

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
Кафедра систем автоматизированного проектирования (САПР)

отчет
по лабораторной работе № 1
по дисциплине «Схемотехника»
Тема: «Выпрямители на кремниевых диодах»

Студенты гр. 3311

Преподаватель

Аршин А. Д

Баймухамедов Р. Р.

Пасечный Л. В.

Шарпинский Д.

Бабкин И. А.

Санкт-Петербург

2025

Цель работы

Ознакомление с принципами построения выпрямителей и параметрических стабилизаторов, реализуемых на кремниевых диодах и стабилитронах, и в экспериментальном исследовании их основных технических характеристик с использованием учебной лабораторной станции виртуальных приборов NI ELVIS

Ход работы

Начнем с схемы однополупериодного выпрямителя с емкостным фильтром на выходе, представленной на рис. 1

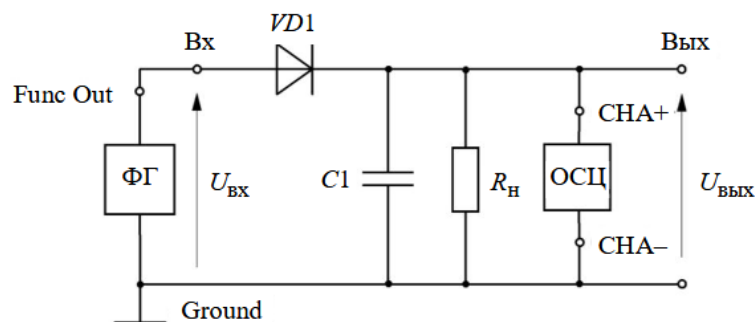


рис. 1 – Схема однополупериодного выпрямителя с емкостным фильтром на выходе

Заданные параметры схемы:

$f = 50$ Гц, $C_1 = 1$ мкФ, $R_n = 10$ кОм, $VD1 = 1N4148$

В качестве функционального генератора используем компонент AC_VOLTAGE с параметрами: Voltage (Pk) = 2,5 В, Frequency = 50 Гц, Voltage Offset = 0 В. Положительный выход генератора переменного напряжения находится в точке Func Out, а отрицательный подключен к общей шине земли, обозначаемый компонентом Ground.

Проведем эксперименты для двух случаев:

- 1) без фильтра – $C_1 = 0$ мкФ
- 2) с фильтром – $C_1 = 1$ мкФ

В ходе компьютерного моделирования получили следующие графики, изображенные на рис. 2 и рис. 3:

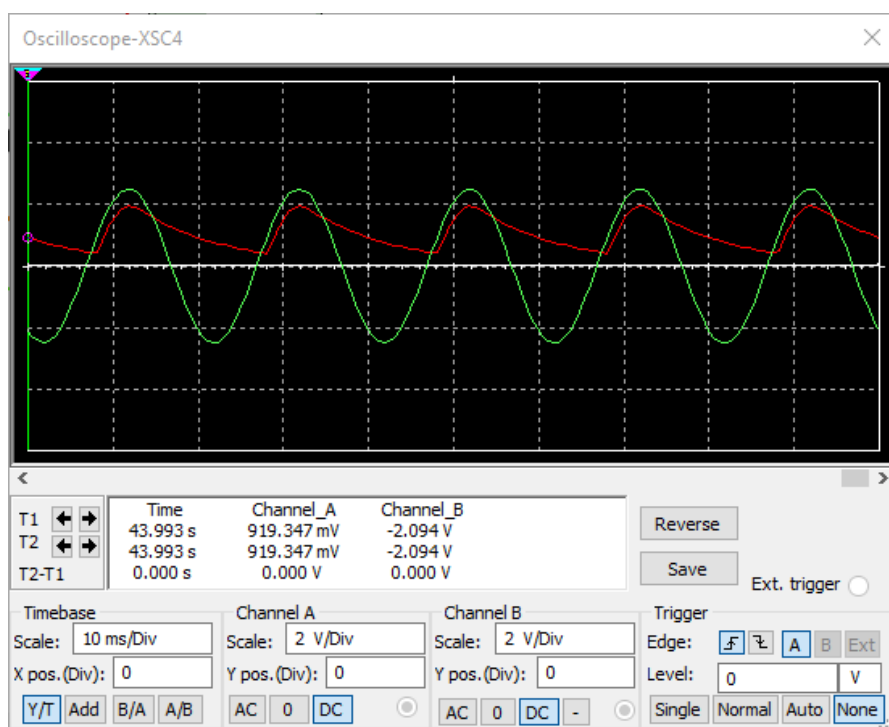


рис. 2 - $C1 = 0$ мкФ

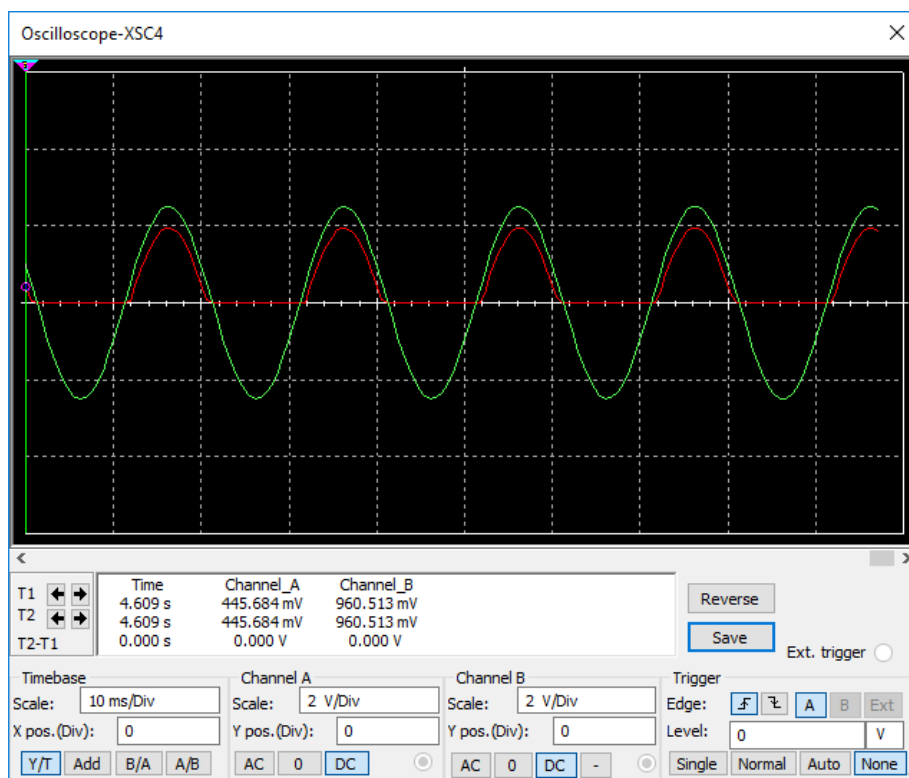


рис. 3 - $C1 = 1$ мкФ

Убедимся в том, что результаты исследований (рис. 2 и рис. 3) соответствуют приведенным на рис. 4 характеристикам 2 и 3 и соотношениям (1-3):

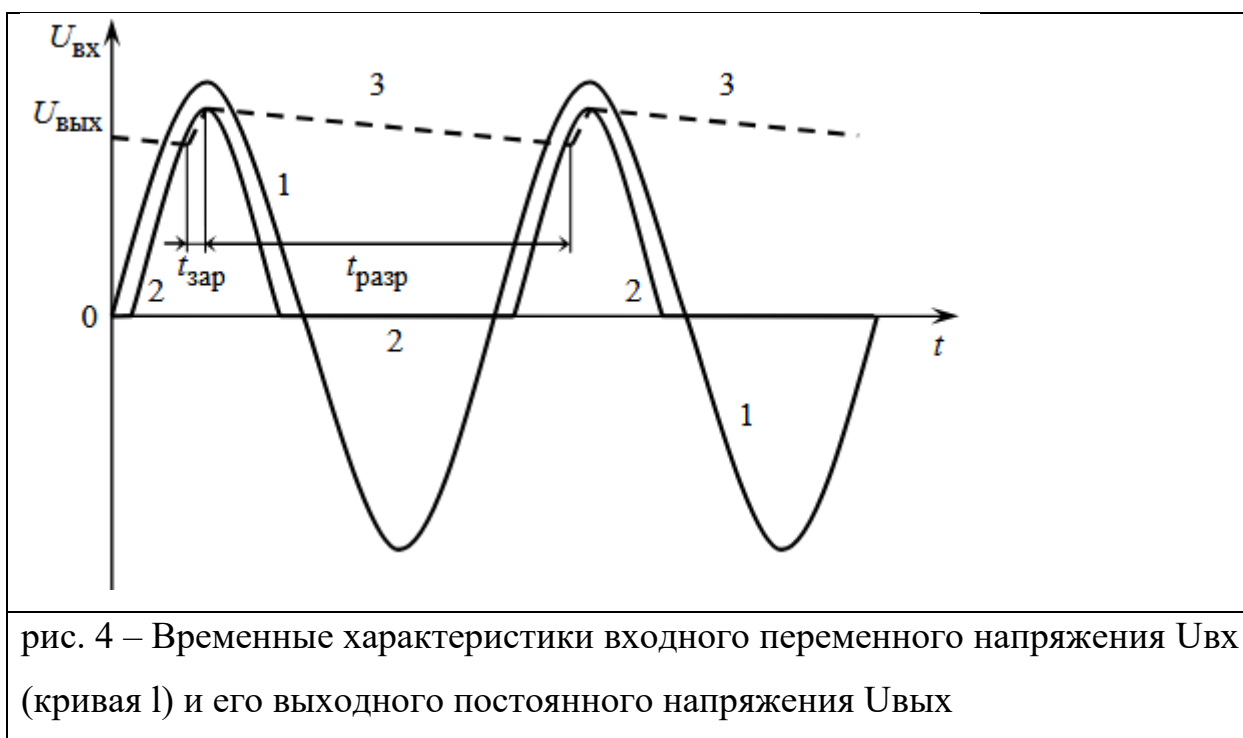
Характеристика 2 – кривая 2 – без фильтра C_1

Характеристика 3 – пунктирная кривая 3 – с фильтром

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}} - U_{\text{пр}} \quad (1)$$

$$U_{\text{ВХ}} = U_{\text{ВЫХ}} + U_{\text{Н}} \quad (2)$$

$$\tau_{\text{разр}} \approx C_1 R_{\text{Н}}; \tau_{\text{зар}} \approx C_1 R_{\text{Д}} \quad (3)$$



Как мы видим, результаты исследований соответствуют между собой. Характеристика 2 соответствует рис. 3. Характеристика 3 соответствует рис. 2

Для выпрямителя без фильтра разницу между максимальными значениями входного и выходного напряжений приблизительно равно 0,2 В. У выпрямителя без фильтра вершина на выходе всегда ниже, чем на входе, потому что часть напряжения «теряется» на диодах и сопротивлениях цепи. Каждый кремниевый диод съедает примерно 0,7–1 В (в мосте — два диода

поряд, значит $\sim 1,4\text{--}2$ В). Плюс при пике тока появляется дополнительная просадка на внутреннем сопротивлении трансформатора и проводниках — поэтому максимум выходного и получается меньше.

Для выпрямителя с фильтром измерим время заряда и время разряда —

$$t_{\text{зар}} \approx 2 - 3 \text{ мс}$$

$$t_{\text{разр}} \approx 17 - 18 \text{ мс}$$

Почему так: диод проводит только около пика синусоиды. Путь заряда имеет малое сопротивление \Rightarrow большой ток и узкий угол проводимости \Rightarrow заряд короткий. Потом диод закрыт, и конденсатор долго разряжается через R_L как RC-цепь \Rightarrow разряд длинный

Определим амплитуду пульсации — $V_{\min} \approx 0.446 \text{ В}$; $V_{\max} \approx 0.961 \text{ В}$

$$V_{r, \text{pp}} \approx 0.515 \text{ В} ; V_{r, \text{amp}} \approx 0.258 \text{ В}$$

Определим частоту пульсации — $f_r \approx 50 \text{ Гц}$

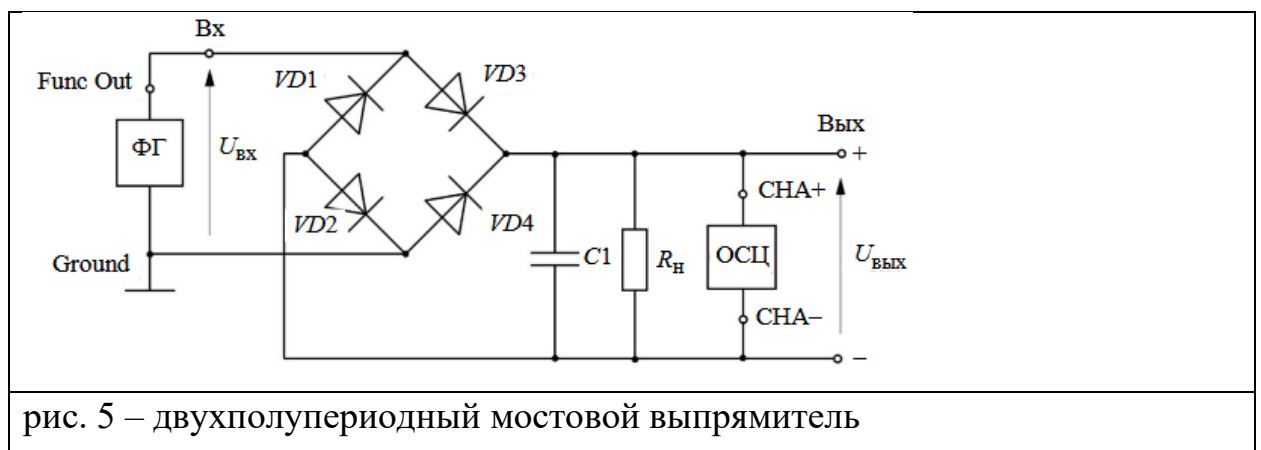
$$\text{Уровень постоянного напряжения } U_{\text{вых}} \approx (V_{\max} + V_{\min})/2 \approx 0.7 \text{ В}$$

Исследуем работу двухполупериодного мостового выпрямителя, изображенного на рис. 5 с параметрами:

$$C_1 = 1 \text{ мкФ}$$

$$R_H = 10 \text{ кОм}$$

$$VD1 = VD2 = VD3 = VD4 = 1N4148$$



Путём компьютерного моделирования мы получили результат, изображенный на рис. 6:

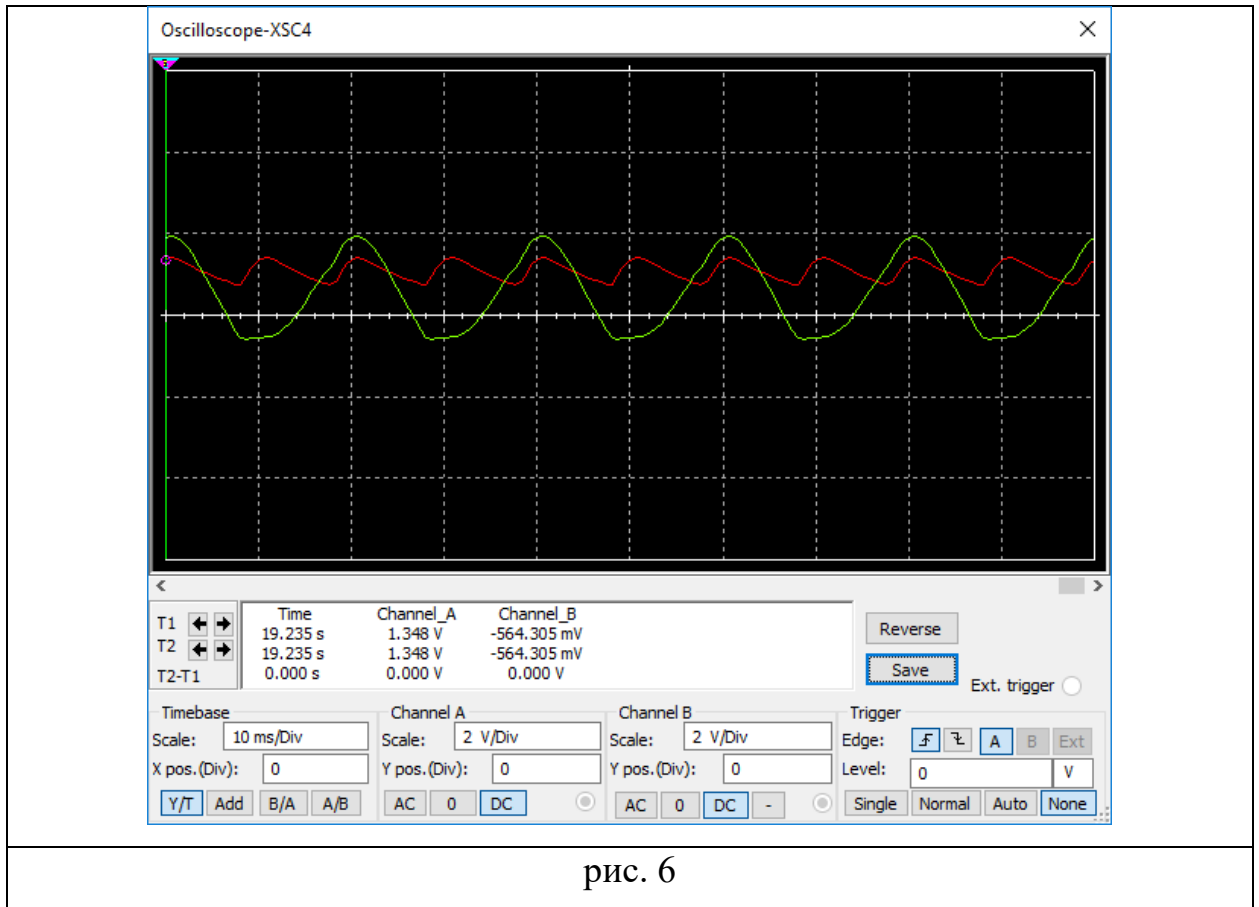


рис. 6

Определим частоту пульсации – $f_r \approx 100$ Гц

Определим амплитуду пульсации – $V_{r,pp} \approx 0.5$ В ; $V_{r,amp} = (V_{r,pp})/2 = 0.25$ В

Уровень постоянного напряжения $U_{вых} \approx (V_{max} + V_{min})/2 \approx 0.8$ В

Плюсом однополупериодного выпрямителя является более простая и дешевая схема, а также меньшее падение в проводящем плече. Недостатком же можно назвать больший размах пульсаций. Ниже уровень $U_{вых}$, а также из-за пульсации с частотой 50 Гц – заметная рябь.

Из плюсов двухполупериодного выпрямителя можно назвать что из-за пульсации с частотой 100 Гц – более гладкий результат. Размах пульсаций в 2 раза меньше и выше $U_{вых}$. Из минусов можно выделить большую стоимость и сложность схемы, а также больше теплотери.