

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный Исследовательский Университет ИТМО»



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2
ПРЕДМЕТ «ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ»
ТЕМА «СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ»
Вариант №5

Преподаватель:
Жданов В. А.

Выполнил:
Румянцев А. А.

Факультет: СУиР
Группа: R3341
Поток: ЭлУСУ R22 бак 1.2

Санкт-Петербург
2025

Содержание

1	Цель работы	2
2	Исходные данные	2
3	Исследование параметрического стабилизатора	2
3.1	Выбор стабилитрона	2
3.2	Расчет схемы	2
3.3	Коэффициент стабилизации	2
3.4	Коэффициент полезного действия	3
3.5	Схема параметрического стабилизатора постоянного напряжения	3
3.6	Влияние сопротивления нагрузки на работу стабилизатора	3
3.7	Скачкообразное изменение нагрузки	4
3.8	Нагрузки разного вида при скачкообразном изменении входного напряжения	5
4	Исследование одностранзисторного последовательного линейного стабилизатора	8

Цель работы

Цель работы – исследование и сравнение характеристик различных схемных решений стабилизаторов на дискретных элементах и стабилизатора в интегральном исполнении.

Исходные данные

В таблице ниже представлены исходные данные для варианта №5

$U_{\text{вых.}}, \text{ В}$	8
$R_{\text{н.}}, \text{ Ом}$	3500
$U_{\text{вх.}}, \text{ В}$	16

Исследование параметрического стабилизатора

Выбор стабилитрона

Выходное напряжение (напряжение стабилизации) составляет 8 В, тогда возьмем стабилитрон типа EDZV8.2B $\Rightarrow U_{\text{ст.}} = 8.2 \text{ В}$. При подаче 8.2 В он начнет проводить ток (при $< 8.2 \text{ В}$ ничего не будет делать, при $> 8.2 \text{ В}$ «сбросит» лишнее напряжение через себя, удерживая на нагрузке примерно 8.2 В; теперь $U_{\text{вых.}} = 8.2 \text{ В}$). Этот стабилитрон имеет рассеиваемую мощность $P_{\text{ст.}} = 0.15 \text{ Вт}$, дифференциальное сопротивление $r_{\text{ст.}} = 30 \text{ Ом}$

Расчет схемы

Рассчитаем максимальный ток, текущий через стабилитрон

$$I_{\text{ст. макс.}} = \frac{P_{\text{ст.}}}{U_{\text{ст.}}} = \frac{0.15}{8.2} = 0.0182926829 \text{ А}$$

Рассчитаем ток нагрузки

$$I_{\text{н.}} = I_{\text{ст.}} = \frac{U_{\text{вых.}}}{R_{\text{н.}}} = \frac{8.2}{3500} = 0.0023428571 \text{ А}$$

Рассчитаем номинальное значение тока на стабилитроне

$$I_{\text{ст. ном.}} = \frac{I_{\text{ст. макс.}} - I_{\text{ст.}}}{2} = \frac{0.018 - 0.002}{2} = 0.0079749129 \text{ А}$$

Определим балластное сопротивление резистора

$$R_{\text{б.}} = \frac{U_{\text{вх.}} - U_{\text{вых.}}}{I_{\text{ст. ном.}} + I_{\text{н.}}} = \frac{16 - 8.2}{0.008 + 0.002} = 755.9773090503 \text{ Ом}$$

Коэффициент стабилизации

Определим коэффициент стабилизации

$$k_{\text{ст.}} = \left(1 - \frac{R_{\text{б.}} (I_{\text{ст. ном.}} + I_{\text{н.}})}{U_{\text{вх.}}} \right) \cdot \frac{R_{\text{б.}} + r_{\text{ст.}}}{r_{\text{ст.}}},$$

$$k_{\text{ст.}} = \left(1 - \frac{755.977 (0.008 + 0.002)}{16}\right) \cdot \frac{755.977 + 30}{30} = 13.4271123629;$$

Посчитаем оценку $k_{\text{ст.}}$ (приближенно коэффициент стабилизации)

$$\hat{k}_{\text{ст.}} = \frac{R_6 U_{\text{вых.}}}{r_{\text{ст.}} U_{\text{вх.}}} = 12.9146123629$$

Коэффициент полезного действия

Определим коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{I_{\text{ст. ном.}} U_{\text{ст.}}}{U_{\text{вх.}} (I_{\text{ст. ном.}} + I_{\text{н.}})} = \frac{0.008 \cdot 8.2}{16 (0.008 + 0.002)} = 0.3961265720 \approx 40\%$$

Схема параметрического стабилизатора постоянного напряжения

Соберем схему параметрического стабилизатора постоянного напряжения с учетом наших расчетов. Конденсатор в расчетах не участвовал (со временем перестанет проводить ток) – он нужен для сглаживания пульсаций (фильтр шумов)

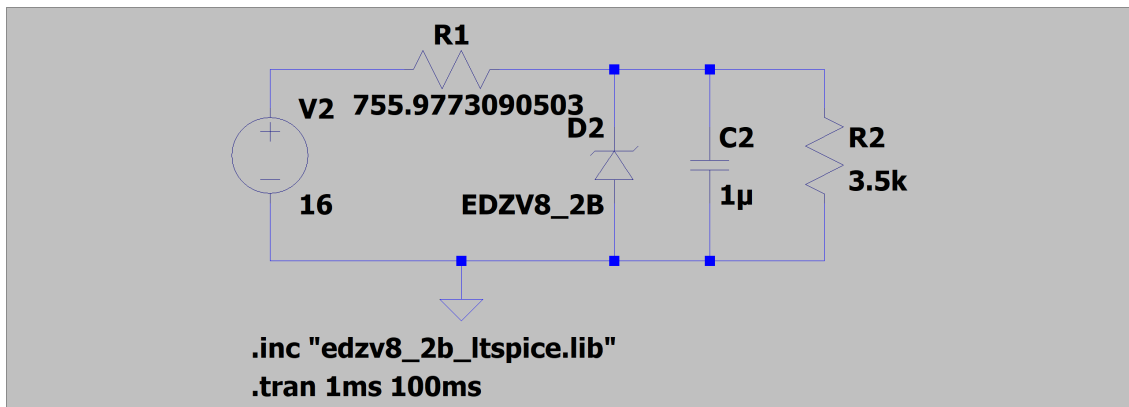


Рис. 1: Схема параметрического стабилизатора постоянного напряжения

Влияние сопротивления нагрузки на работу стабилизатора

Проверим выходное напряжение цепи и ток на стабилизаторе при постоянном входном напряжении 16 В и различных сопротивлениях нагрузки. $V(n001) \equiv U_{\text{вх.}}$, $V(n002) \equiv U_{\text{вых.}}$, $I(D2) \equiv I_{\text{ст.}}$.

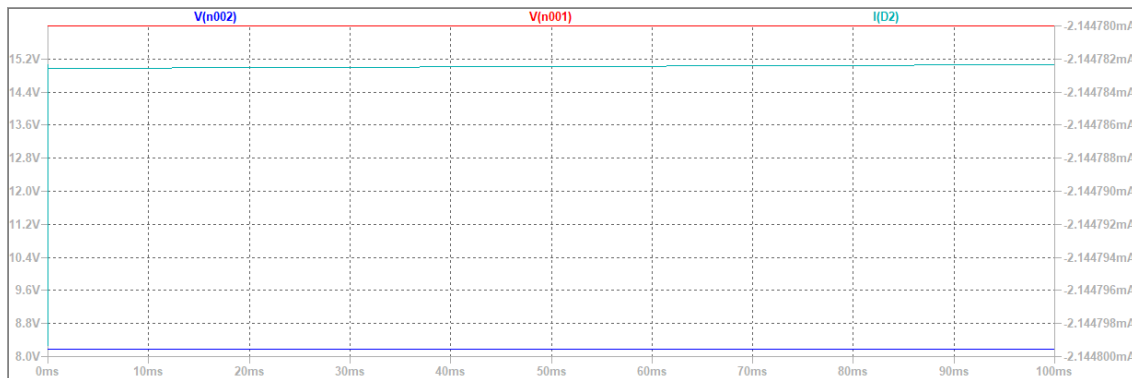


Рис. 2: Выходное напряжение при $R_{\text{н.}} = 1000 \text{ Ом}$; $U_{\text{вых. ср.}} = 8.1884 \text{ В}$

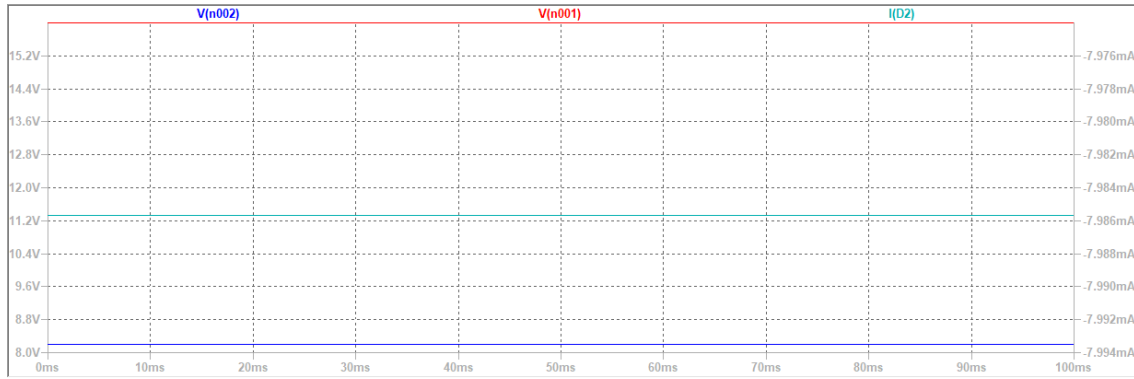


Рис. 3: Выходное напряжение при $R_{\text{н.}} = 3500 \text{ Ом}$; $U_{\text{вых. ср.}} = 8.1933 \text{ В}$

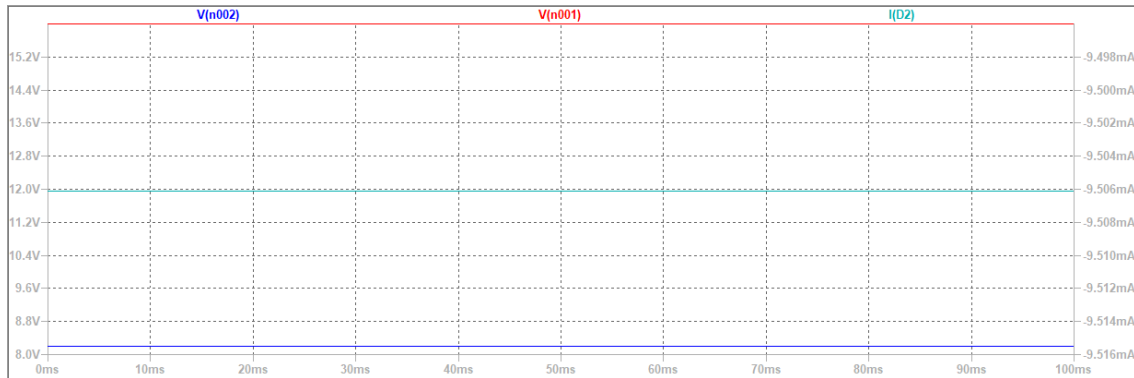


Рис. 4: Выходное напряжение при $R_{\text{н.}} = 10000 \text{ Ом}$; $U_{\text{вых. ср.}} = 8.1941 \text{ В}$

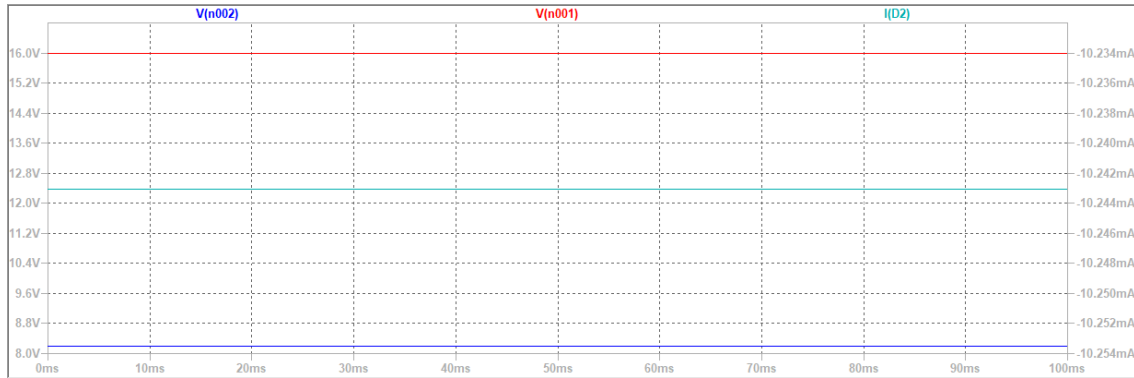


Рис. 5: Выходное напряжение при $R_{\text{н.}} = 100000 \text{ Ом}$; $U_{\text{вых. ср.}} = 8.1945 \text{ В}$

Выходное напряжение с увеличением сопротивления нагрузки немного увеличивается, при этом стабилизатор потребляет больше тока. Максимальное значение тока на стабилизаторе в 18 мА не было достигнуто (при $R_{\text{н.}} = 100000 \text{ Ом}$ получили $I_{\text{ст.}} \approx 10.243 \text{ мА}$).

Скачкообразное изменение нагрузки

Подадим скачкообразную нагрузку PULSE(16 18 5m 1u 1u 10m 10m). Входное напряжение представлено на рис. 6

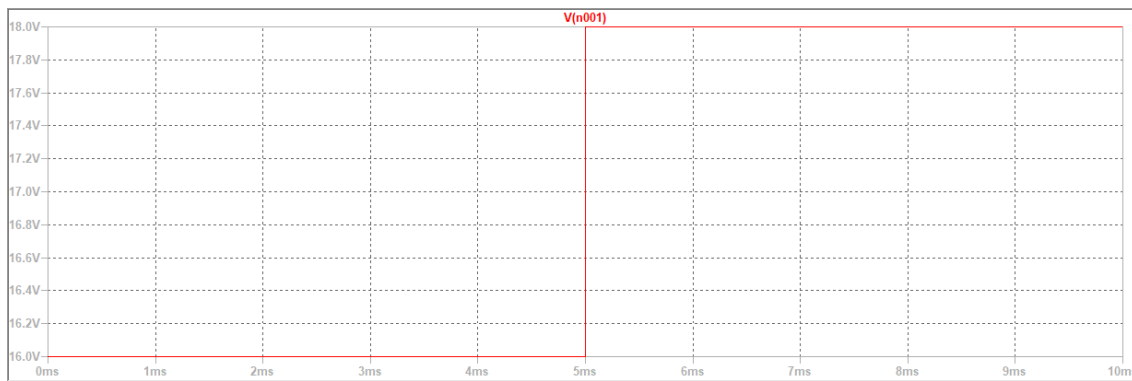


Рис. 6: Скачкообразная нагрузка с 16 В до 18 В

При таком входном напряжении на выходе получаем

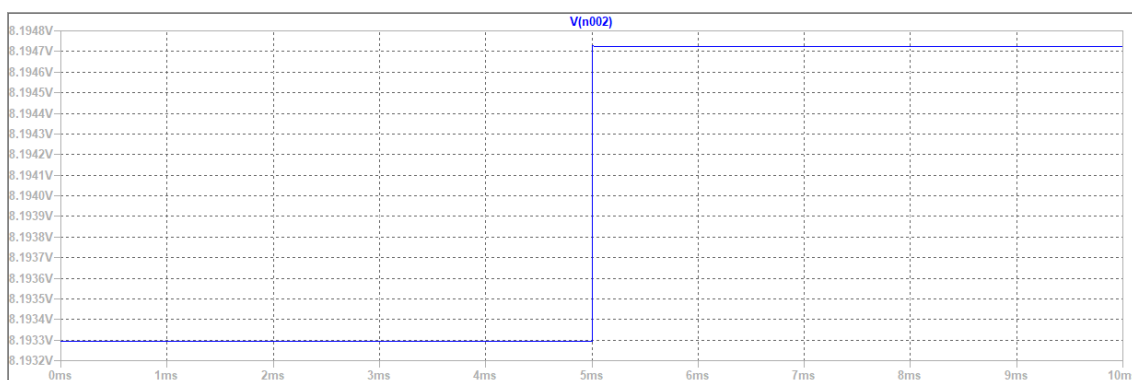


Рис. 7: Выходное напряжение при скачкообразной нагрузке

Скачок напряжения на выходе значительно меньше скачка на входе. Стабилизатор удержал напряжение в районе 8.2 В.

Нагрузки разного вида при скачкообразном изменении входного напряжения

Снимем осциллограммы выходных напряжений стабилизатора при скачкообразном изменении входного напряжения для нагрузок разного вида. На схеме на рис. 1 представлена активно-емкостная нагрузка. Для начала построим схему только лишь **активной** нагрузки

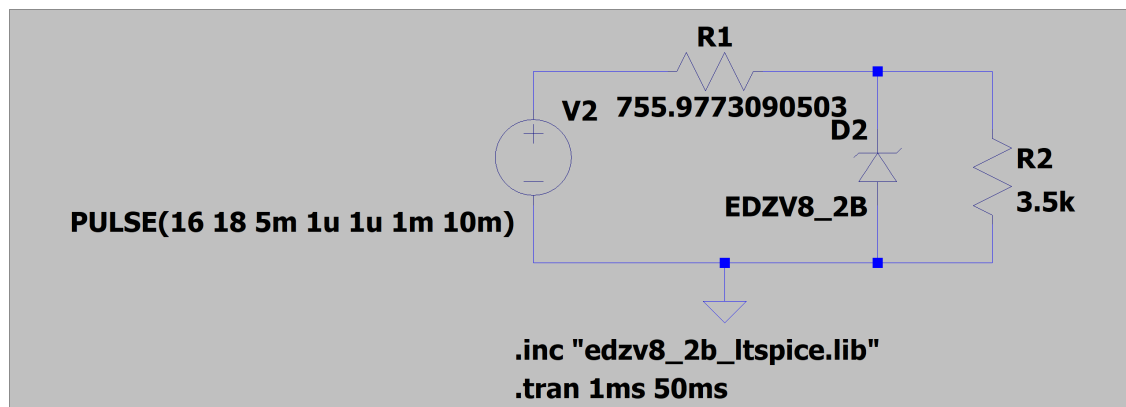


Рис. 8: Схема параметрического стабилизатора: активная нагрузка

Подадим на вход скачкообразный сигнал PULSE(16 18 5m 1u 1u 1m 10m), который представлен на рис. 9

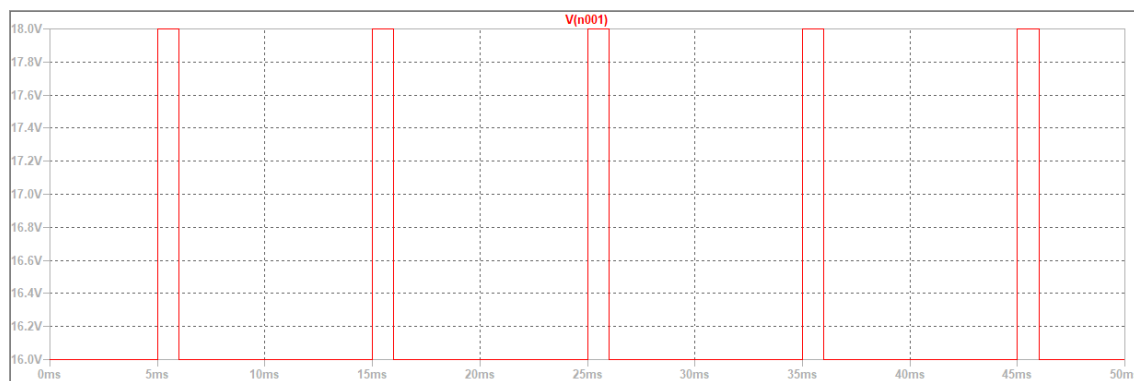


Рис. 9: Повторяющаяся скачкообразная нагрузка с 16 В до 18 В

Посмотрим выходное напряжение при **активной** скачкообразной нагрузке

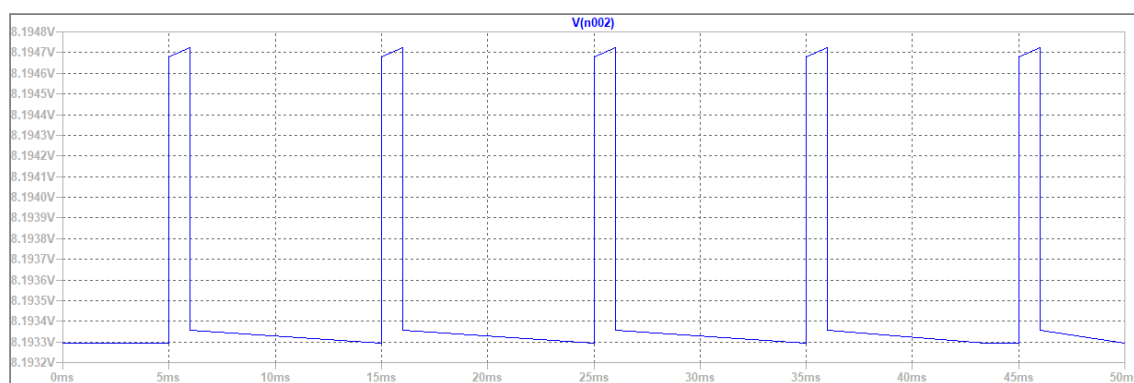


Рис. 10: Выходное напряжение при активной скачкообразной нагрузке

Посмотрим выходное напряжение при **активно-емкостной** нагрузке. Схема была представлена на рис. 1

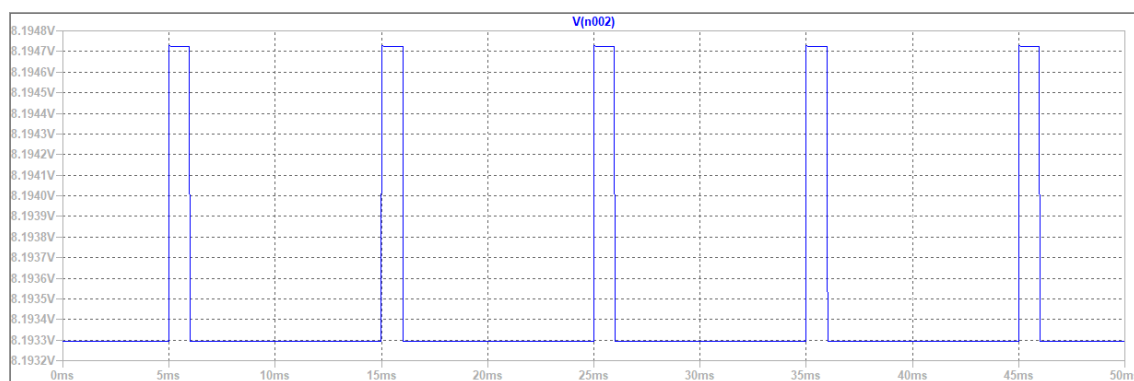


Рис. 11: Выходное напряжение при активно-емкостной скачкообразной нагрузке

Построим схему для проверки **активно-индуктивной** нагрузки. Зададим значение индуктивности в 1 Гн

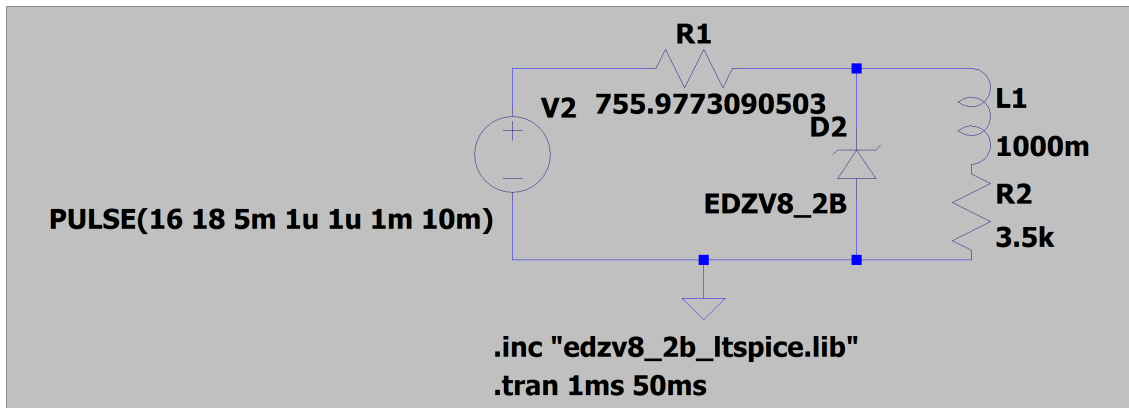


Рис. 12: Схема параметрического стабилизатора: активно-индуктивная нагрузка

Посмотрим выходное напряжение при **активно-индуктивной** нагрузке

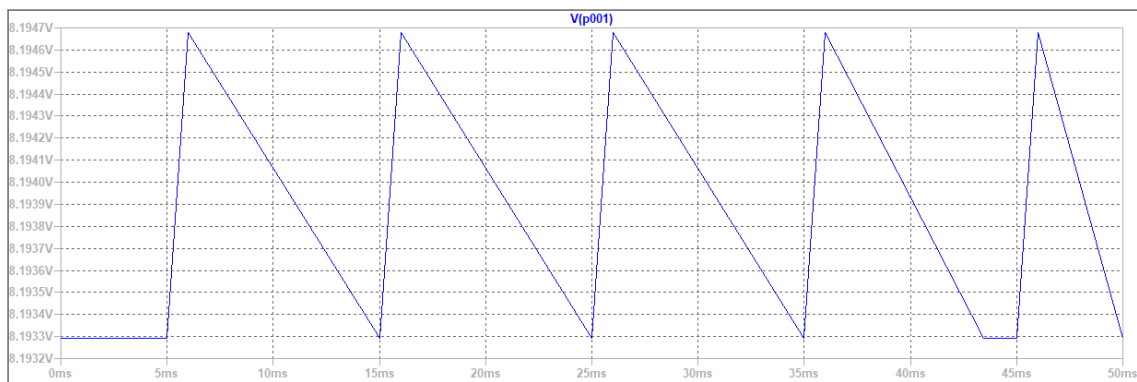


Рис. 13: Выходное напряжение при активно-индуктивной скачкообразной нагрузке

Построим схему для проверки **активно-индуктивно-емкостной** нагрузки. Зададим значение индуктивности в 1 Гн

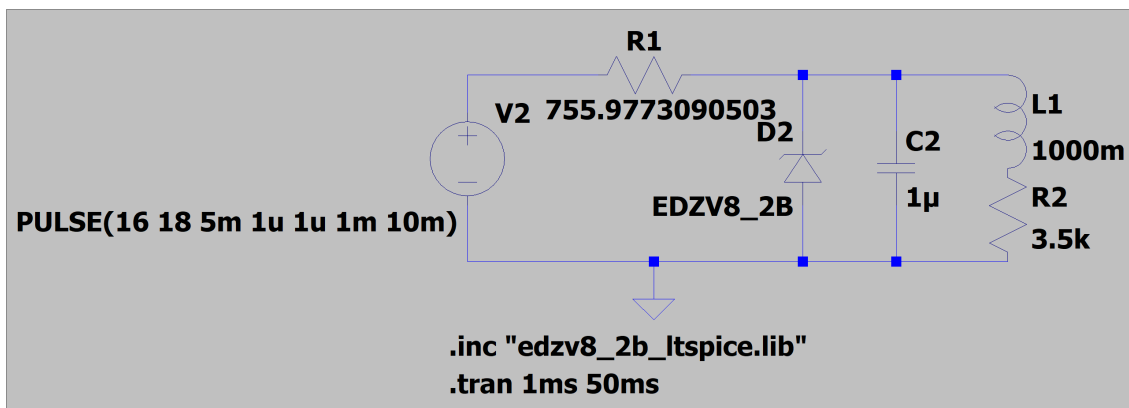


Рис. 14: Схема параметрического стабилизатора: активно-индуктивно-емкостная нагрузка

Посмотрим выходное напряжение при **активно-индуктивно-емкостной** нагрузке

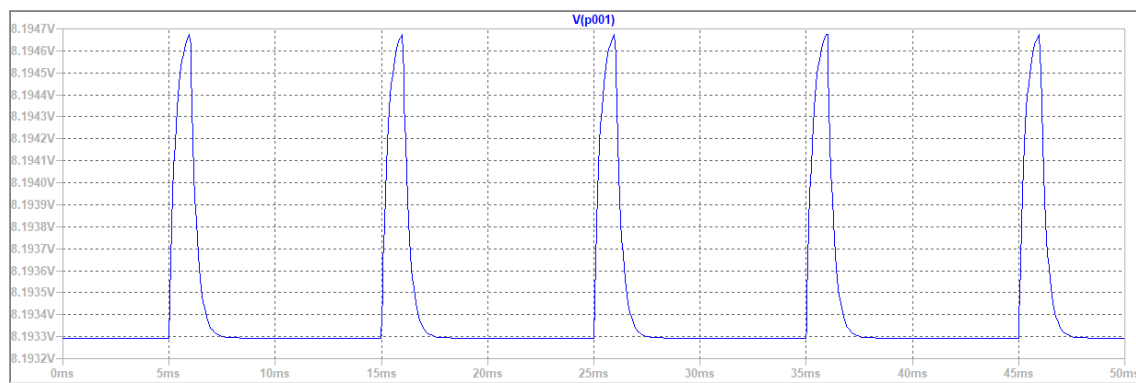


Рис. 15: Выходное напряжение при активно-индуктивно-емкостной скачкообразной нагрузке

Результат лучше всего получился на рис. 15. При увеличении емкости конденсатора пульсации будут сглаживаться еще больше.

Исследование однотранзисторного последовательного линейного стабилизатора

...