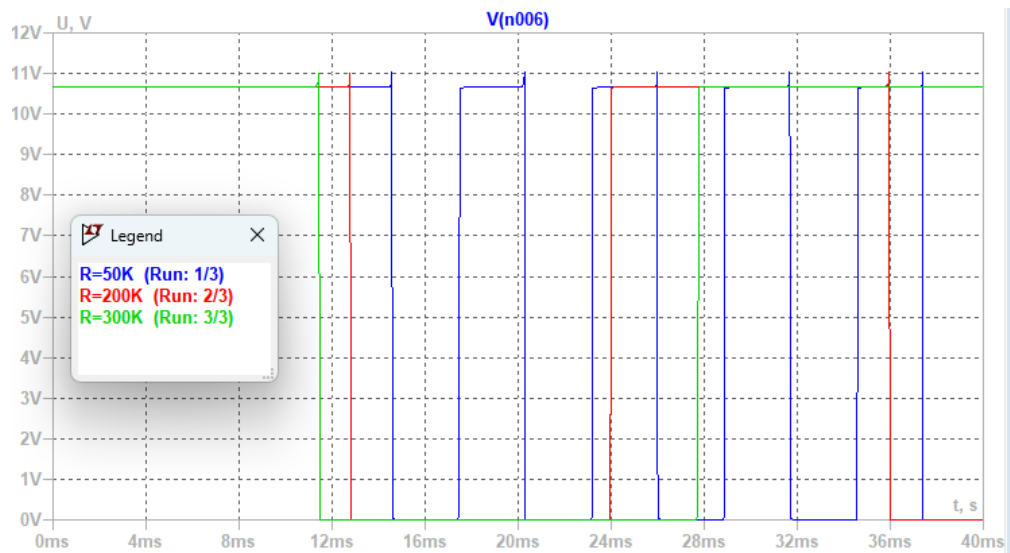


Рис. 7: Осциллограмма ШИМ при разных значениях R_1

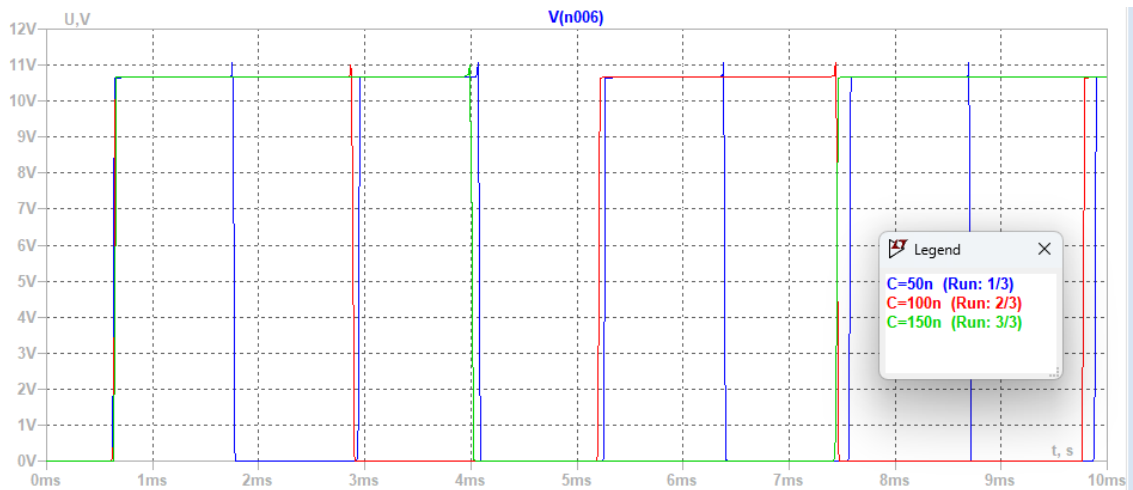


Рис. 8: Осциллограмма ШИМ при разных значениях C_1

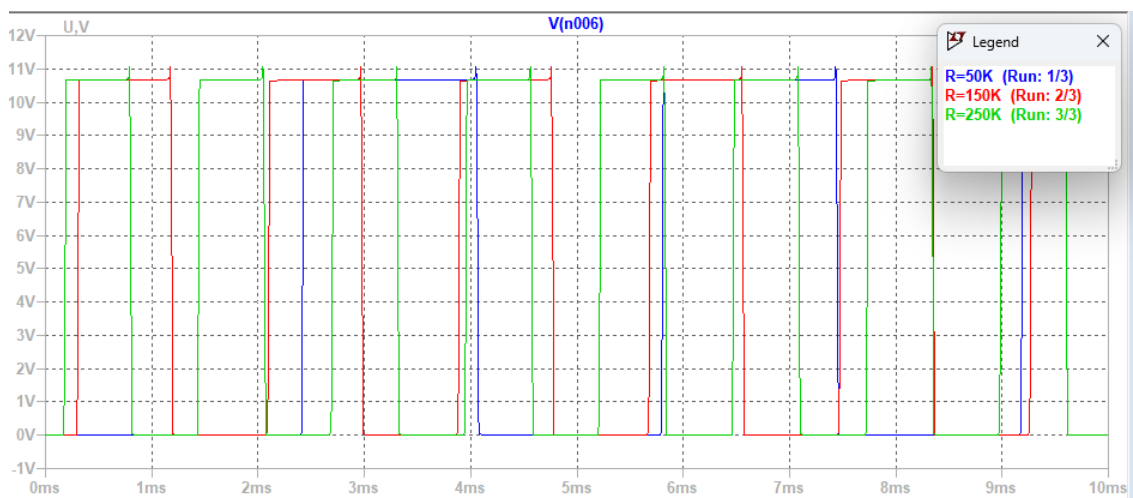


Рис. 9: Осциллограмма ШИМ при разных значениях сопротивления обратной связи

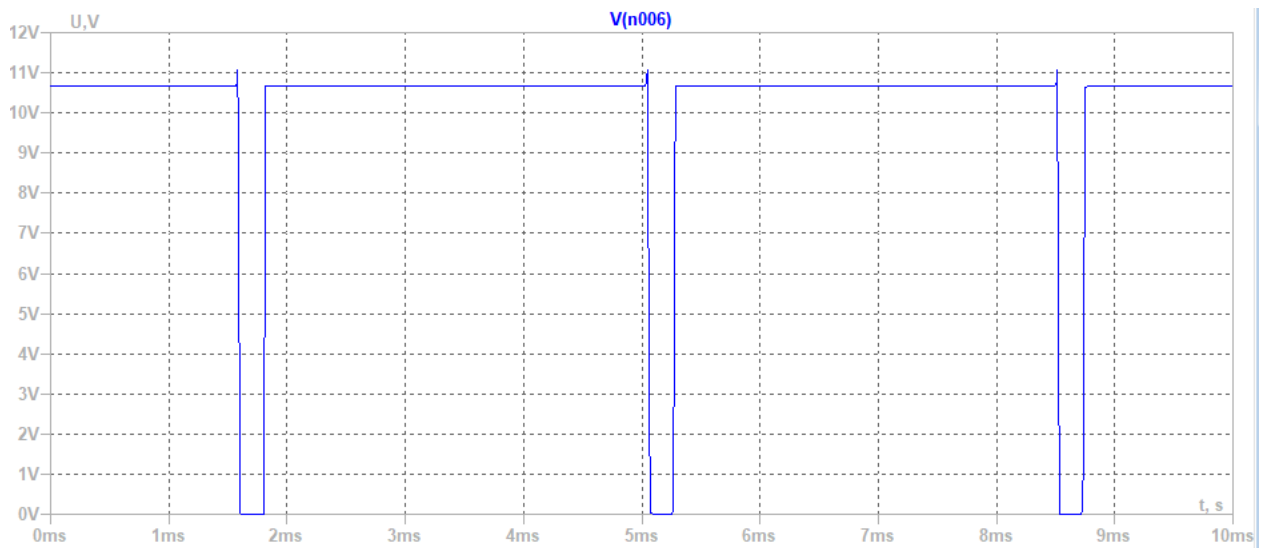


Рис. 10: Осциллограмма ШИМ при $R_4 = 5 \text{ кОм}$

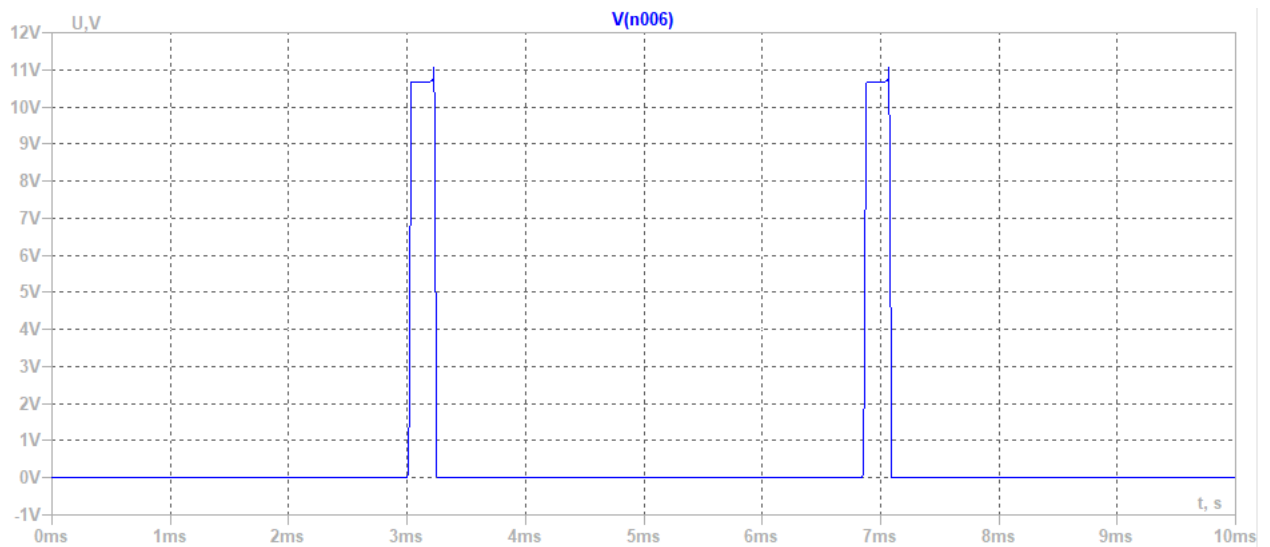


Рис. 11: Осциллограмма ШИМ при $R_5 = 5 \text{ кОм}$

По графикам видно, что при увеличении R_1 и C_1 уменьшается частота сигнала, при росте сопротивления обратной связи R_3 увеличивается частота. Сопротивления R_4 и R_5 влияют на скважность сигнала. R_4 увеличивает длительность импульсов, R_5 , соответственно, уменьшает длительность (увеличивает t_2 – время, где напряжение равно нулю).

2.3 Генератор на базе таймера 555 серии

Сначала рассчитаем параметры для схемы.
По варианту $f = 500$, тогда период $T = \frac{1}{500} = 0.002$ с. Вычислим параметры импульса.

$$t_1 = \frac{T}{2} = 0.001 \text{ с} \rightarrow t_2 = T - t_1 = 0.001 \text{ с}$$

$$t_2 = 0.693 \cdot R_1 C_1 \rightarrow R_1 = \frac{t_2}{0.693 \cdot C_1} = 144 \text{ кОм}$$

$$t_1 = 0.693 \cdot (R_1 + R_2) C_1 \rightarrow R_2 = \frac{t_1}{0.693 \cdot C_1} - R_1 = 145 - 144 = 1 \text{ кОм}$$

$$f = \frac{1}{\tau} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1} = 500 \text{ Гц}$$

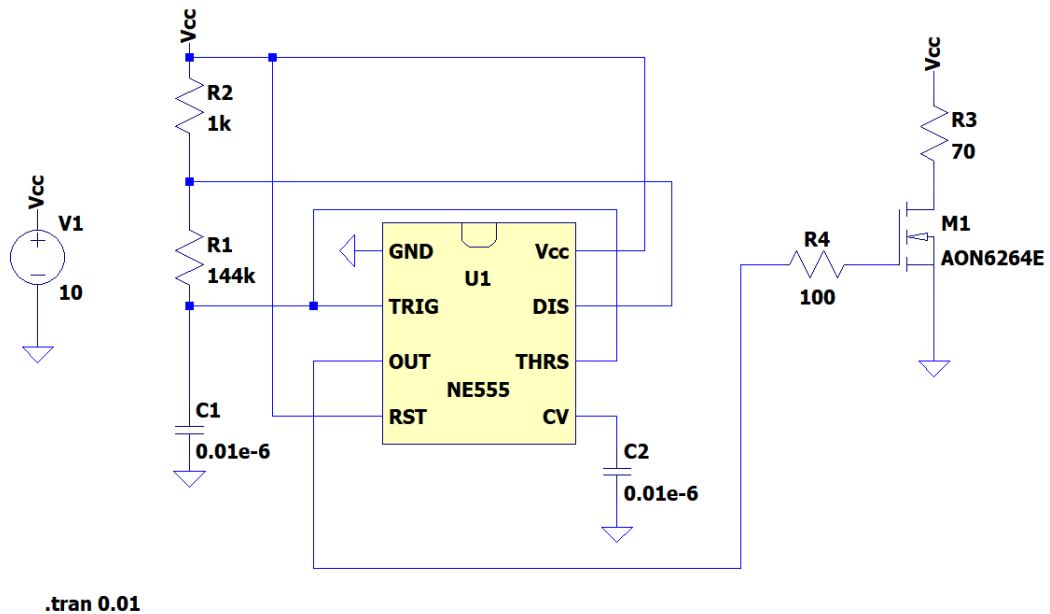


Рис. 12: Схема реализации генератора на базе таймера 555 серии

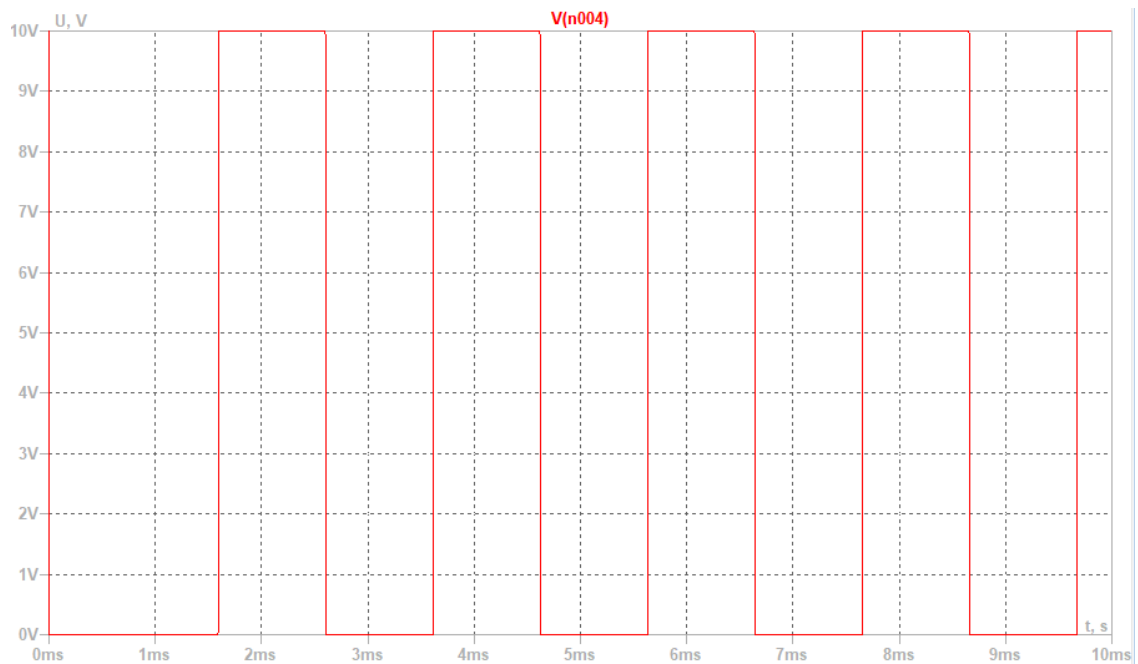


Рис. 13: Осциллограмма ШИМ на базе таймера 555 серии при частоте $f = 500$ Гц и при скважности $S = 2$

По графику видно, что длительности импульса и отсутствия напряжения равны, следовательно, скважность равна двум $S = \frac{T}{t_1} = \frac{2T}{T} = 2$, также можем проверить частоту: период равен 0.002с, значит, $f = \frac{1}{T} = 500$ Гц. Частота и скважность соответствует варианту – рассчитали параметры схемы верно.

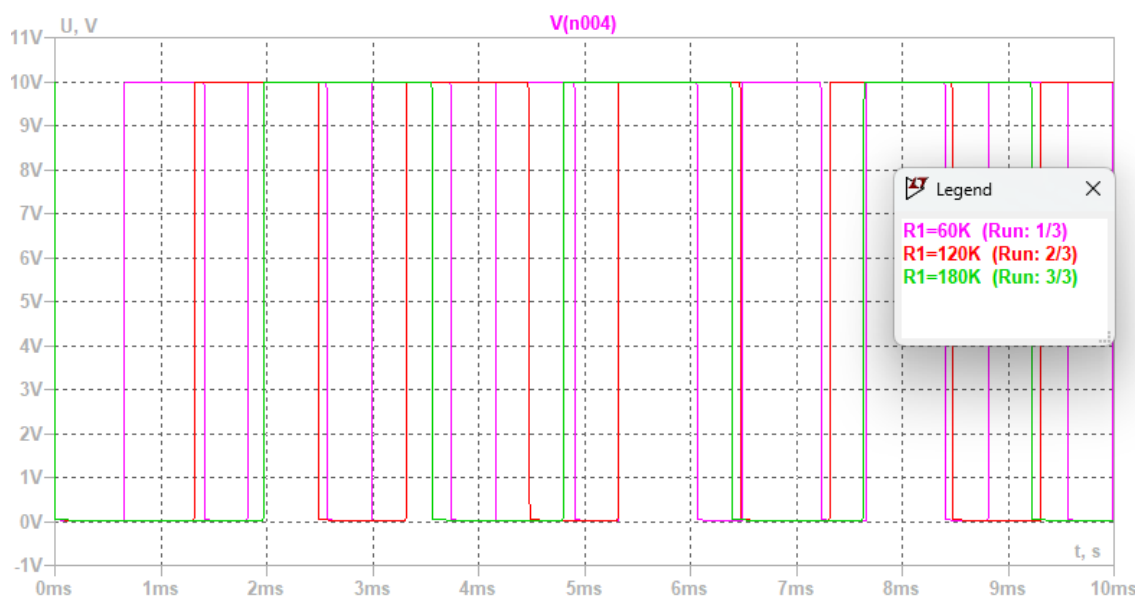


Рис. 14: Осциллограмма ШИМ на базе таймера 555 серии при разных значениях R_1

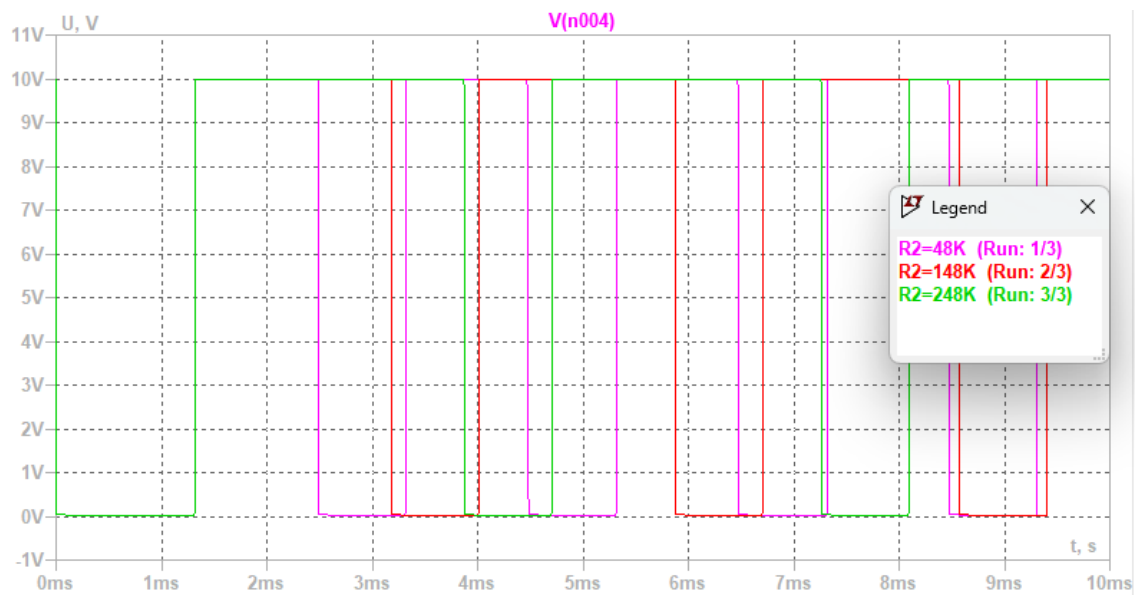


Рис. 15: Осциллограмма ШИМ на базе таймера 555 серии при разных значениях R_2

При росте R_2 увеличиваются длительность импульса t_1 и период T . При увеличении R_1 увеличивается период T . R_2 влияет на скважность сигнала, R_1 нет.

2.4 Исследование мостовой схемы для реализации реверсивного вращения ДПТ

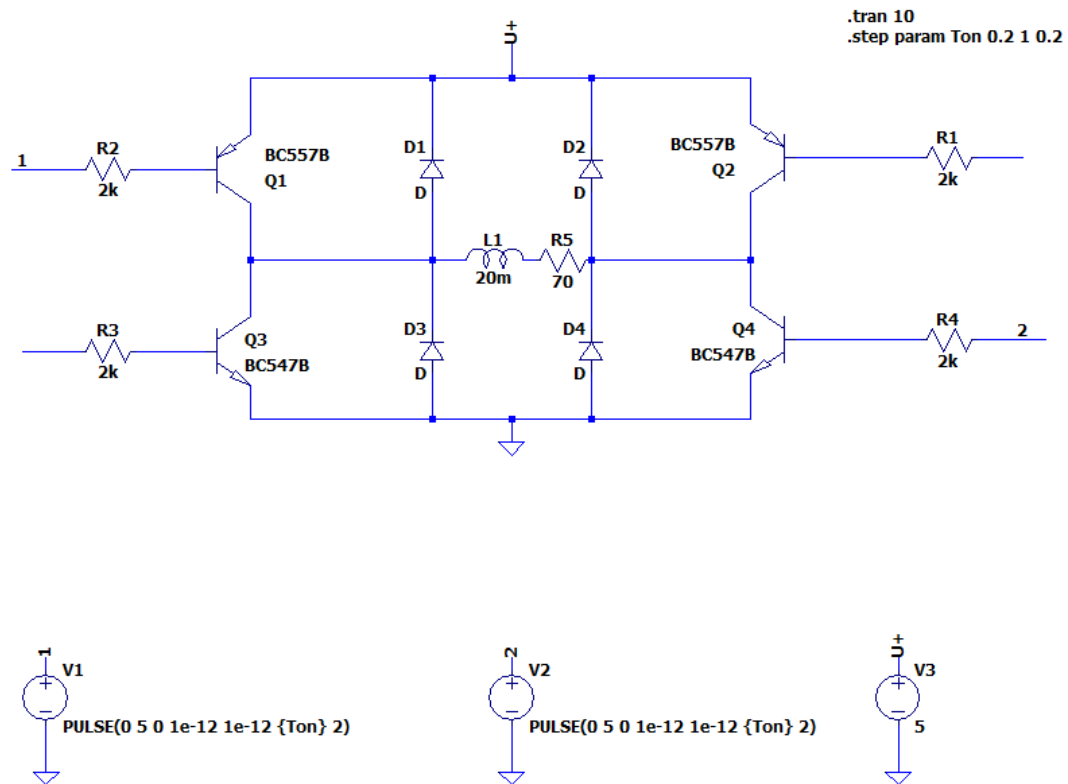


Рис. 16: Мостовая схема для реализации реверсивного вращения ДПТ

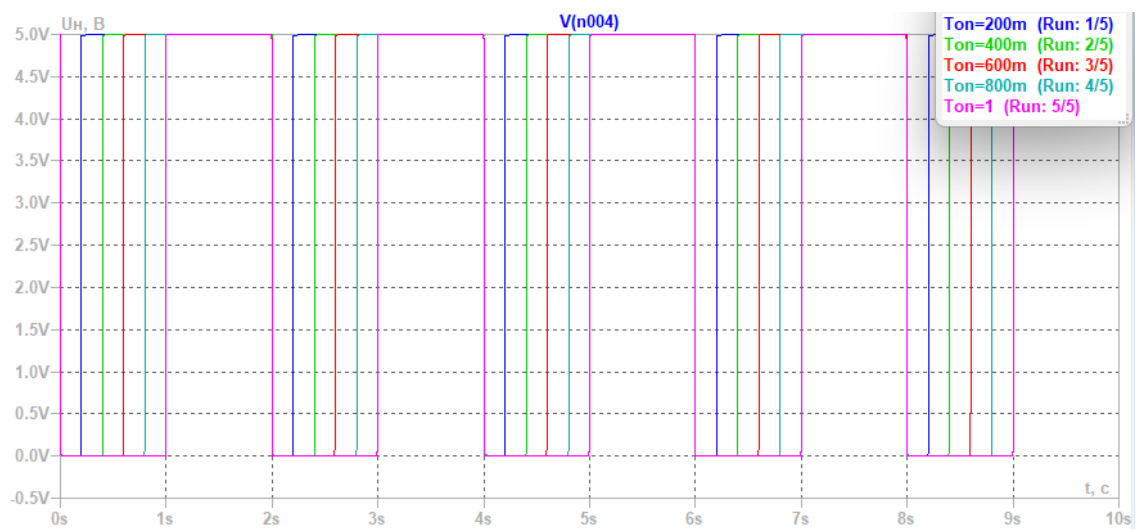


Рис. 17: График зависимости напряжения $U(t)$ при активно нагрузке

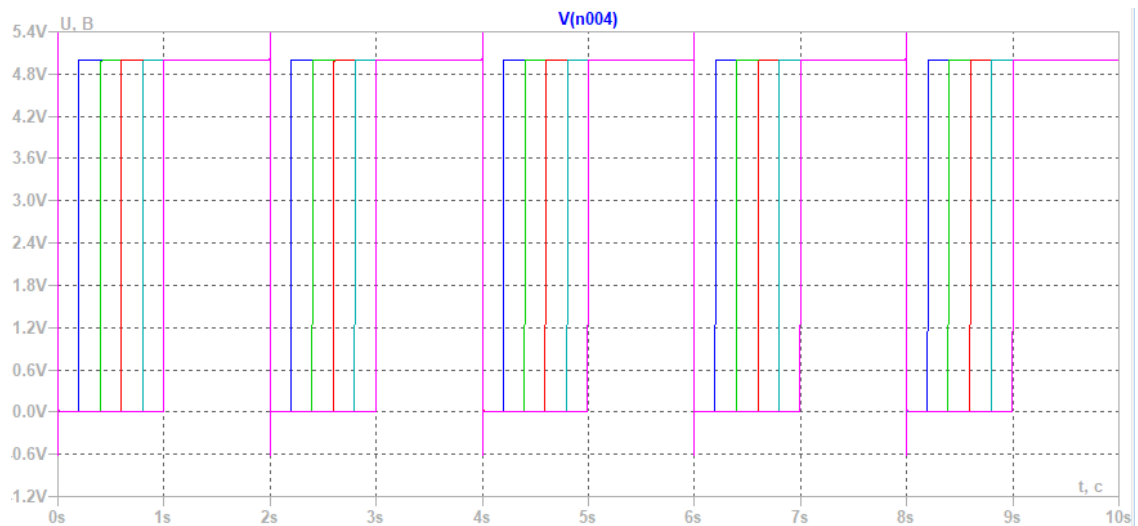


Рис. 18: График зависимости напряжения $U(t)$ при активно-индуктивной нагрузке

При активно-индуктивной нагрузке увеличиваются скачки напряжения, появляются отрицательные импульсы напряжения. Данную схему можно использовать для управления вращения ДПТ, включая реверсивное управление двигателем. Мостовая схема позволяет изменять направление тока через нагрузку, просто переключая состояние транзисторов, т.е. схема обеспечивает два возможных пути для тока через нагрузку в обоих направлениях.

2.5 Исследование схемы управления мотором постоянного тока с помощью моста из мощных транзисторов

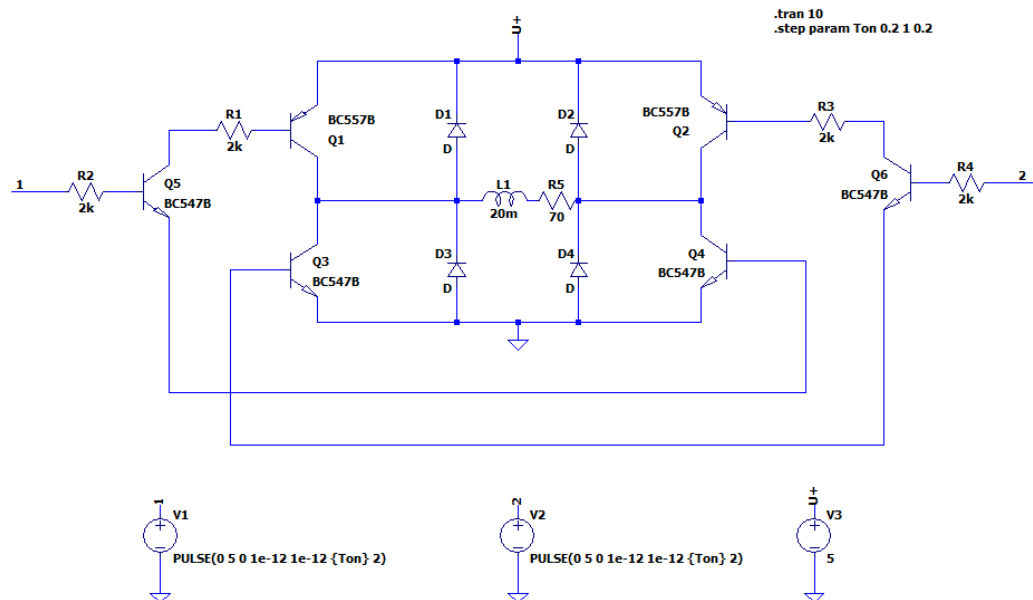


Рис. 19: Классическая схема управления мотором постоянного тока с помощью моста из мощных транзисторов

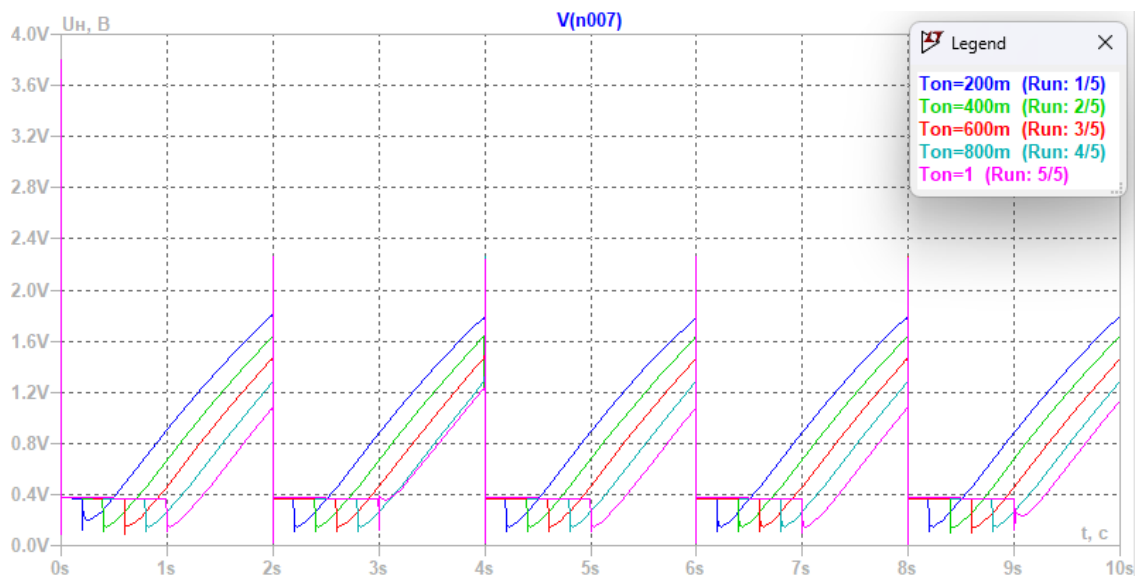


Рис. 20: График зависимости напряжения $U(t)$ при активной нагрузке

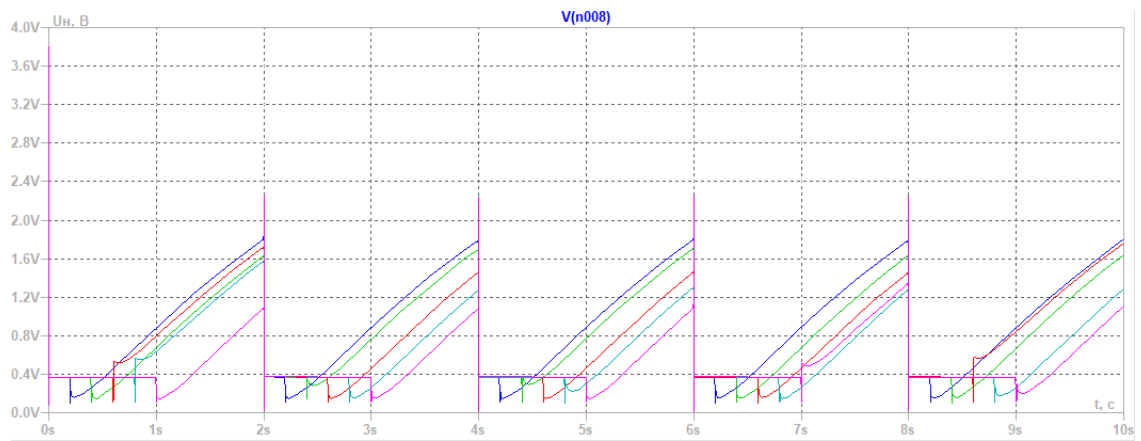


Рис. 21: График зависимости напряжения $U(t)$ при активно-индуктивной нагрузке

При смене активной нагрузки на активно-индуктивную нагрузку добавились небольшие скачки напряжения, вызванные, скорее всего, индуктивностью катушки, больше изменений обнаружено не было.

3 Выводы

В данной лабораторной работе было проведено исследование полупроводниковых устройств, используемых в задачах управления двигателем постоянного тока (ДПТ), а именно реализация ШИП.

Детально были изучены электронные устройства, входящие в состав ШИП и варианты реализации ШИП.

- Генератор линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН).
При увеличении R_1 и C_1 уменьшается частота сигнала. Изменяя значения сопротивлений R_4 , R_5 , можно изменить форму сигнала и период, при увеличении сопротивления обратной связи увеличивает частота, как и при изменении R_3 .
- Генератор ШИМ.
Добавили компаратор в схему ГЛИН для обеспечения преобразования треугольного сигнала в импульсный. Поэтому можно сделать аналогичные выводы. Только дополним влияние изменений R_4 , R_5 , так как на импульсном сигнале лучше можно понять их влияние. Сопротивления R_4 и R_5 влияют на скважность сигнала. R_4 увеличивает длительность импульсов, R_5 , соответственно, уменьшает длительность (увеличивает t_2 – время, где напряжение равно нулю).
- Генератор ШИП на базе таймера 555 серии.
При росте R_2 увеличиваются длительность импульса t_1 и период T . При увеличении R_1 увеличивается период T . R_2 влияет на скважность сигнала, R_1 нет.
- Мостовая схема (H-схема).
Данная схема обладает преимуществом для управления двигателем постоянного тока, так как с помощью нее можно изменять не только значение угловой скорости, но и ее направление, т.е. вращать двигатель можем в разные стороны. Это достигается благодаря переключению состояния транзисторов, т.е. схема обеспечивает два возможных пути для тока через нагрузку в обоих направлениях. При изменении типа нагрузки заметили, что при активно-индуктивной нагрузке увеличиваются скачки напряжений.
- Мостовая схема с дополнительными двумя транзисторами VT5, VT6.
Эти дополнительные транзисторы работают как ключи для включения/выключения соответствующих транзисторов моста для более гибкого и эффективного управления. При смене активной нагрузки на активно-индуктивную нагрузку изменений не заметили.