



Электронные устройства систем управления

Лабораторная работа №2

«Стабилизаторы напряжения»

Вариант №4

Выполнили:
Мовчан И.Е.
Тенишев А.Н.

Проверил:
Козачёк О.А.

Санкт-Петербург, 2025

Оглавление

Цель работы.....	3
Задание 1.....	3
Задание 2.....	8
Задание 3.....	12
Вывод.....	18

Цель работы:

Исследование и сравнение характеристик различных схемных решений стабилизаторов на дискретных элементах и стабилизатора в интегральном исполнении.

Вариант №4

$$I_{\text{вых(max)}} = 10 \text{mA}$$

$$V_{\text{вых}} = 7,5 \text{V}$$

$$R_H = 4000 \text{ Ом}$$

$$V_{\text{bx}} = 15 \text{ V}$$

Задание №1 / Параметрический стабилизатор

$$R = \frac{V_{in}}{1.1 * I_{out(max)}} = \frac{15}{1.1 * 10^{-2}} \approx 1364 \text{ Ом}$$

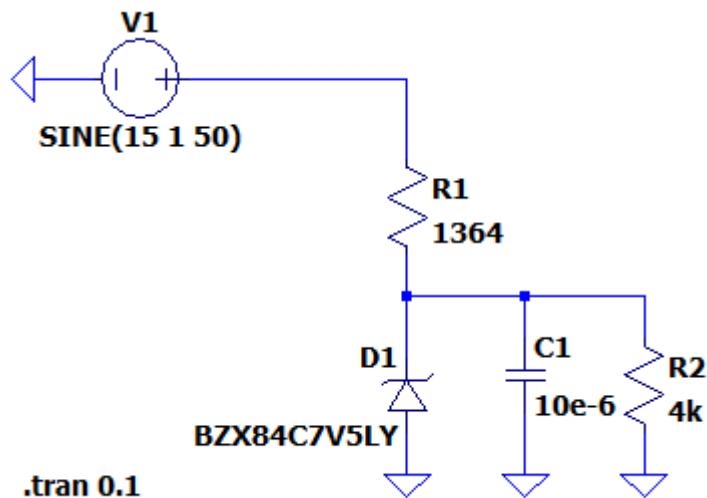


Рис 1.1. Схема параметрического стабилизатора

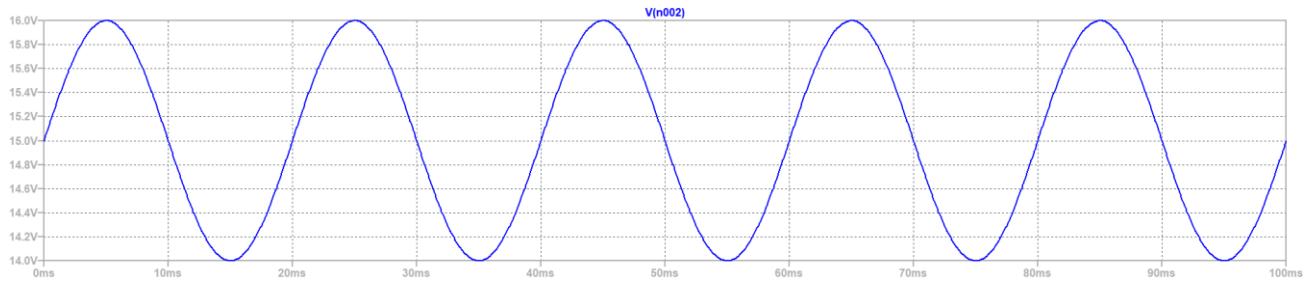


Рис 1.2. График входного напряжения

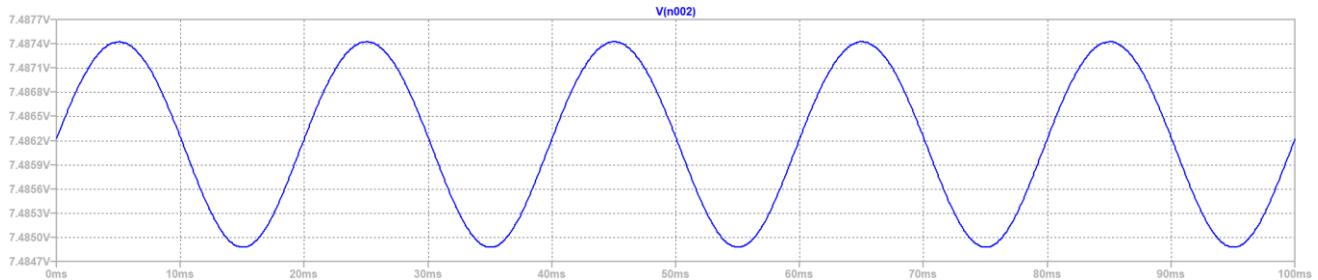


Рис 1.3. График выходного напряжения

Рассчитаем коэффициент стабилизации:

$$k_{st} = \frac{\Delta U_{вх}}{U_{вх}} : \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}} = \frac{2}{15} : \frac{0.003368}{7.4832} \approx 296$$

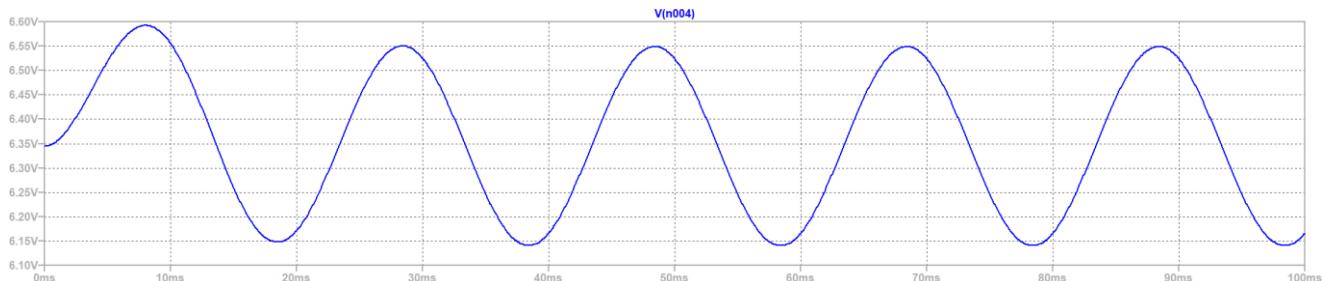


Рис 1.4. График R = 1k

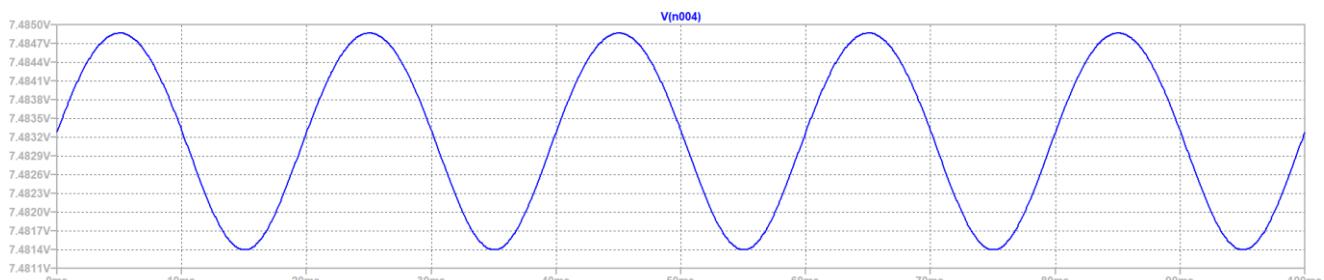


Рис 1.5. График R = 4k

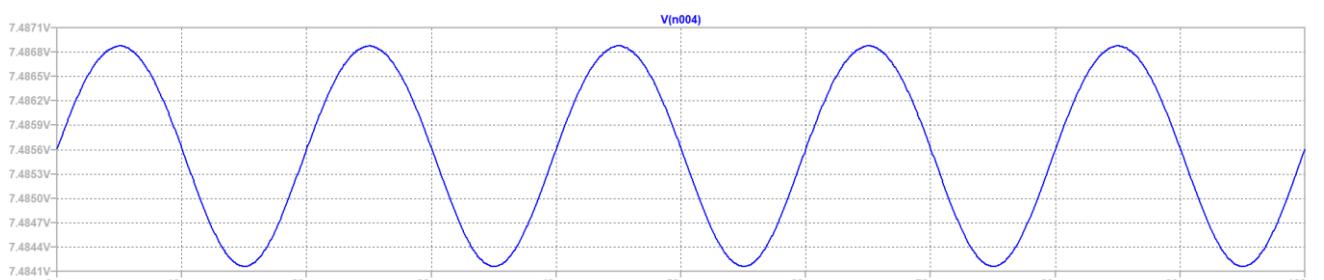


Рис 1.6. График R = 10k

При $R = 1k$, напряжение немного меньше, чем при $R = 10k$. Из-за более высоких потерь в диоде и резисторах из-за большего тока.

Задание №1 / Скачкообразное изменение сопротивления нагрузки

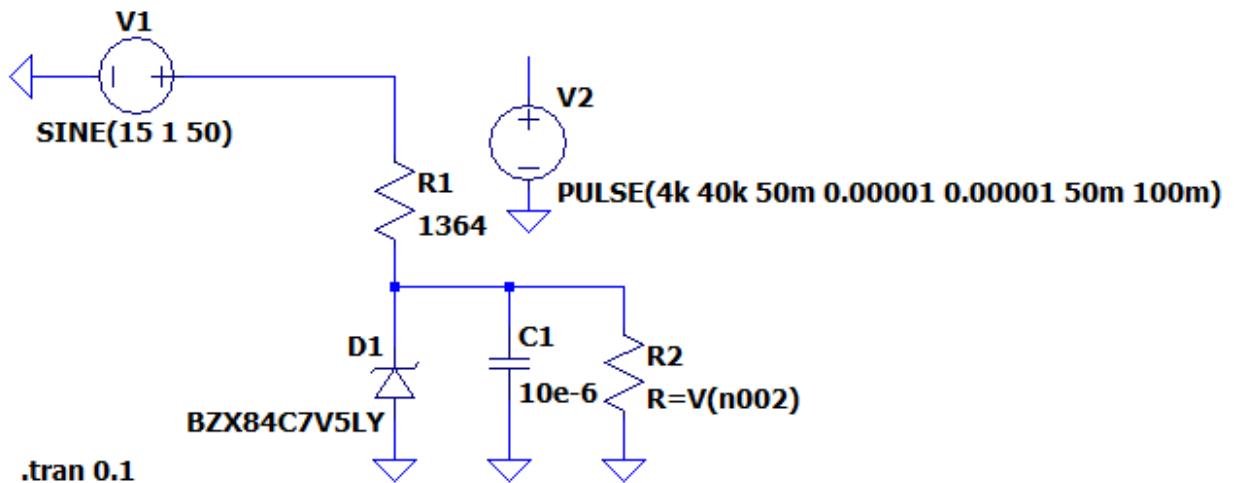


Рис. 1.7. Схема для скачкообразного изменения сопротивления

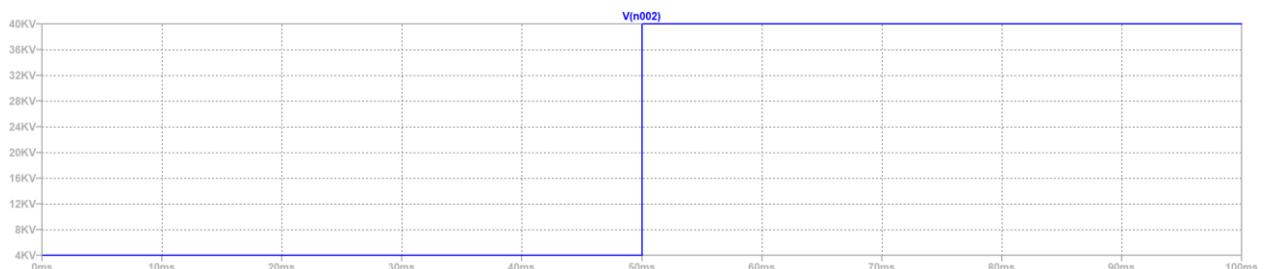


Рис 1.8. Входное напряжение

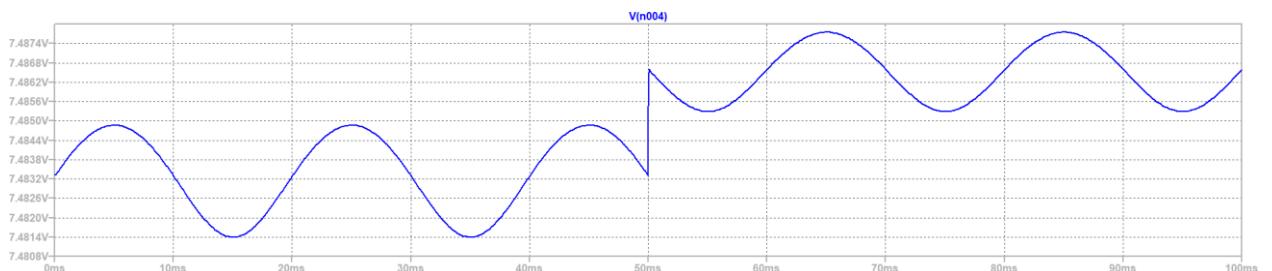


Рис 1.9. Выходное напряжение

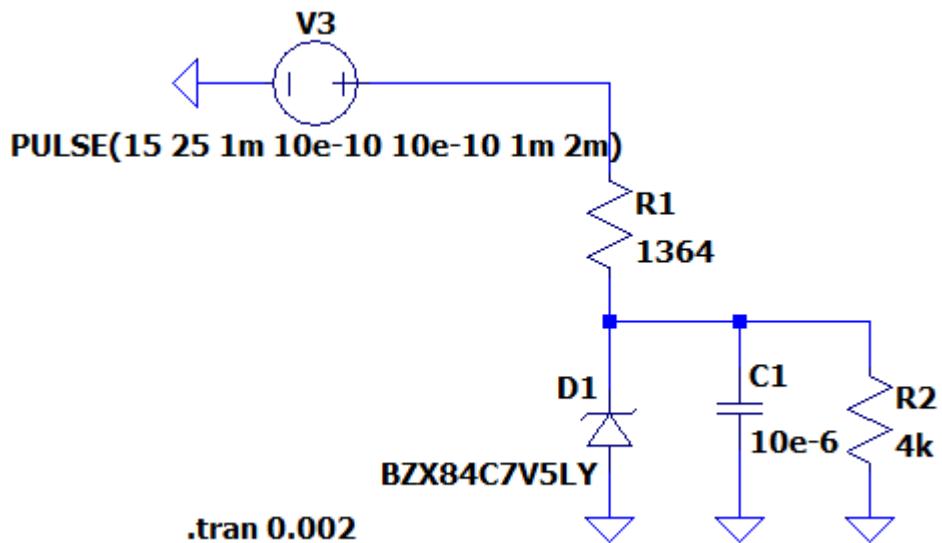


Рис. 1.10. Скачкообразное изменение напряжения

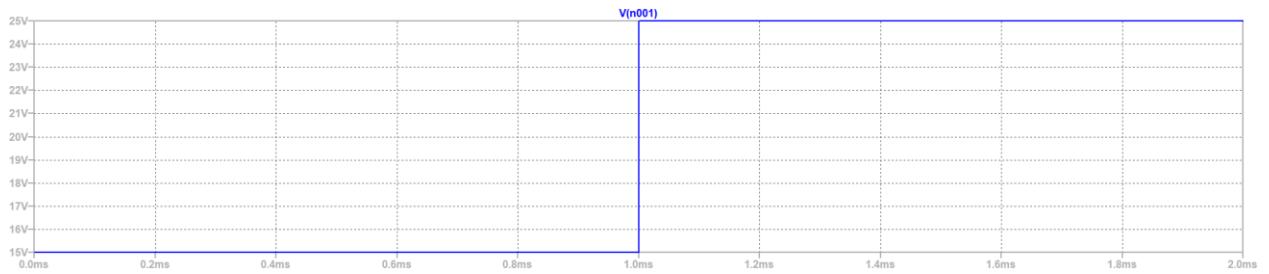


Рис. 1.11. Входное напряжение

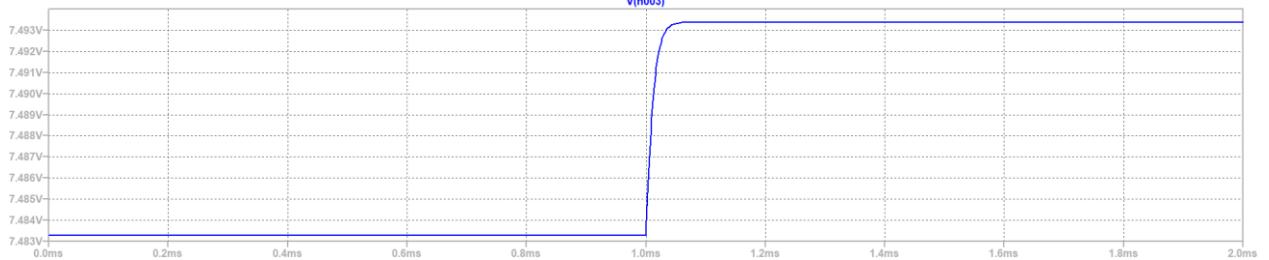


Рис. 1.12. Активная нагрузка

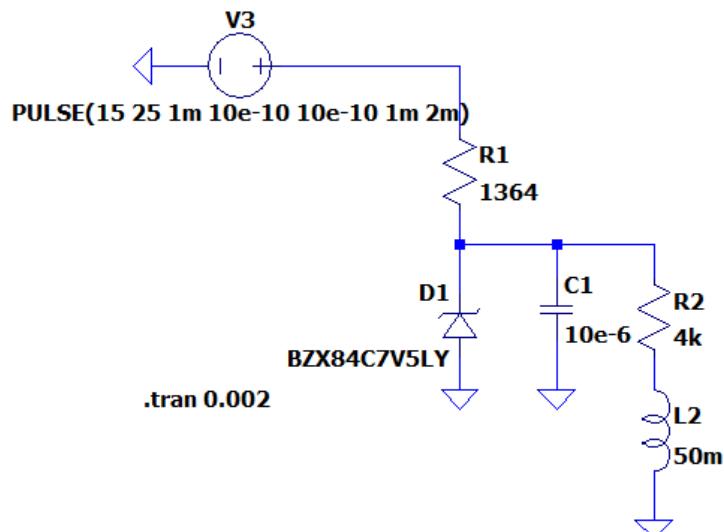


Рис. 1.13. Схема активно-индуктивное напряжения

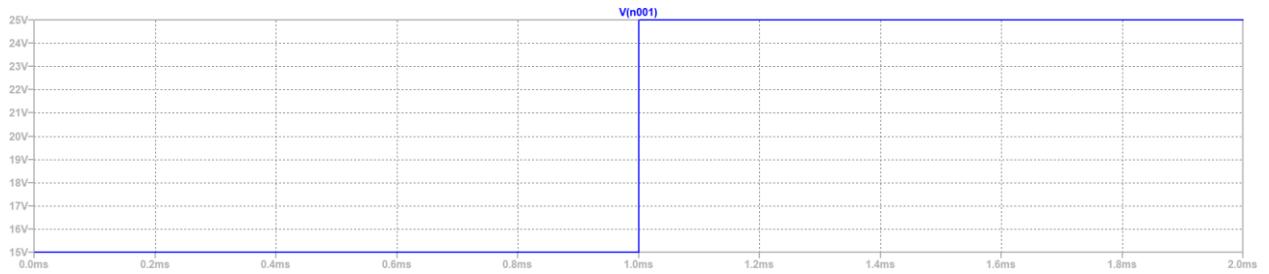


Рис. 1.14. Входное напряжение

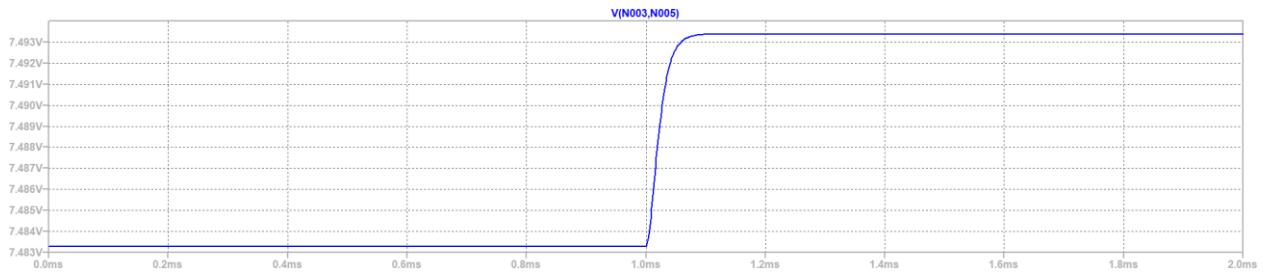


Рис. 1.15. Активно-индуктивная нагрузка

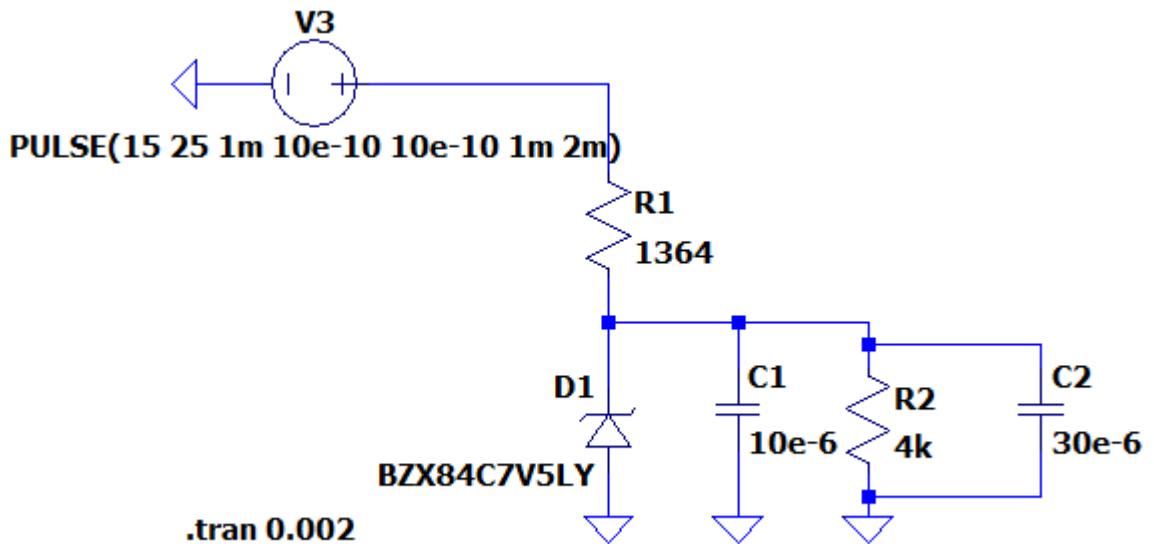


Рис. 1.16. Схема активно-ёмкостное напряжение

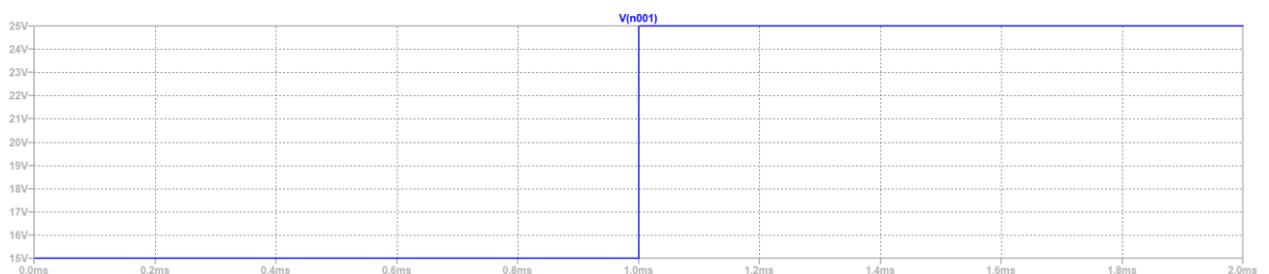


Рис. 1.17. Входное напряжение

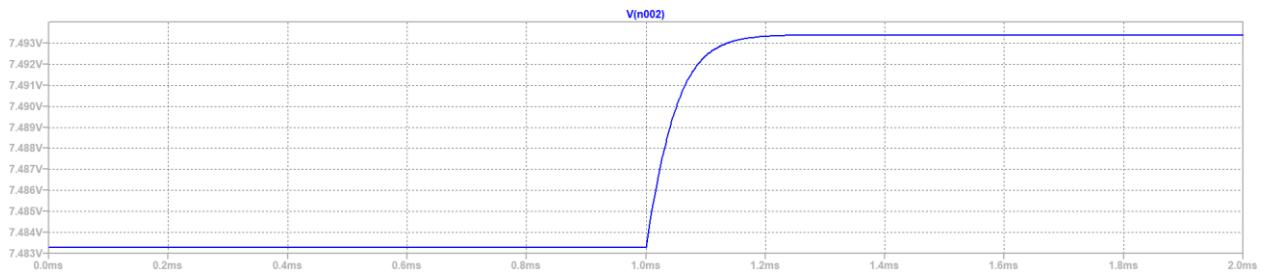


Рис. 1.18. Активно-ёмкостная нагрузка

Активно-индуктивная нагрузка с индуктивностью 50 мГн близка к активной нагрузке. При этом активно-емкостная нагрузка с емкостью 30 мкФ добавляет сильное сглаживание.

Задание №2 / Однотранзисторный последовательный линейный стабилизатор

$$R = \frac{V_{in} * h_{FE(min)}}{1.1 * I_{out(max)}} = \frac{15 * 25}{1.1 * 0.5} \approx 682 \text{ Ом}$$

$$V_z = 7.5 + 0.6 = 8.1$$

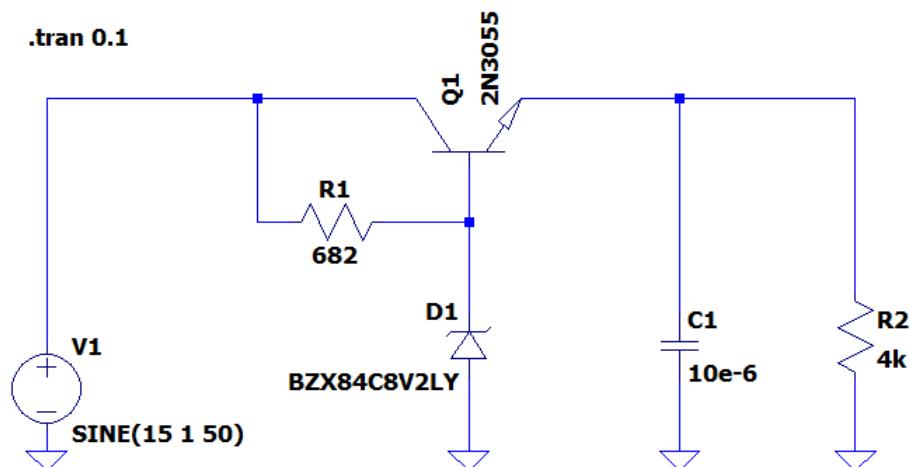


Рис 2.1 Схема однотранзисторного последовательного линейного стабилизатора

Такого напряжения нет, поэтому получилось чуть больше по среднему (7.5) на графике выходного

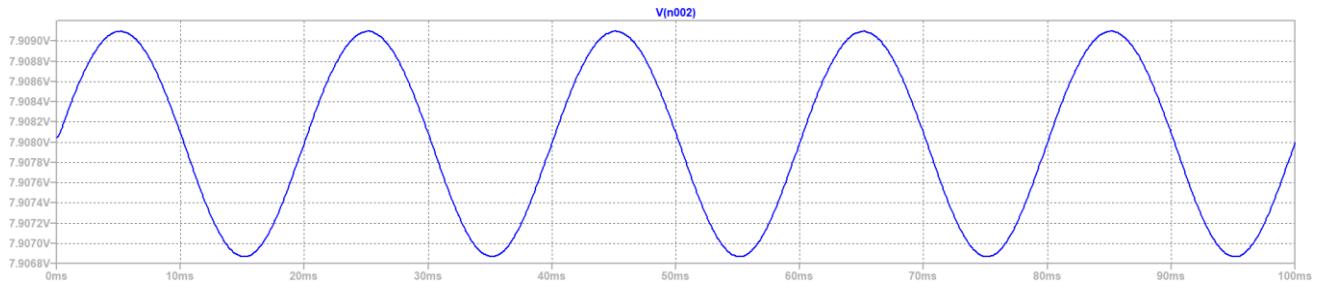


Рис 2.2. Выходное напряжение

$$k_{st} = \frac{\Delta U_{\text{ВХ}}}{U_{\text{ВХ}}} : \frac{\Delta U_{\text{вых}}}{U_{\text{вых}}} = \frac{2}{15} : \frac{0,002}{7,908} \approx 527$$

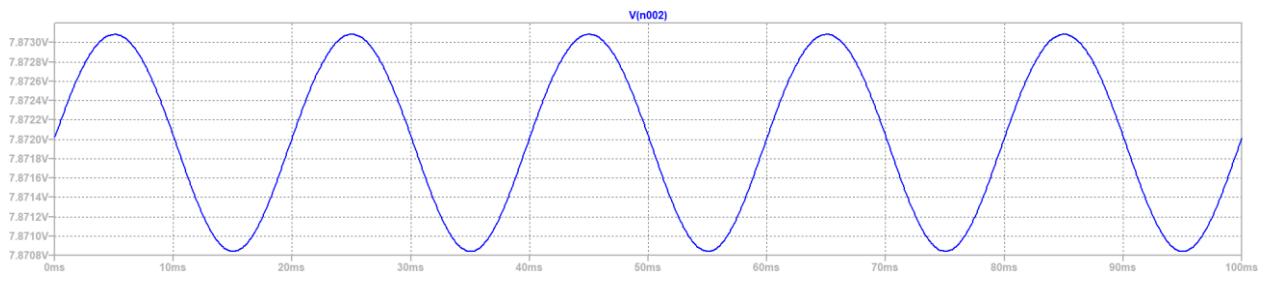


Рис 2.3. График R=1k

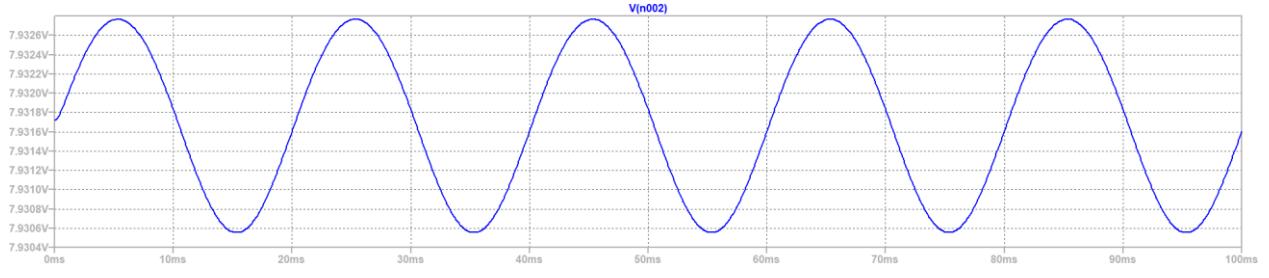


Рис 2.4. График R=10k

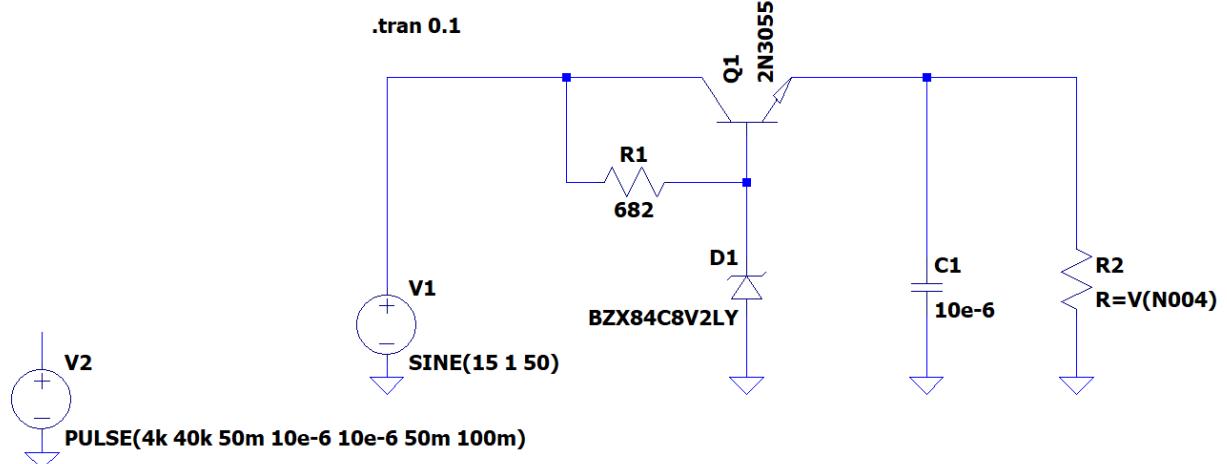


Рис 2.5. Схема с скачкообразным сопротивлением

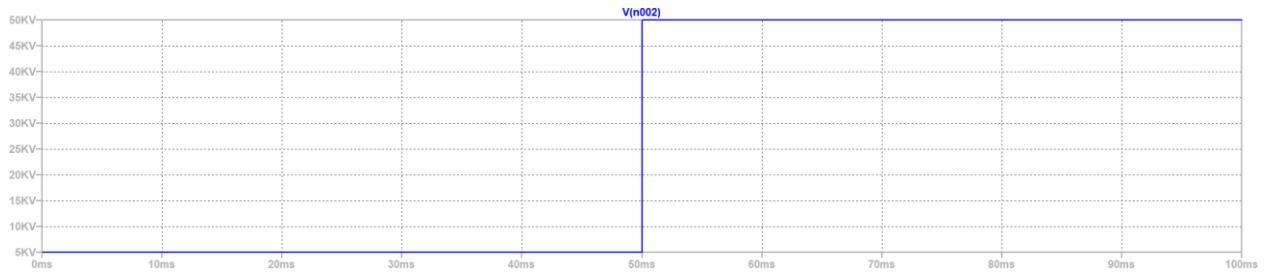


Рис 2.6. Входное напряжение

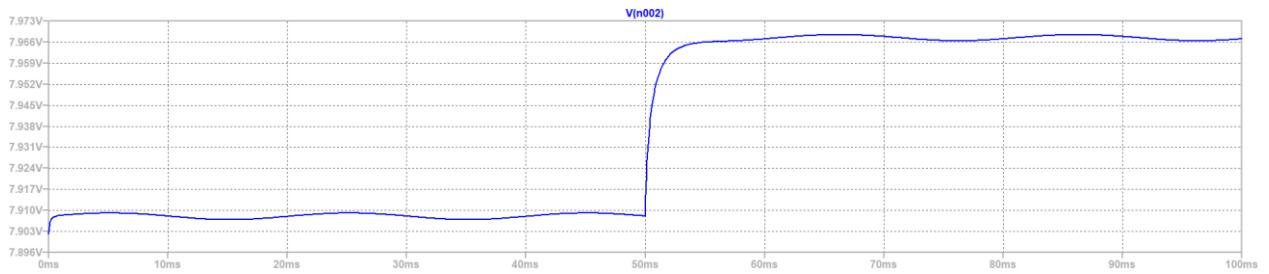


Рис 2.7. Выходное напряжение

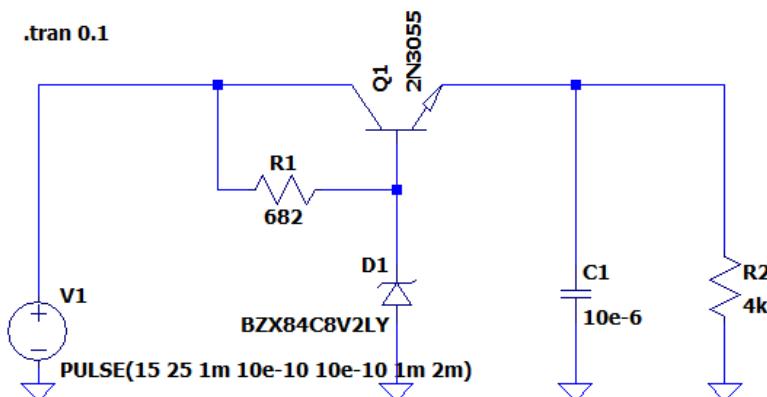


Рис 2.8. Схема с скачкообразным напряжением

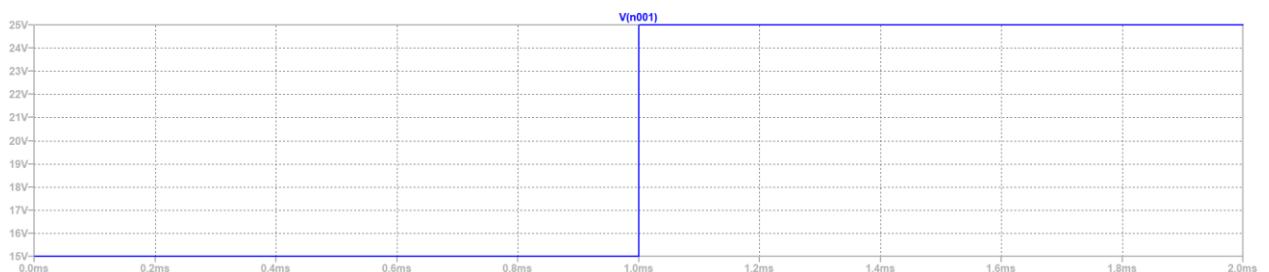


Рис 2.9. Активное сопротивление входное напряжение

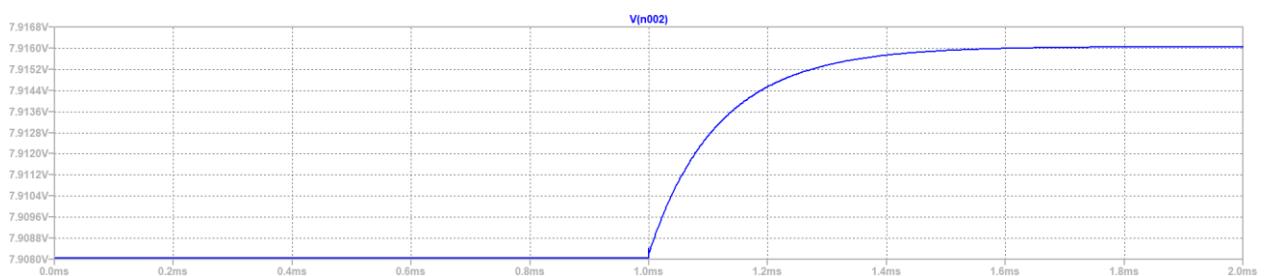


Рис 2.10. Активное сопротивление выходное напряжение

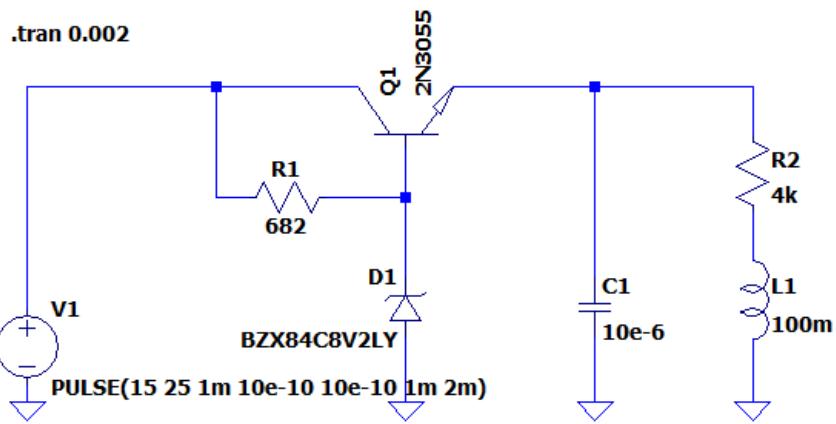


Рис 2.11. Схема активно-индуктивное напряжение

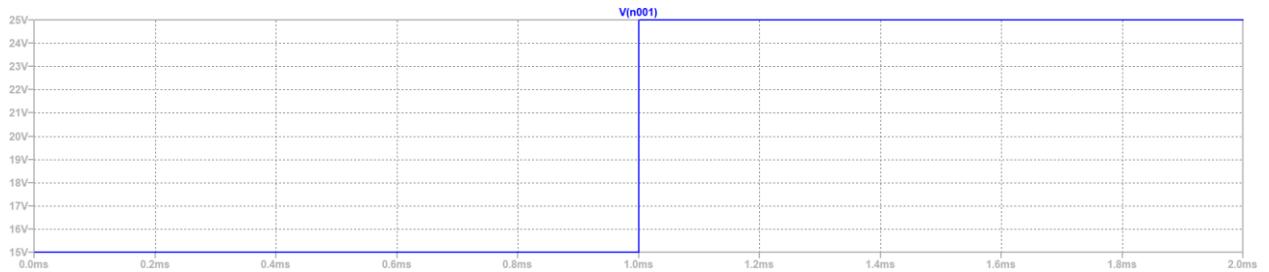


Рис 2.12. График активно-индуктивное входное напряжение

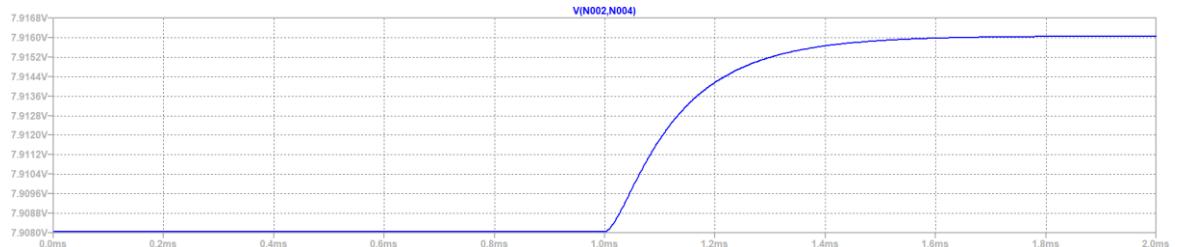


Рис 2.13. График активно-индуктивное выходное напряжение

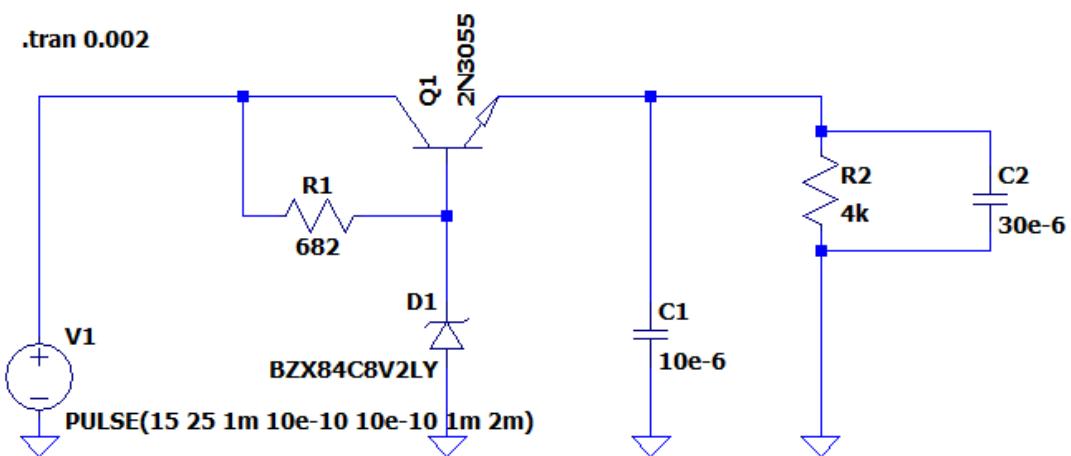


Рис 2.14. Схема активно-емкостное напряжение

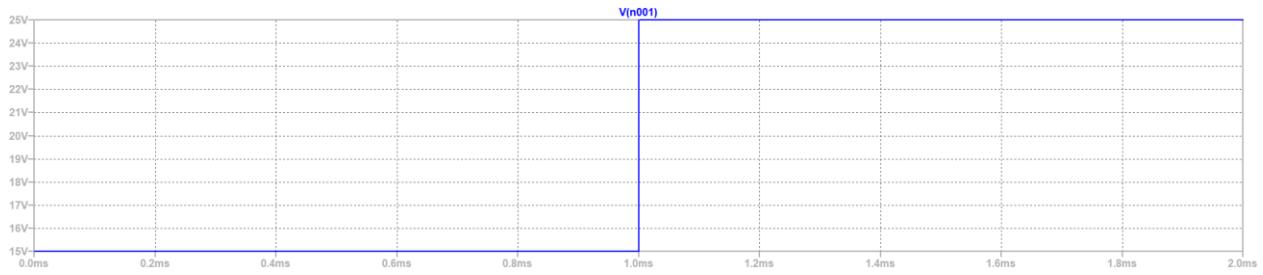


Рис 2.15. Активно-индуктивное входное напряжение

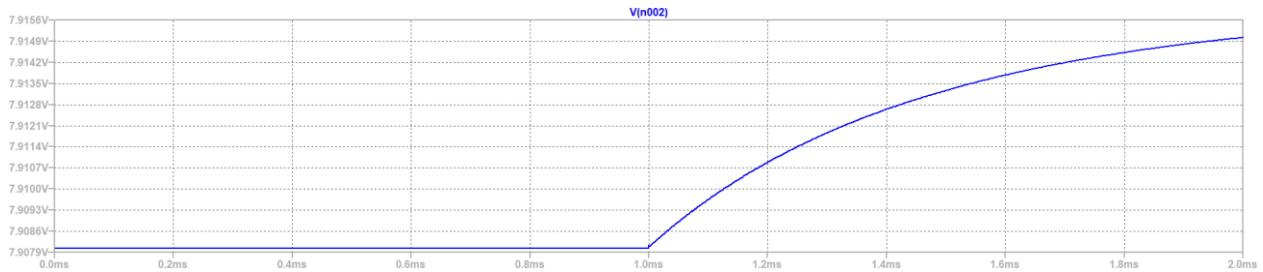


Рис 2.16. Активно-индуктивное выходное напряжение

Активно-индуктивная нагрузка с индуктивностью 100 мГн близка к активной нагрузке. При этом активно-емкостная нагрузка с емкостью 30 мкФ добавляет сильное сглаживание. Закономерность получилась такая же, как и в прошлом задании

Задание №3 / Компенсационный стабилизатор

Напряжение стабилитрона измерительного моста:

$$U_{VD1} = \frac{V_{out}}{2} = \frac{7,5}{2} = 3.25B \mid \text{Возьмем стабилитрон с 4.7В, ток 5mA}$$

Падение напряжения на балластном сопротивлении:

$$U_{R6} = V_{out} - U_{VD1} = 7,5 - 4,7 = 2.8$$

Сопротивление балластного резистора:

$$R_6 = \frac{U_{R6}}{I_{VD1}} = \frac{2,8}{5 \cdot 10^{-3}} = 560 \quad I_{дел} = 0.5mA$$

Напряжение между базой и эмиттером: $U_{6\vartheta} = 0.65$ В

Напряжения на делителе из резисторов R_1 и R_3

$$U_{R3} = U_{VD1} + U_{6\vartheta} = 4,7 + 0,65 = 5.32 \text{ В}$$

$$U_{R1} = U_{out} - U_{R3} = 7,5 - 5,32 = 2.15 \text{ В}$$

$$R_1 = \frac{U_{R3}}{I_{дел}} = 10.7 \text{ кОм}$$

$$R_3 = \frac{U_{R1}}{I_{\text{дел}}} = 4.3 \text{ кОм}$$

Второй стабилитрон $U_{VD2} = 12 \text{ В}$, $I_{VD2} = 5 \text{ мА}$

Значение сопротивления балластного резистора для номинальных значений

$$\text{параметров схемы: } R_{\text{cm}} = \frac{(V_{in} - U_{VD2})}{I_{VD2}} = \frac{(15 - 12)}{5 \cdot 10^3} = 600 \text{ Ом}$$

$$U_{Rk} = V_{in} - V_{out} = 7.5$$

$$R_k = \frac{2U_{Rk}}{I_{VD2}} = \frac{15}{5 \cdot 10^3} = 3 \text{ кОм}$$

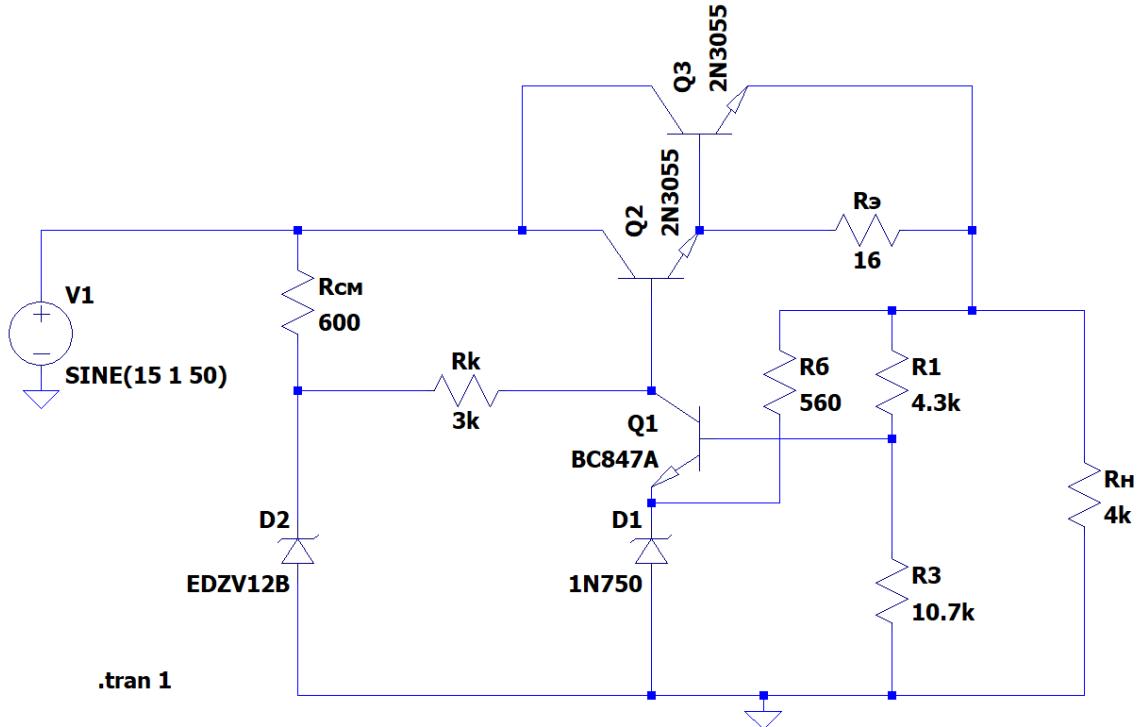


Рис. 3.1. Схема компенсационного стабилизатора на биполярном транзисторе

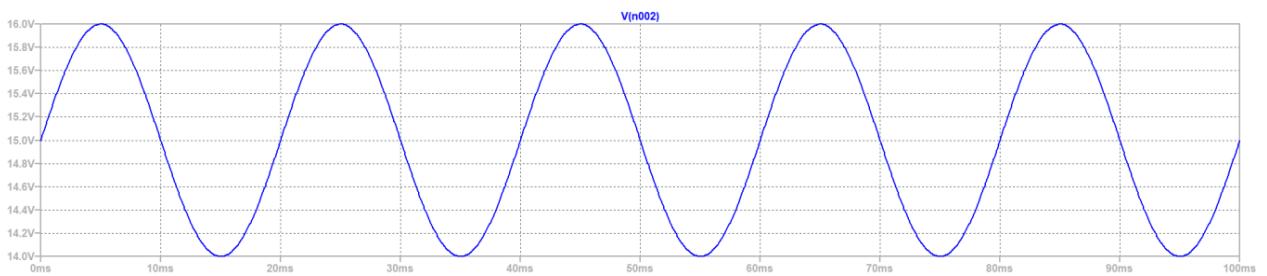


Рис. 3.2. Входное напряжение

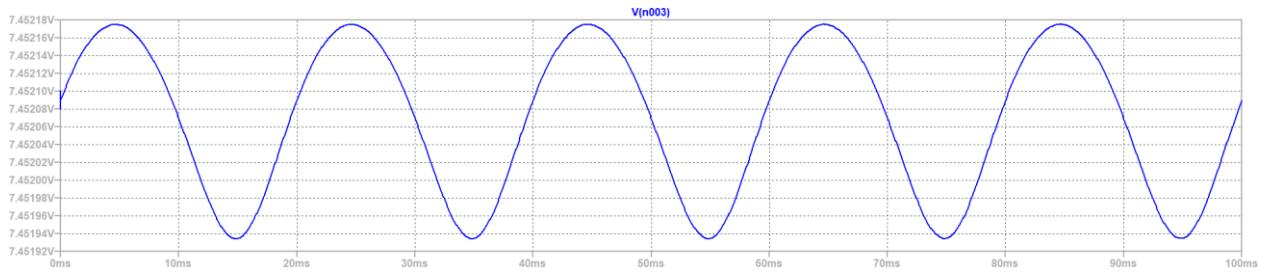


Рис. 3.3. Выходное напряжение

Рассчитаем коэффициент стабилизации:

$$k_{st} = \frac{\Delta U_{bx}}{U_{bx}} : \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}} = \frac{2}{15} : \frac{0,00024}{7,4521} \approx 4140$$

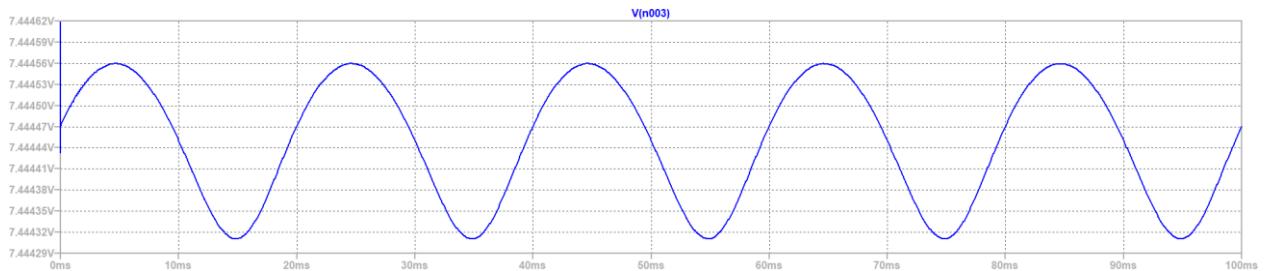


Рис. 3.4. График $R = 1k$

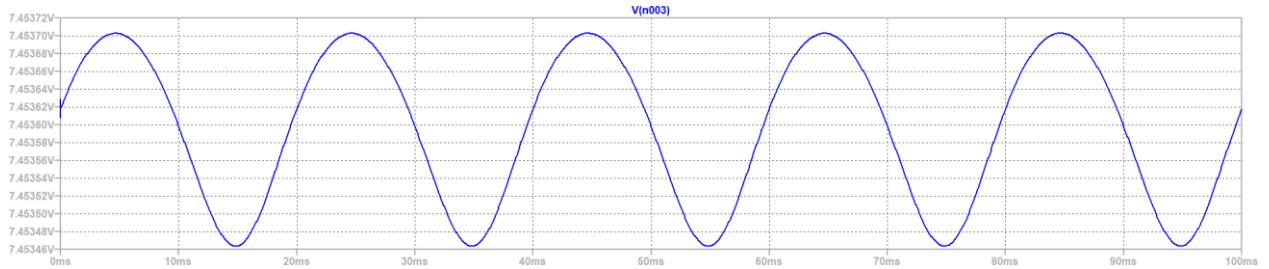


Рис. 3.5. График $R = 10k$

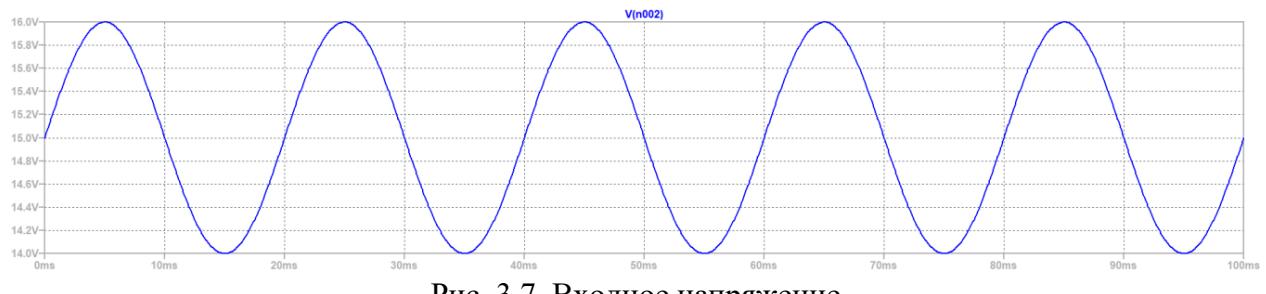
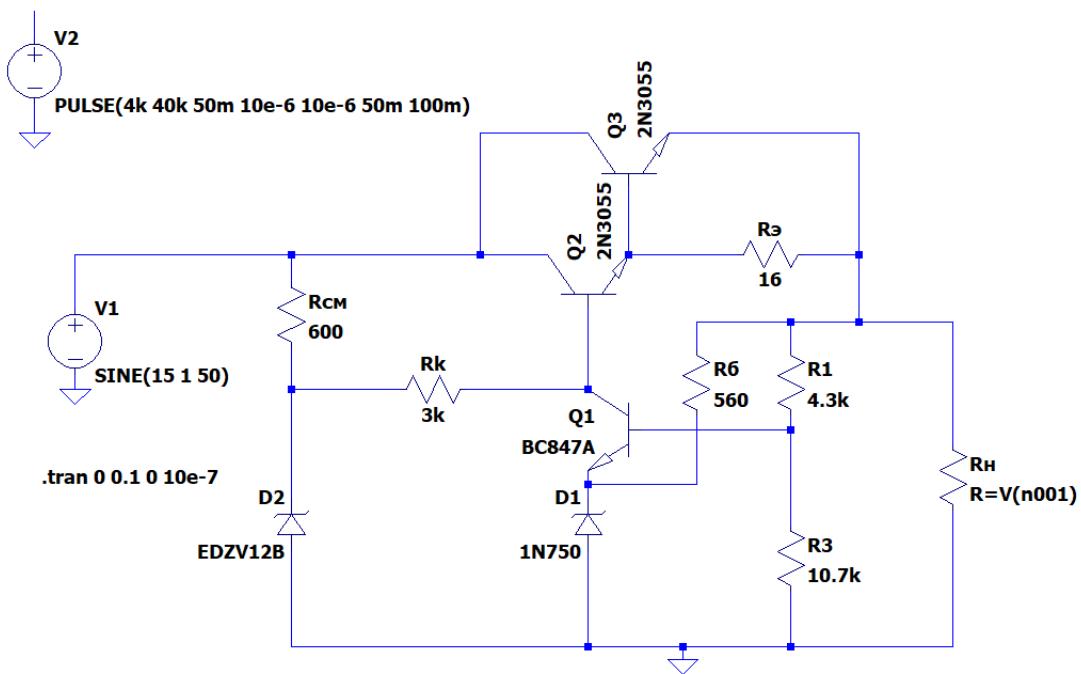


Рис. 3.7. Входное напряжение

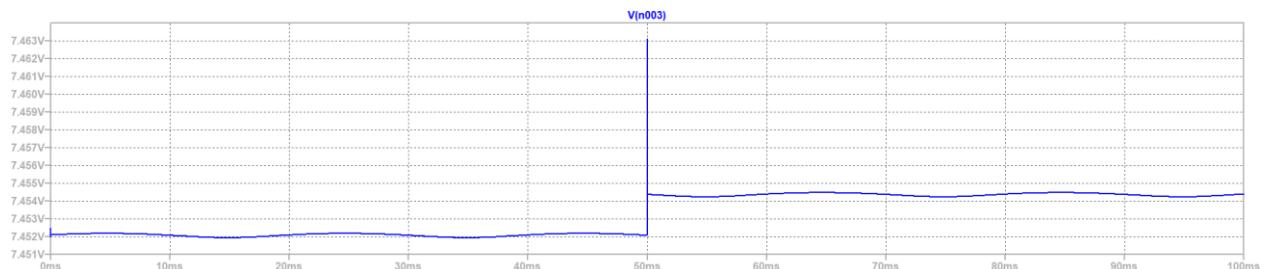


Рис. 3.8. Выходное напряжение при скачкообразном сопротивлении

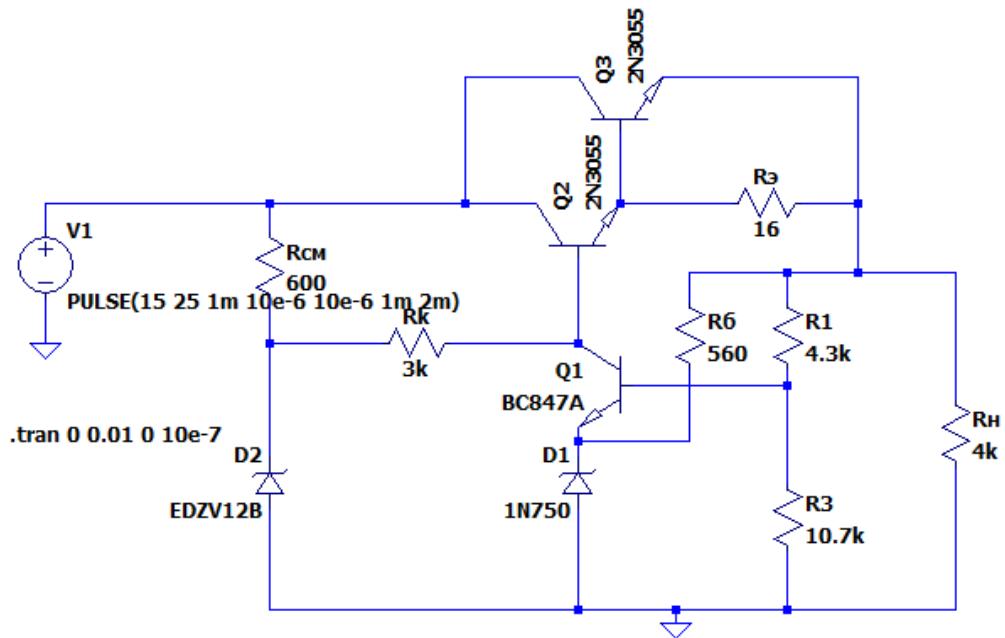


Рис 3.9. схема со скачкообразным напряжением (активная нагрузка)

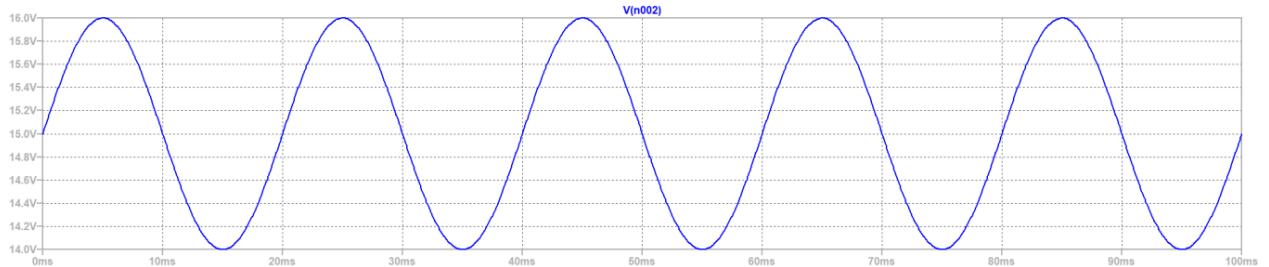


Рис. 3.10. Входное напряжение

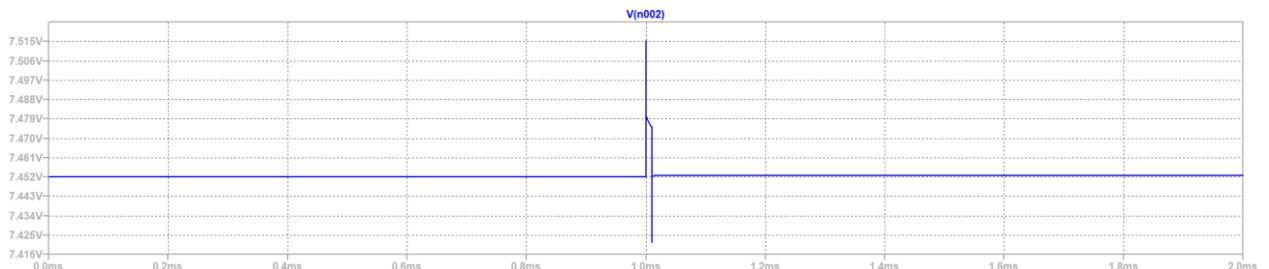


Рис. 3.11. Выходное напряжение

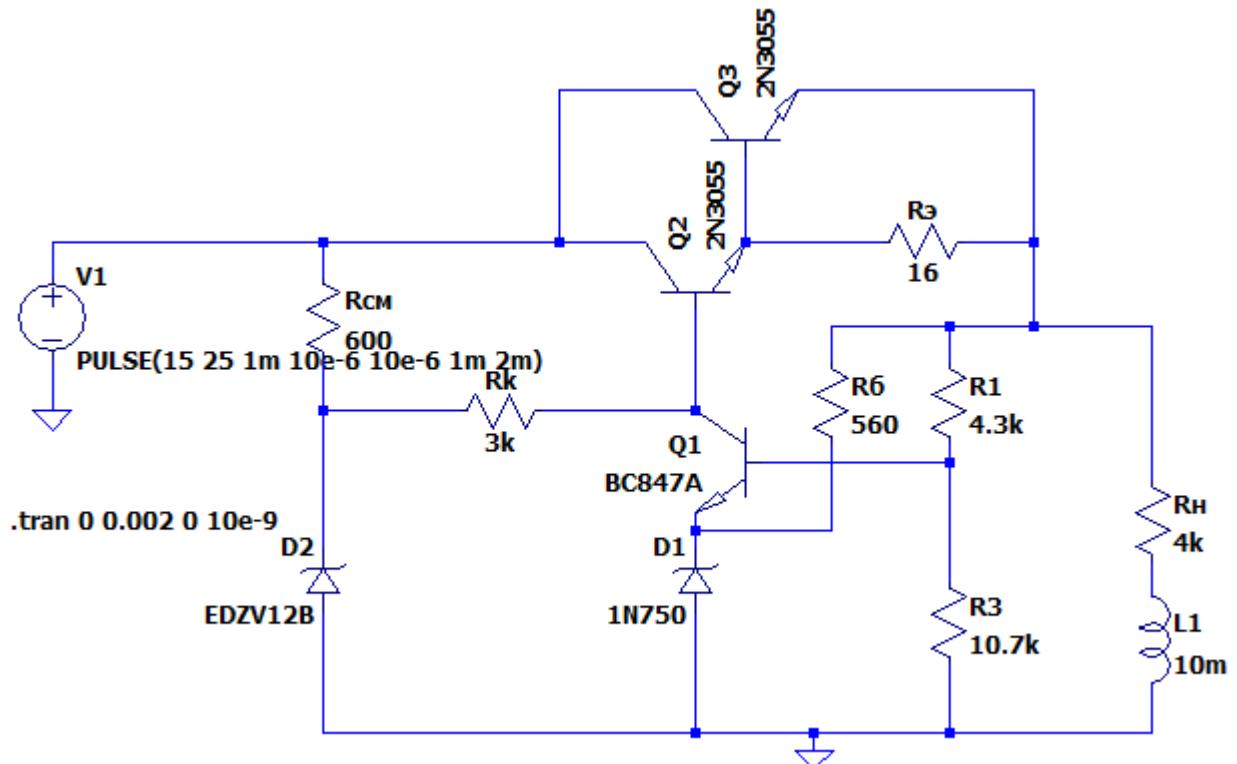


Рис 3.12. схема с активно-индуктивной нагрузкой

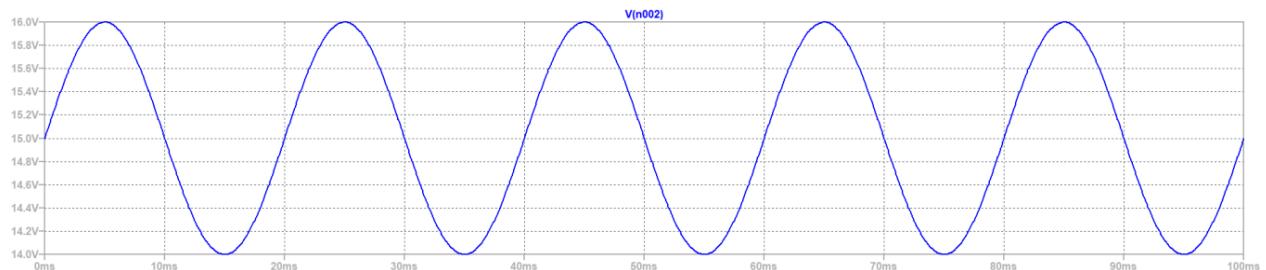


Рис. 3.13. Входное напряжение

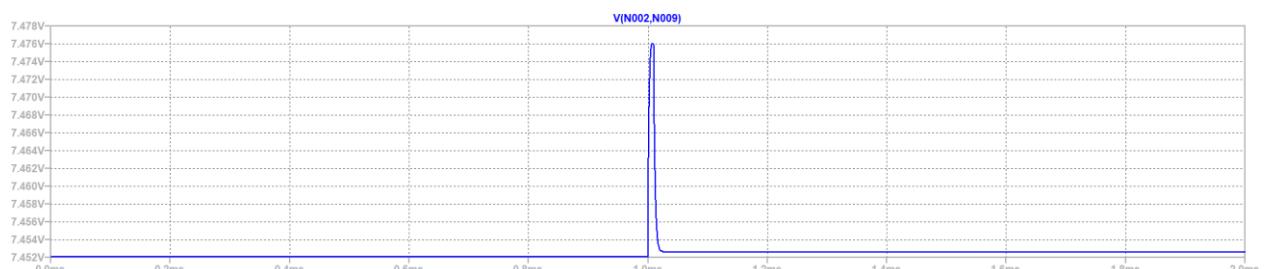


Рис. 3.14. Выходное напряжение

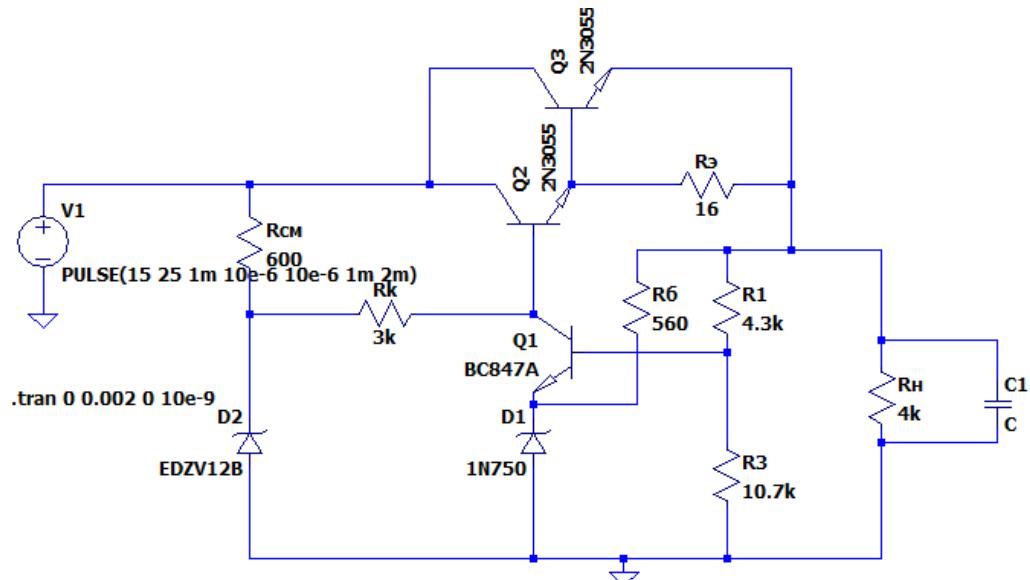


Рис. 3.15. Схема с активно-ёмкостной нагрузкой

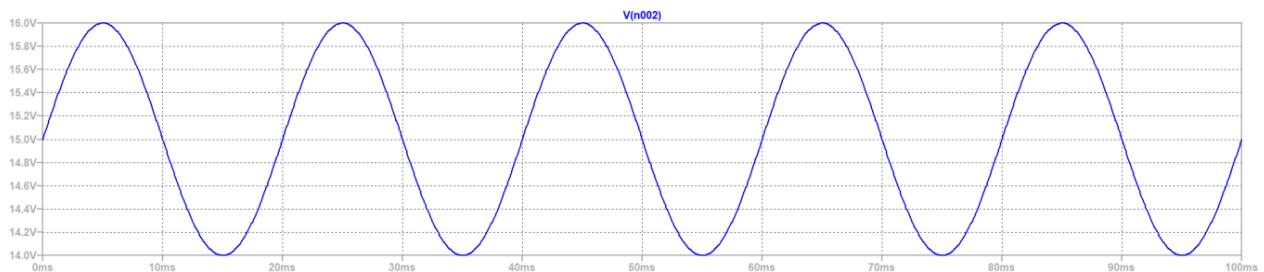


Рис. 3.16. Входное напряжение

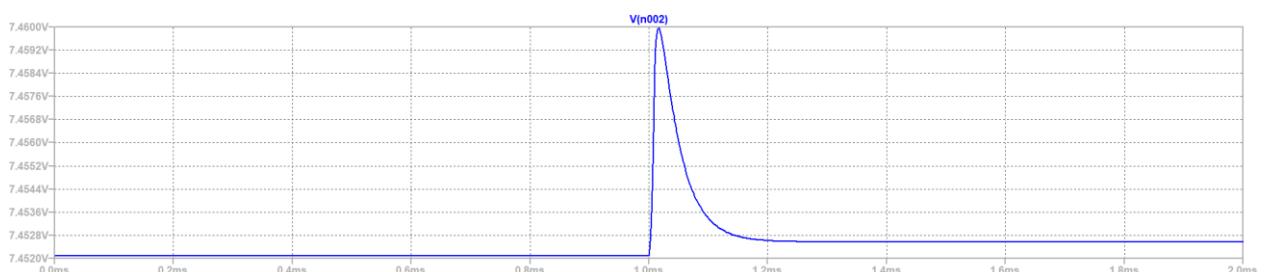


Рис. 3.17. Выходное напряжение

Активно-индуктивная нагрузка с индуктивностью 10 мГн делает скачок более маленьким и плавным. При этом активно-емкостная нагрузка с емкостью 30 мкФ добавляет сильное сглаживание.

Вывод:

В ходе данной работы были рассмотрены параметрические стабилизаторы и компенсационный стабилизатор. Для каждой схемы было выполнено моделирование при скачкообразном сопротивлении, а также при различных видах нагрузки.