



*Национальный исследовательский университет ИТМО
(Университет ИТМО)*

Факультет систем управления и робототехники

Дисциплина: Электронные устройства систем управления
Отчет по лабораторной работе №5.
Вариант 6

Студенты:
Евстигнеев Д.М.
Яшник А.И.
Виноградов С.Д.
Группа: R34423
Преподаватель:
Николаев Н.А.

Санкт-Петербург
2022

Цель работы: ознакомиться с принципами работы широтно-импульсных преобразователей для управления исполнительными элементами автоматических систем.

Выполнение работы:

1) Соберите схему широтно-импульсного преобразователя (Рисунок 1): включите нагрузку (активную, активно-индуктивную) в диагональ транзисторного преобразователя.

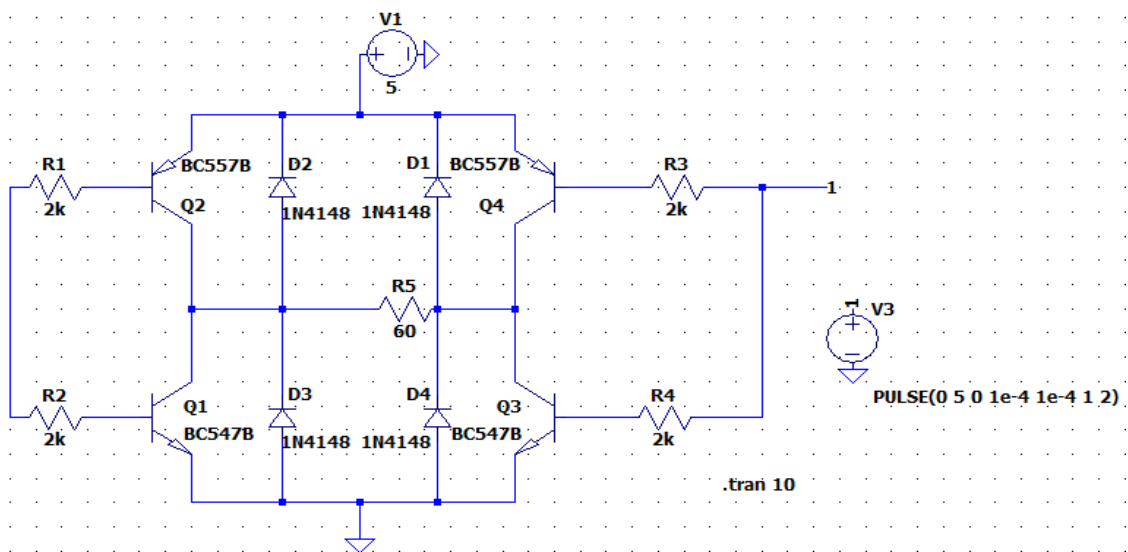


Рисунок 1 - Схема широтно-импульсного преобразователя

Снимем зависимость напряжения на нагрузке от величины и полярности напряжения на входе.

а. Активная нагрузка:

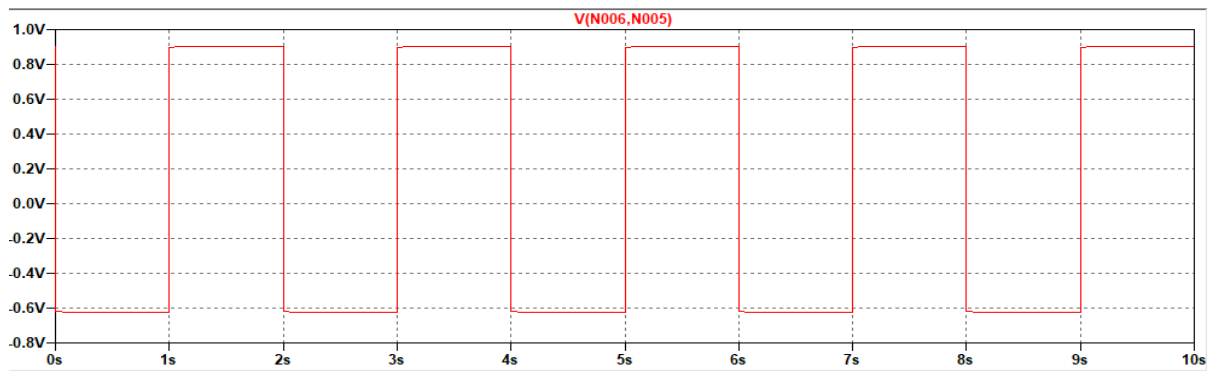


Рисунок 2 - График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 5 \text{ В}$

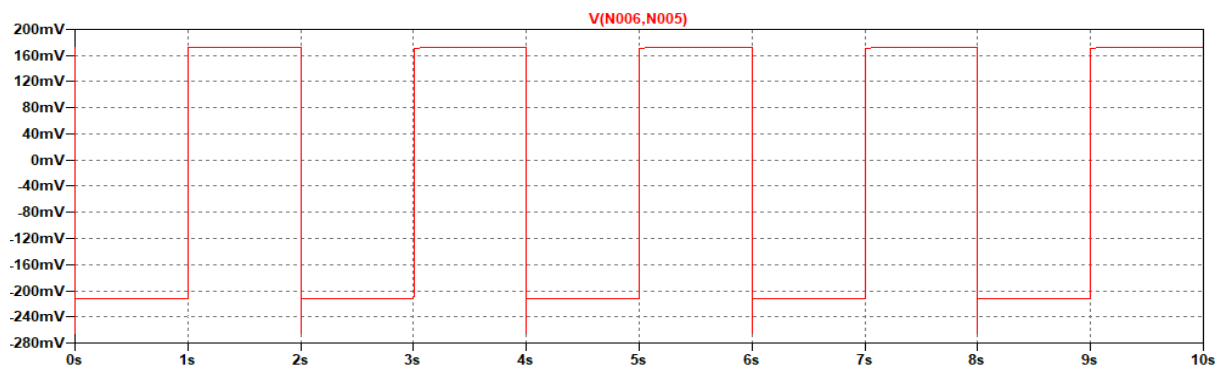


Рисунок 3 - График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 2 \text{ В}$

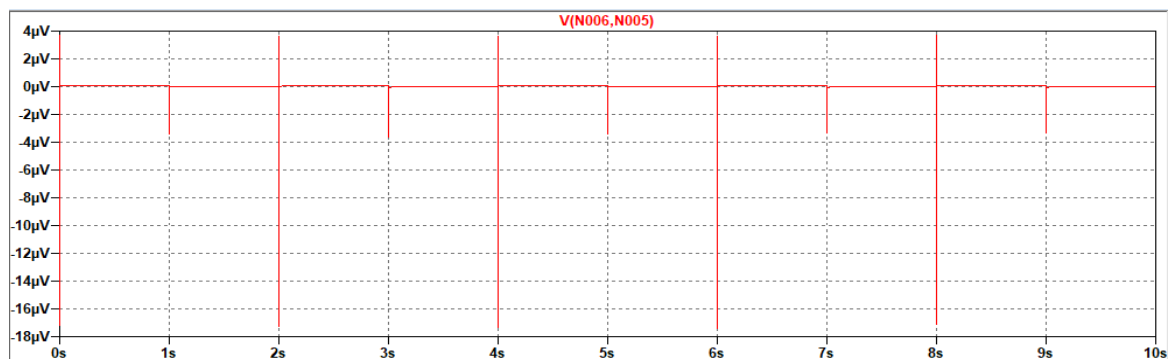


Рисунок 4 - График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 0 \text{ В}$

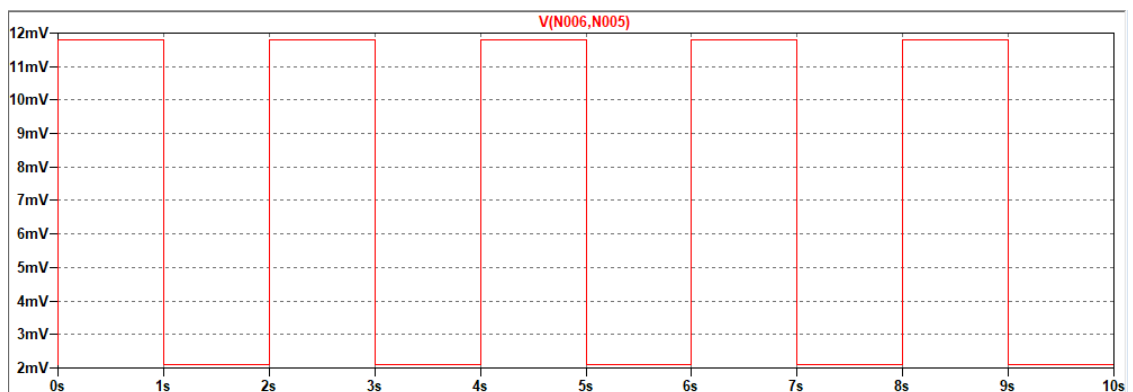


Рисунок 5 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = -5 \text{ В}$

b. Активно-индуктивная нагрузка:

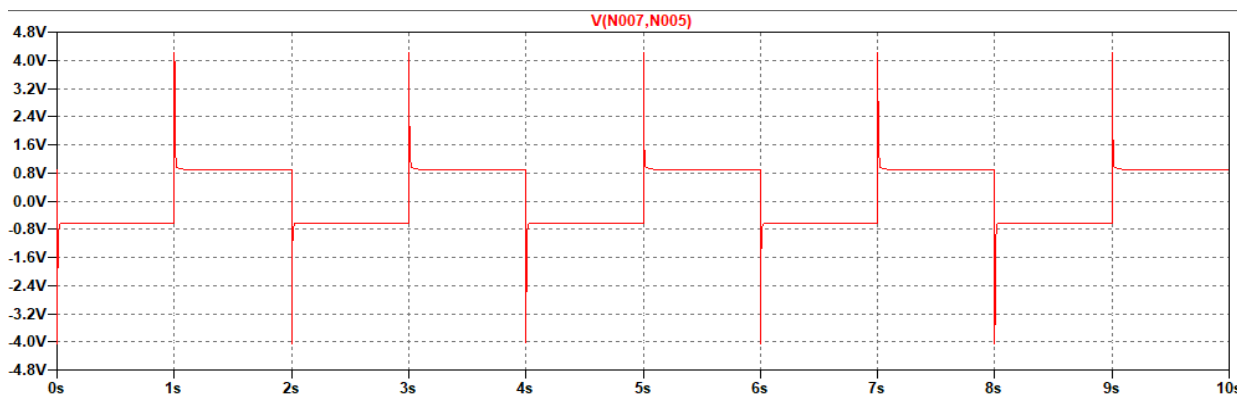


Рисунок 6 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 5$
В

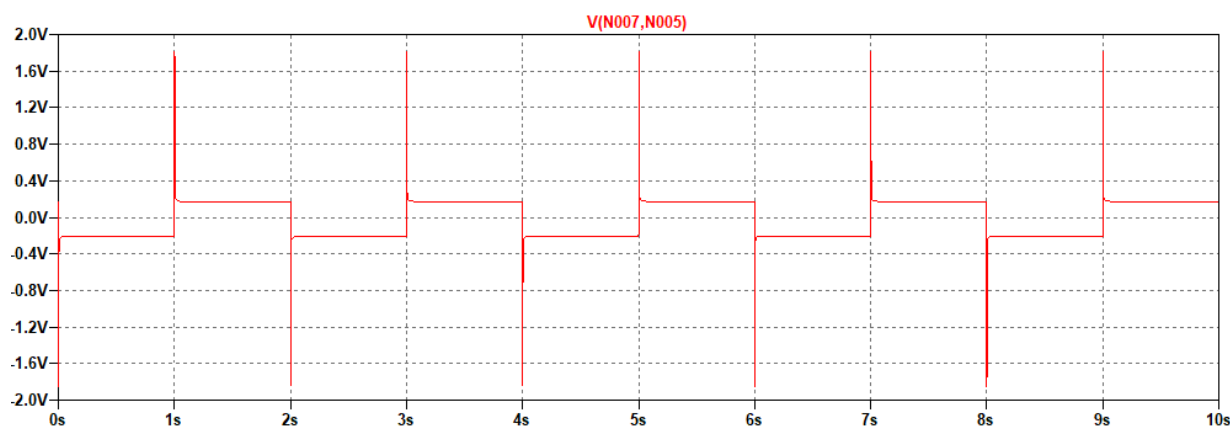


Рисунок 7 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 2$
В

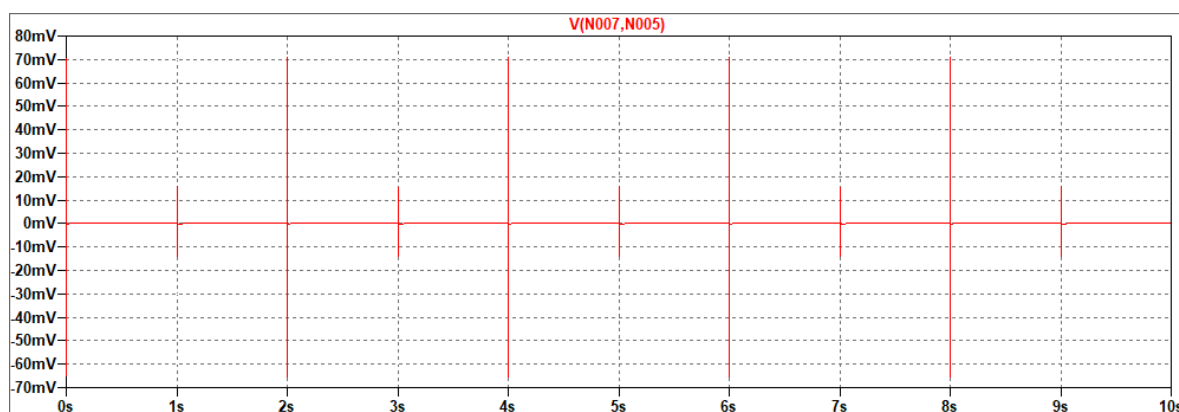


Рисунок 8 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 0$
В

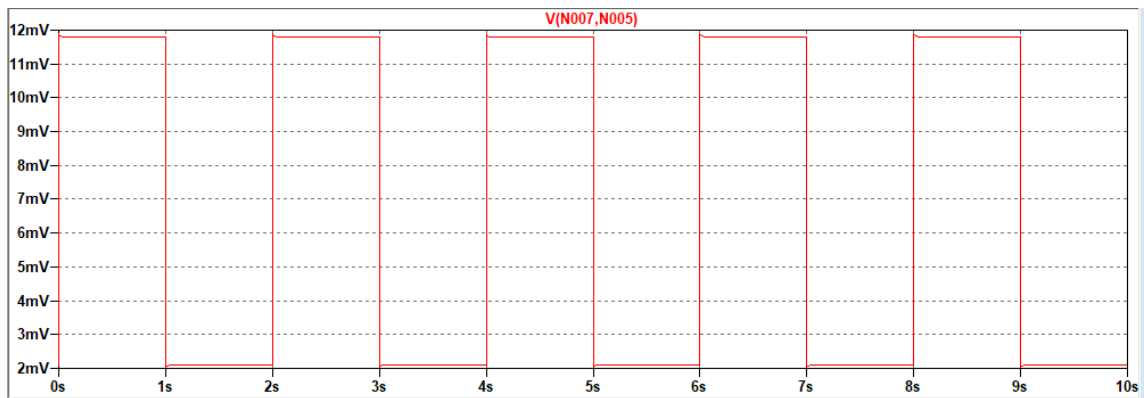


Рисунок 9 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = -5$ В

2) Заменим транзисторы комплиментарной парой и рассчитаем значения сопротивлений резисторов R1, R2, R3, R4, Rn.

№ варианта	6
$U_{BX}, В$	+3; -6
Транзисторы	2N5401/2N5550

$$U_p = 5 В, U_{кэ} = 0.6 В, h_{21} = 60$$

$$I_k = \frac{U_p - 2 * U_{кэ}}{R_n} = \frac{5 - 2 * 0.2}{60} = 0.063 А$$

$$I_6 = \frac{I_k}{h_{21}} = \frac{0.063}{60} = 0.00105 А$$

Для ключевого режима возьмем следующее соотношение:

$$I_{6и} = 2 * 0.0013 = 0.0021 А$$

$$R_i = \frac{U_p - U_{6э}}{I_{6и}} = \frac{5 - 0.7}{0.0021} \approx 2048 Ом$$

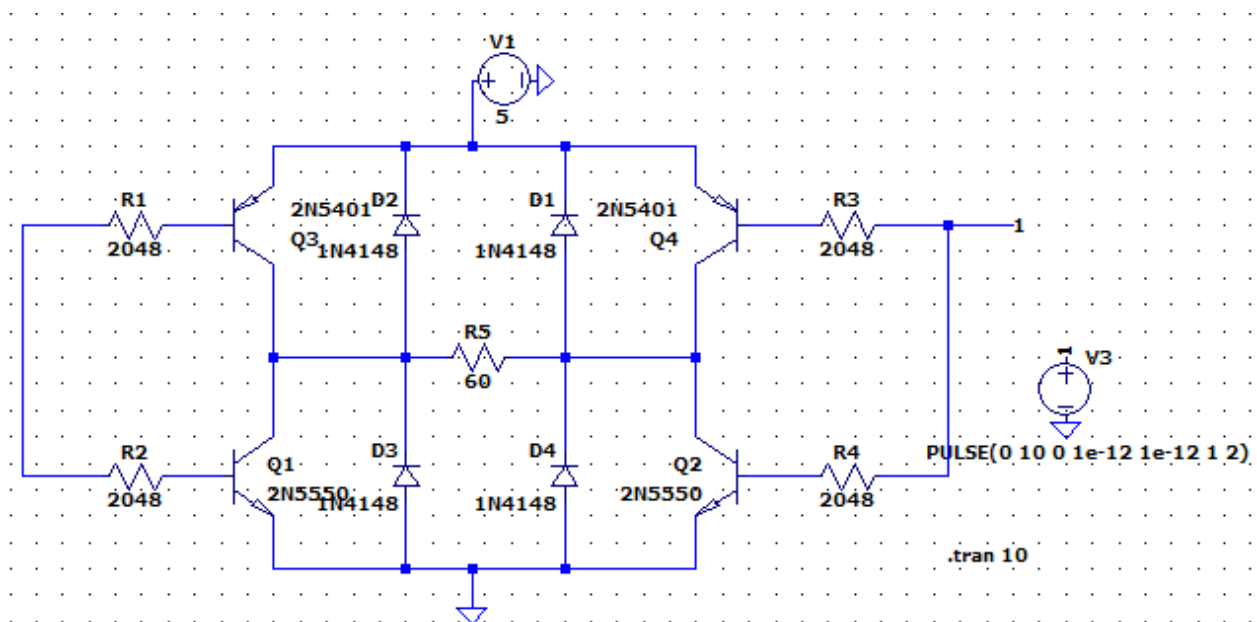


Рисунок 10 Схема широтно-импульсного преобразователя

а. Активная нагрузка

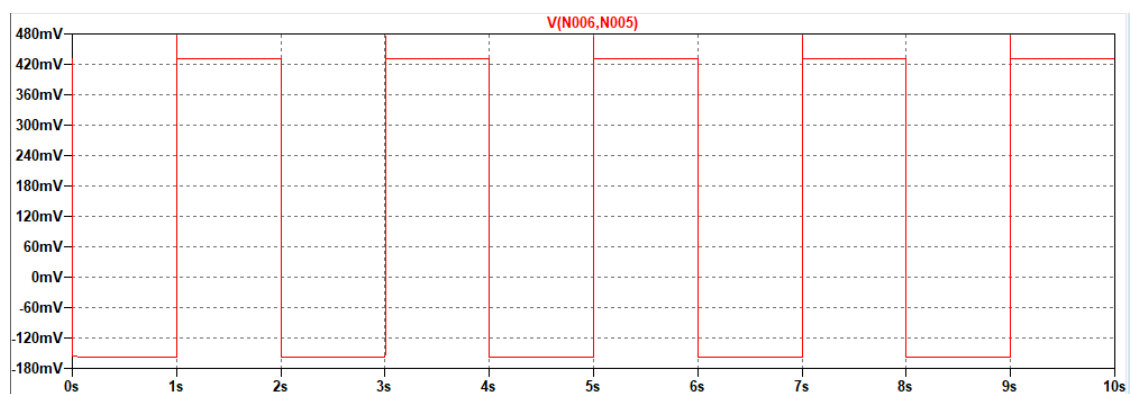


Рисунок 11 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 3 \text{ В}$

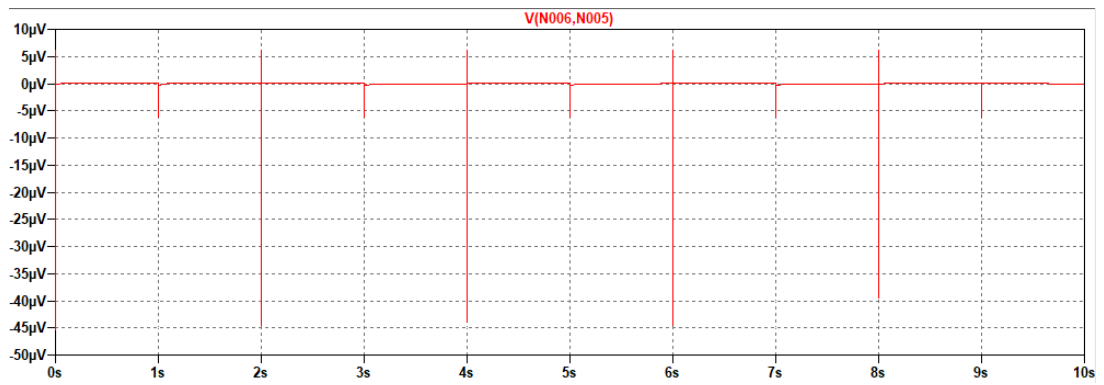


Рисунок 12 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 0 \text{ В}$

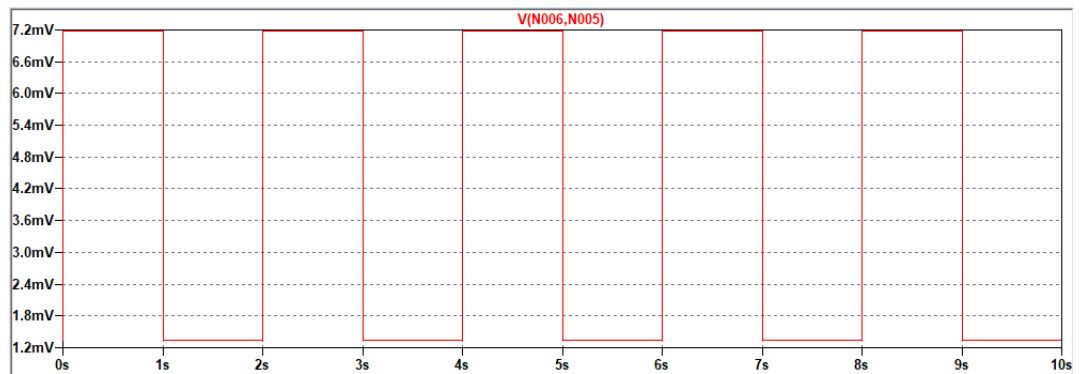


Рисунок 13 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = -6 \text{ В}$

b. Активно-индуктивная нагрузка

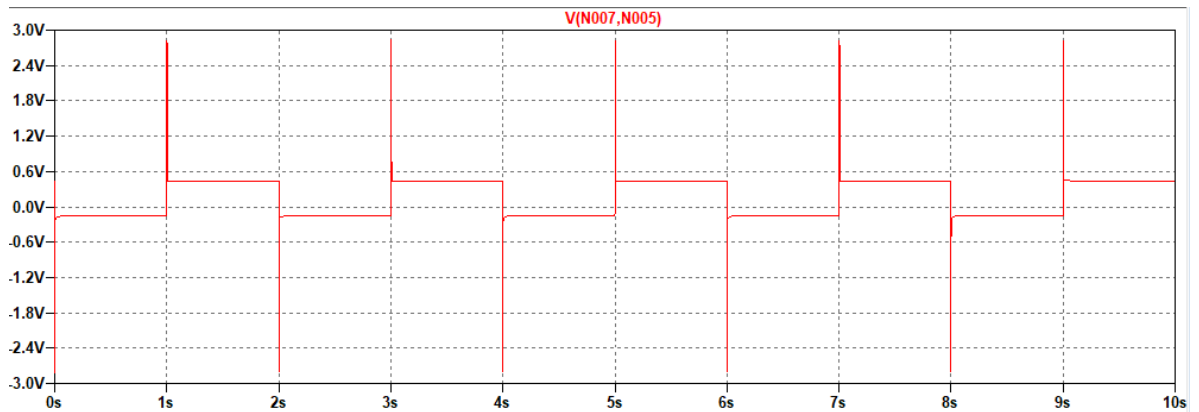


Рисунок 14 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 3 \text{ В}$

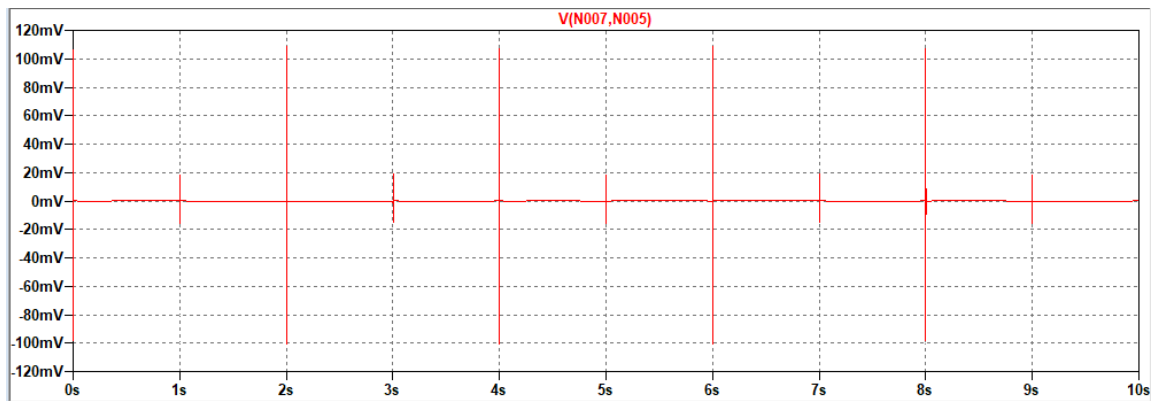


Рисунок 15 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 0\text{ В}$

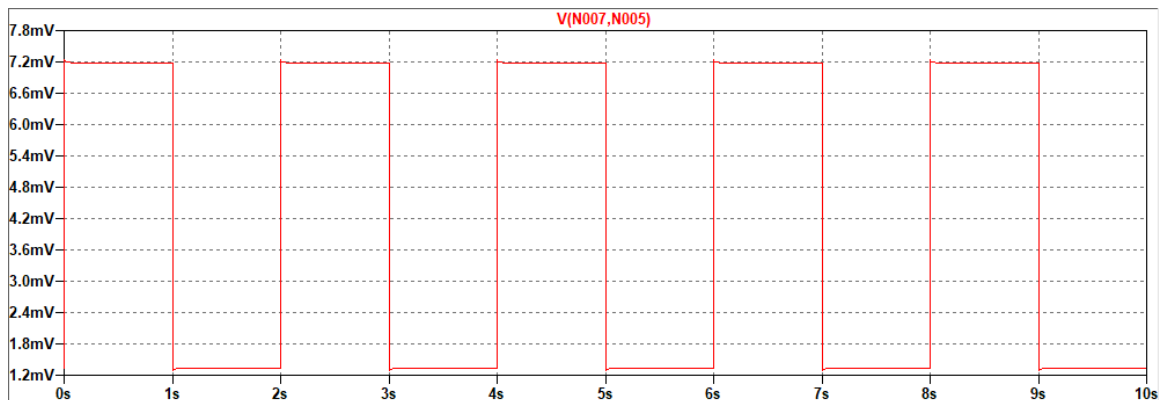


Рисунок 16 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = -6\text{ В}$

3) Соберем классическую схему управления мотором постоянного тока с помощью моста из мощных транзисторов, в диагональ которой включена нагрузка.

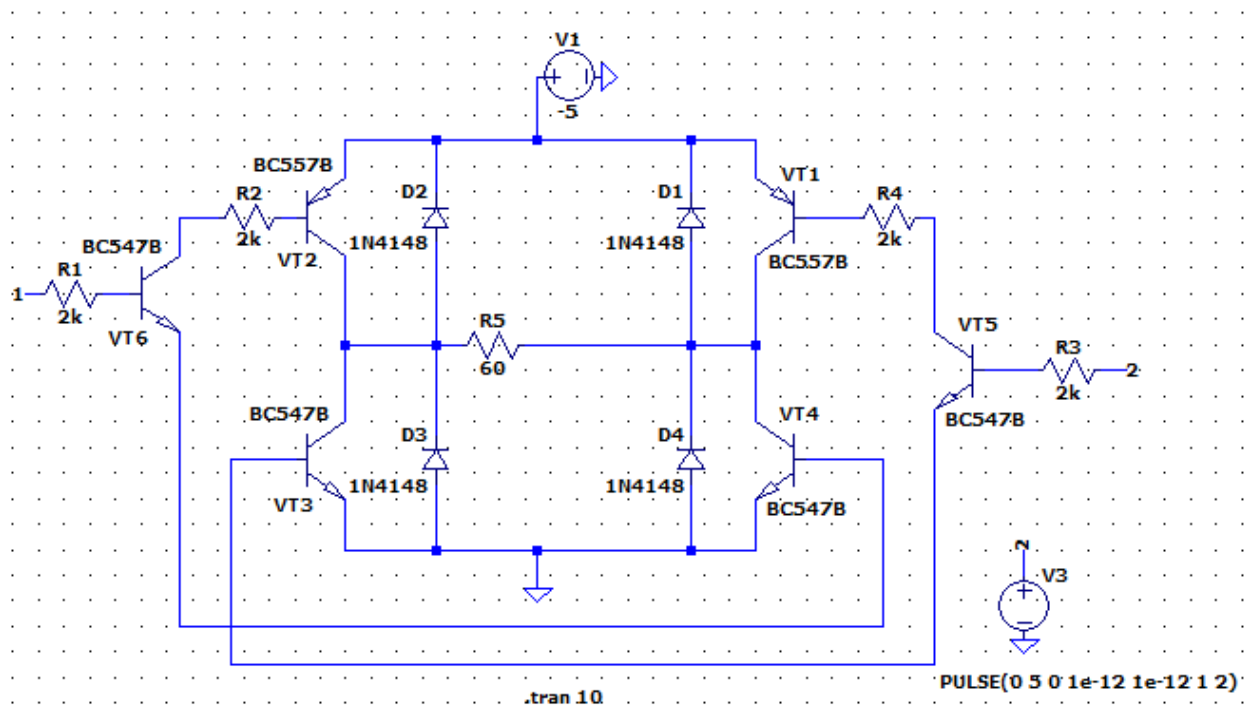


Рисунок 17 Схема широтно-импульсного преобразователя с мостом

Снимем зависимость напряжения на нагрузке от величины и полярности напряжения на входе.

а. Активная нагрузка

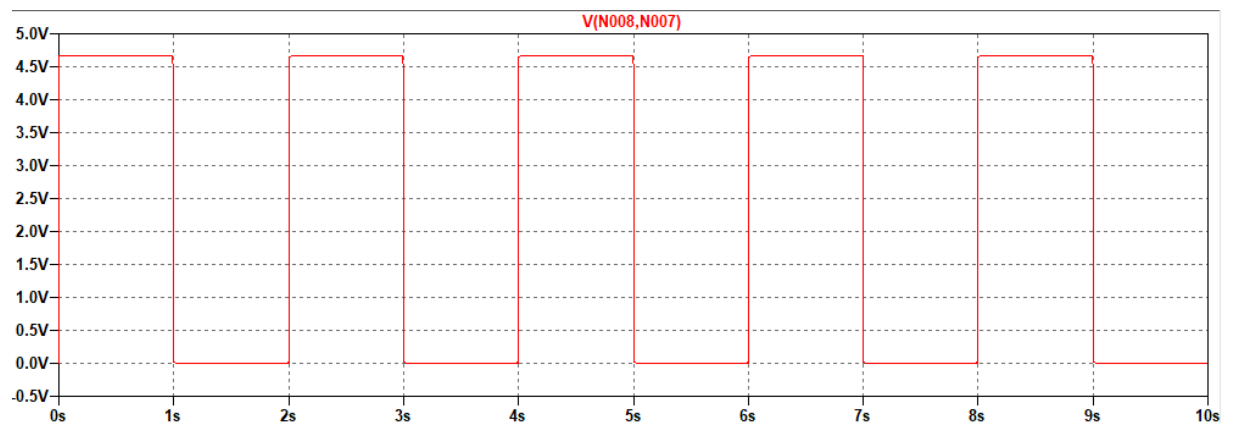


Рисунок 18 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 5 \text{ В}$

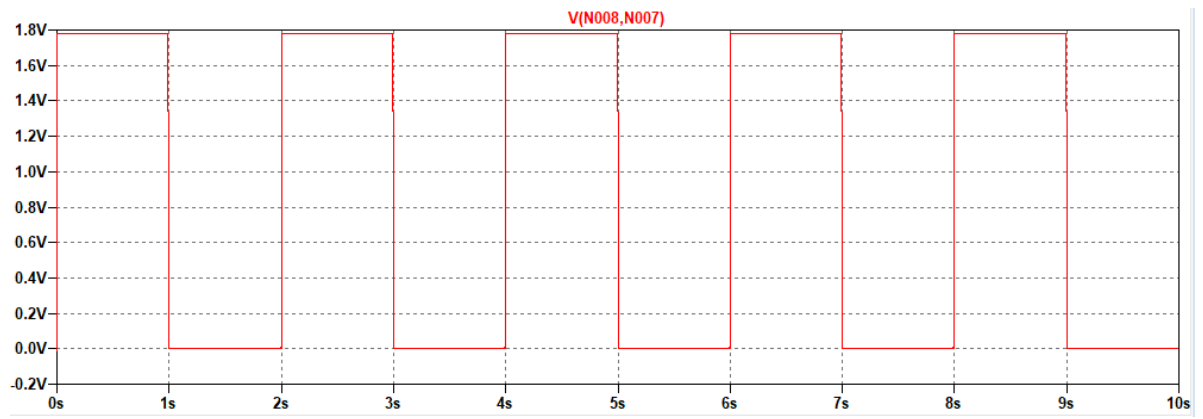


Рисунок 19 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 2 \text{ В}$

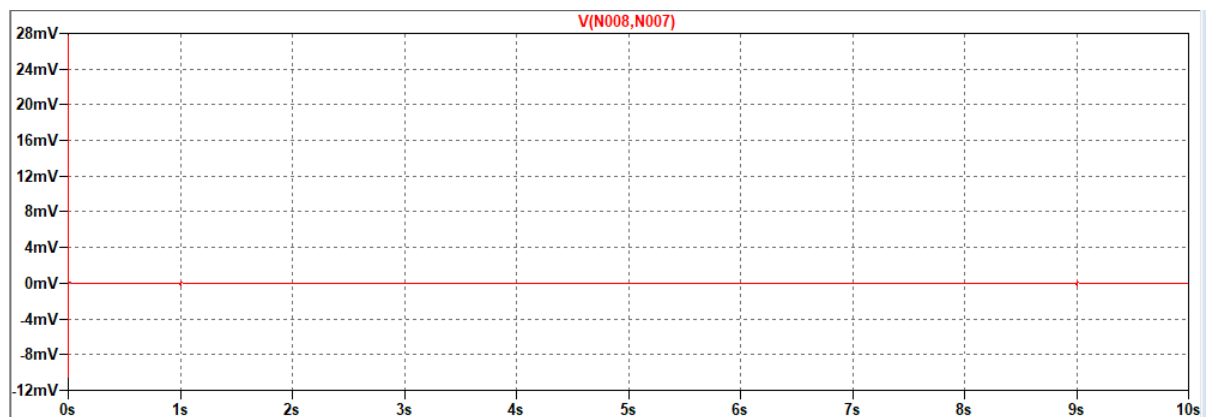


Рисунок 20 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 0 \text{ В}$

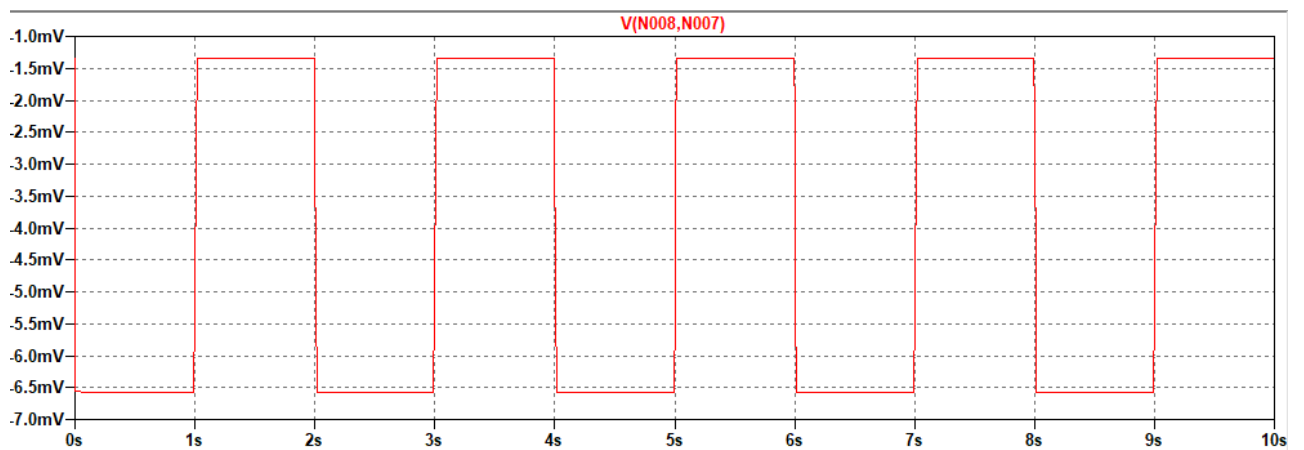


Рисунок 21 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = -5 \text{ В}$

б. Активно-индуктивная нагрузка

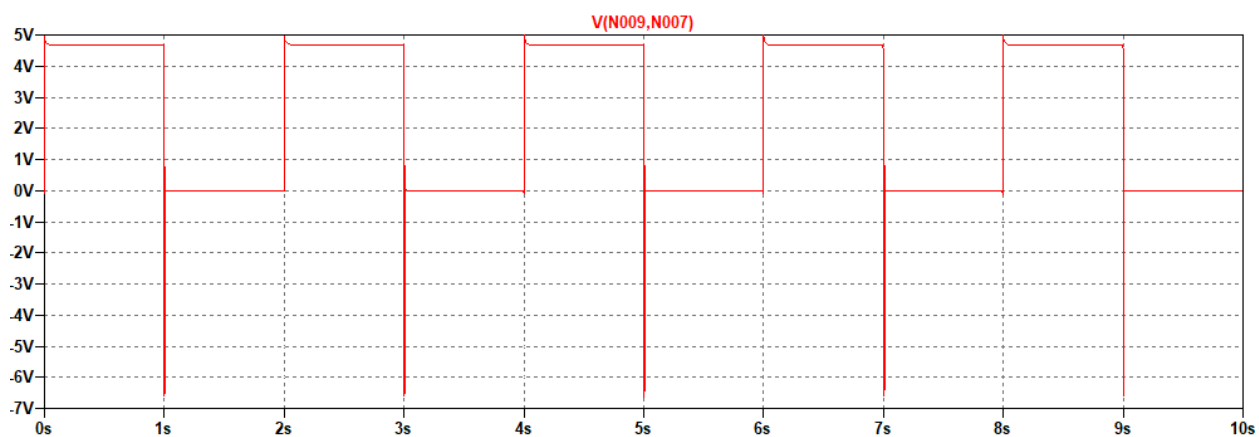


Рисунок 22 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 5\text{ В}$

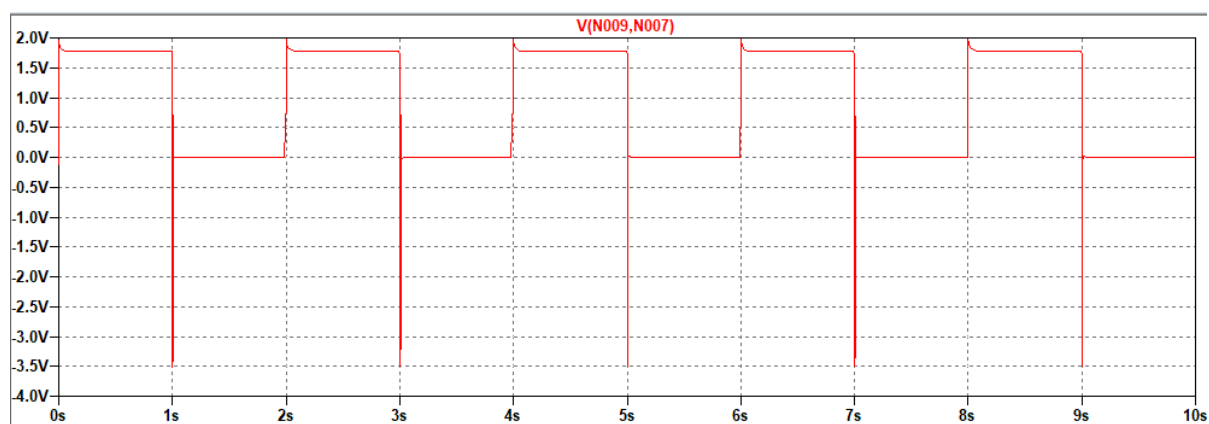


Рисунок 23 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 2\text{ В}$

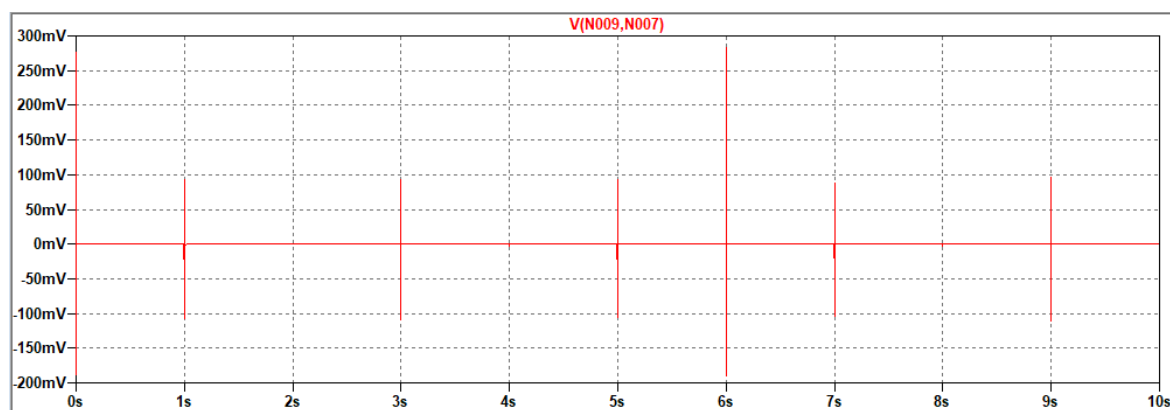


Рисунок 24 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 0\text{ В}$

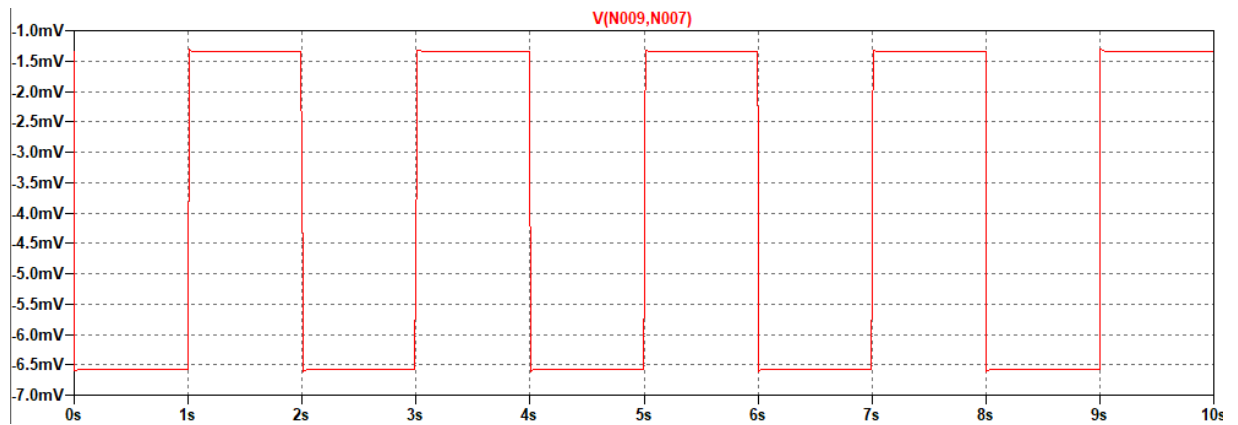


Рисунок 25 - График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = -5 \text{ В}$

4) Заменим транзисторы комплиментарной парой рассчитаем значения сопротивлений резисторов R1, R2, R3, R4, Rn.

№ варианта	6
$U_{BX}, \text{ В}$	+3; -6
Транзисторы	2N5401/2N5550

$$U_p = 5 \text{ В}, U_{кэ} = 0.6 \text{ В}, h_{21} = 60$$

$$I_k = \frac{U_p - 2 * U_{кэ}}{R_n} = \frac{5 - 2 * 0.2}{60} = 0.063 \text{ А}$$

$$I_6 = \frac{I_k}{h_{21}} = \frac{0.063}{60} = 0.00105 \text{ А}$$

Для ключевого режима возьмем следующее соотношение:

$$I_{6и} = 2 * 0.0013 = 0.0021 \text{ А}$$

$$R_2 = \frac{U_p - 2 * U_{6э} - U_{кэ}}{I_{6и}} = \frac{5 - 2 * 0.6 - 0.6}{0.0021} \approx 1524 \text{ Ом}$$

$$I_{61} = \frac{I_6}{h_{21}} = \frac{0.00105}{60} = 0.0000175 \text{ А}$$

$$R_1 = \frac{U_p}{I_{61}} = \frac{5}{0.0000175} \approx 285714 \text{ Ом}$$

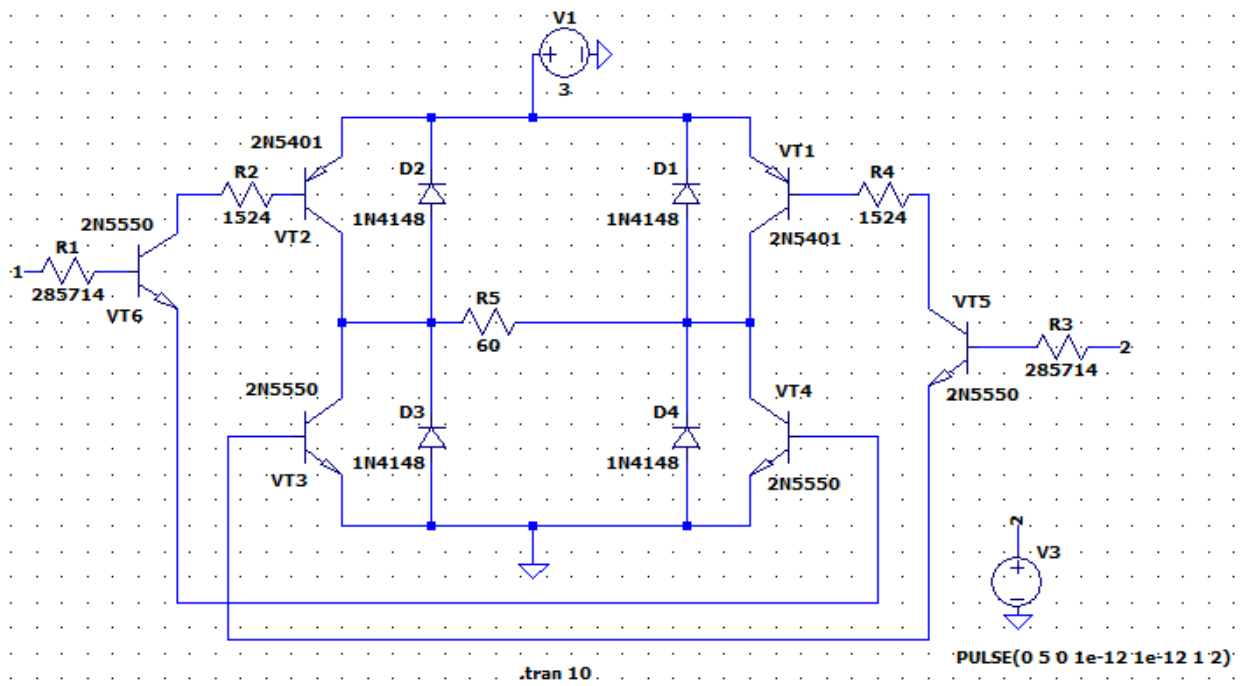


Рисунок 26 Схема широтно-импульсного преобразователя с мостом

а. Активная нагрузка

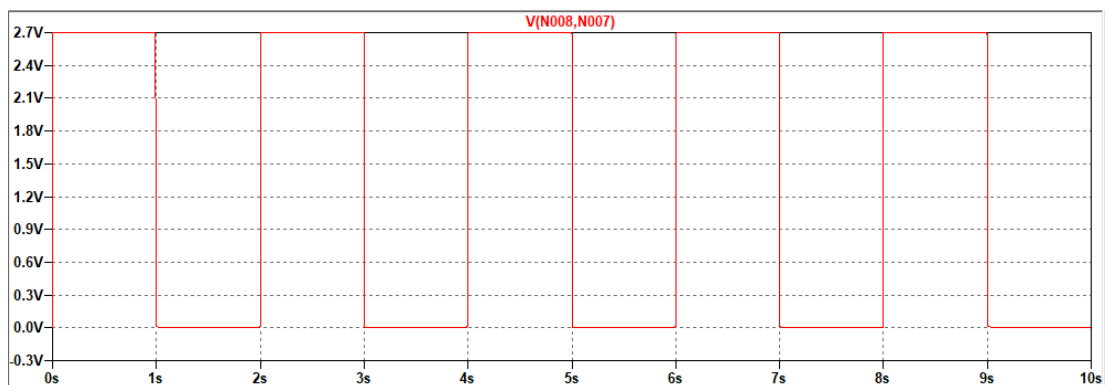


Рисунок 27 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 3 \text{ В}$

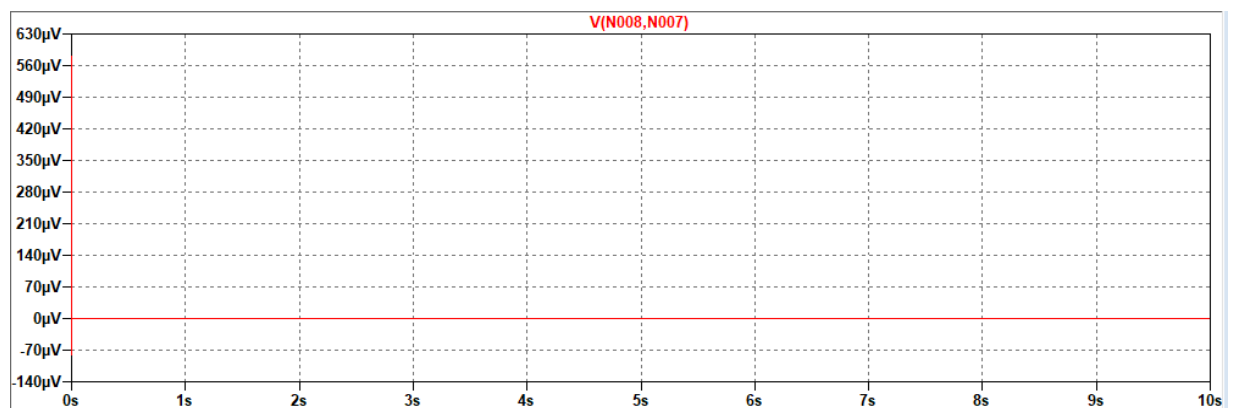


Рисунок 28 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = 0 \text{ В}$

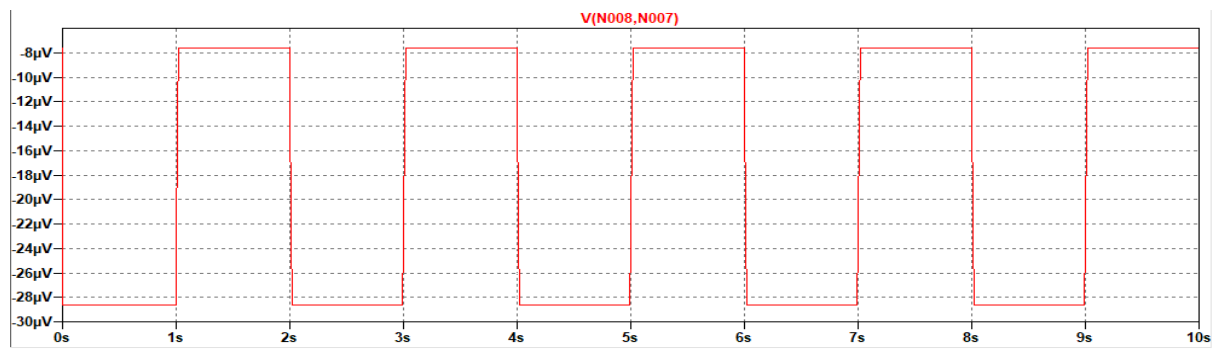


Рисунок 29 График напряжения на активной нагрузке при $U_n = -6\text{ В}$

б. Активно-индуктивная нагрузка

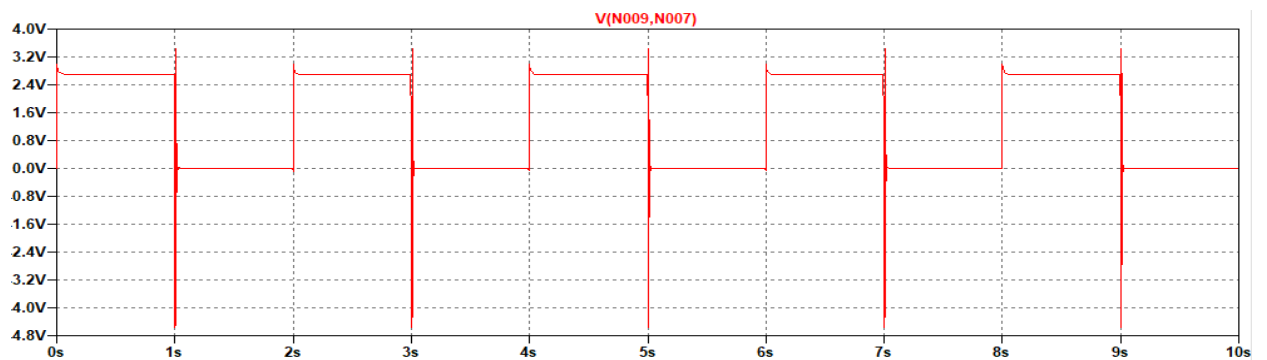


Рисунок 30 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 3\text{ В}$

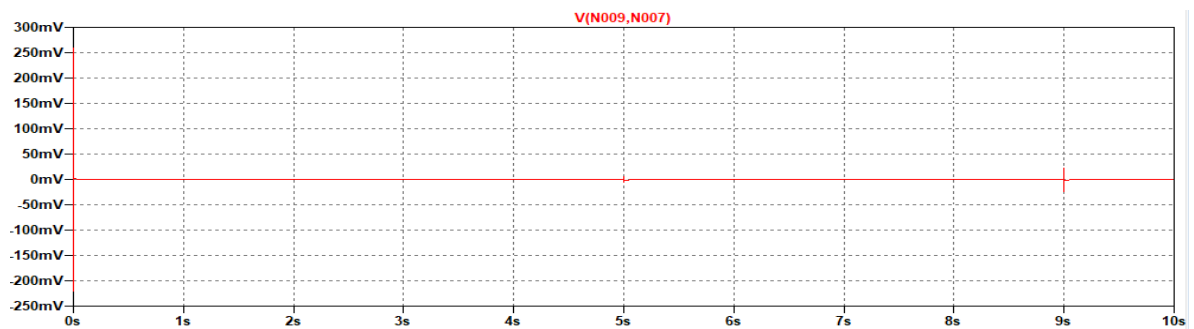


Рисунок 31 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = 0\text{ В}$

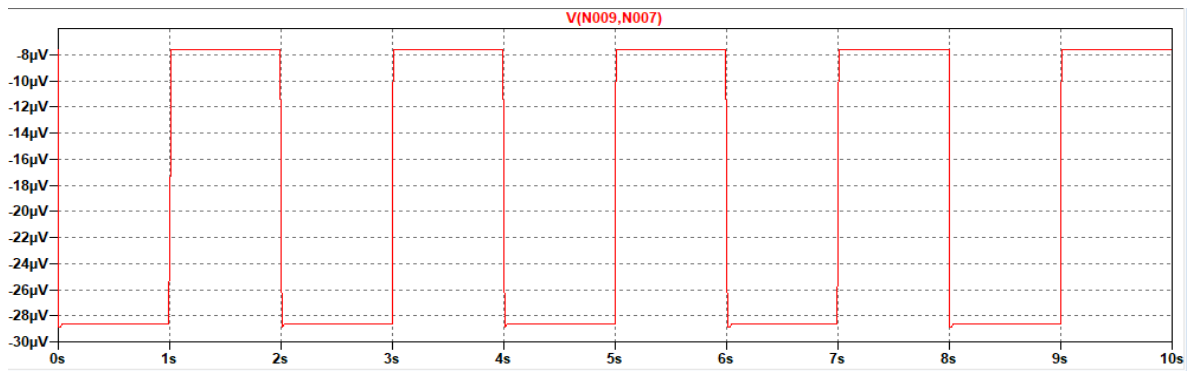


Рисунок 32 График напряжения на активно-индуктивной нагрузке при $U_n = -6\text{ В}$

Вывод:

В данной лабораторной работе мы познакомились со схемой и принципами работы широтно-импульсного преобразователя. Были построены схемы ШИМ и рассчитаны их элементы, их работы была продемонстрирована графиками напряжения на активной и активно-индуктивной нагрузке при различных значениях входного напряжения.