

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



**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**  
**ПРЕДМЕТ «ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ»**  
**ТЕМА «ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМЫХ СХЕМ НА**  
**ТИРИСТОРАХ»**

Вариант №1

Преподаватель:  
Жданов В. А.

Выполнил:  
Румянцев А. А.

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

Санкт-Петербург  
2025

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Задание 1</b>	<b>2</b>
2.1	Схема выпрямителя напряжения . . . . .	2
2.2	Регулировочная хар-ка выпрямителя напряжения при активной нагрузке	2
2.3	Осциллограммы работы выпрямителя напряжения при активной нагрузке	2
2.4	Схема выпрямителя напряжения с катушкой индуктивности . . . . .	4
2.5	Осциллограммы работы выпрямителя напряжения при активно-индуктивной нагрузке . . . . .	4
2.6	Схема выпрямителя напряжения с катушкой индуктивности и диодом .	6
2.7	Осциллограммы работы выпрямителя напряжения при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Задание 2</b>	<b>8</b>
3.1	Схема регулятора напряжения переменного тока . . . . .	8
3.2	Регулировочная характеристика регулятора напряжения при активной нагрузке . . . . .	8
3.3	Осциллограммы работы регулятора напряжения при активной нагрузке	8
3.4	Схема регулятора напряжения с катушкой индуктивности . . . . .	11
3.5	Осциллограммы работы регулятора напряжения при активно-индуктивной нагрузке . . . . .	11
3.6	Схема регулятора напряжения с конденсатором . . . . .	13
3.7	Осциллограммы работы регулятора напряжения при активно-емкостной нагрузке . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Вывод</b>	<b>16</b>

## Цель работы

Цель работы – исследование двухполупериодных регулируемых выпрямителей и регулятора напряжения переменного тока на управляемых полупроводниковых приборах, работающих на активную, активно-индуктивную и активно-емкостные нагрузки.

## Задание 1

### Схема выпрямителя напряжения

Схема регулируемого выпрямителя с СИФУ

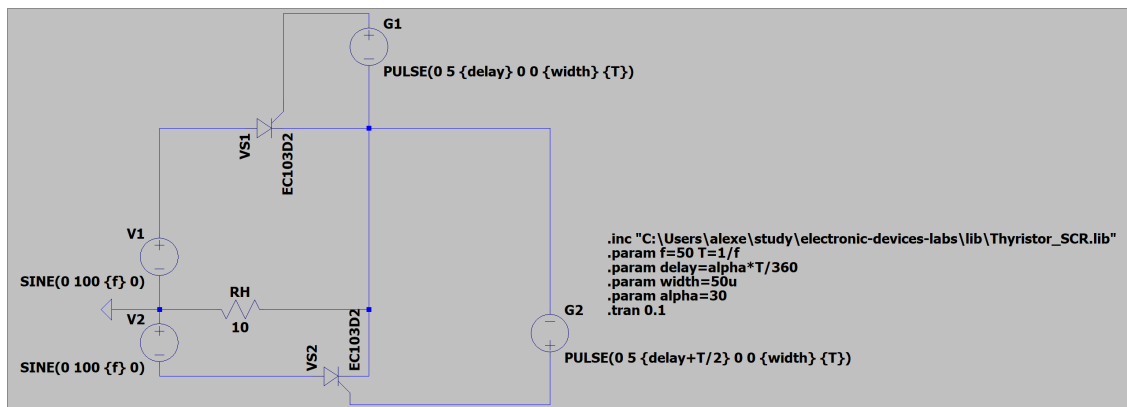


Рис. 1: Двухполупериодный управляемый выпрямитель с выводом от средней точки

### Регулировочная хар-ка выпрямителя напряжения при активной нагрузке

Снимем регулировочную характеристику выпрямителя  $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$  при активной нагрузке. В таблице представлены средние значения. Угол варьируем в диапазоне [30...150]

$U_{\text{Гол}} \alpha, (^{\circ})$	30	60	90	120	150
$U_{\text{ВЫХ}}, \text{В}$	55.1380	44.3180	29.4850	14.6660	3.8619

### Осциллограммы работы выпрямителя напряжения при активной нагрузке

Снимем осциллограммы работы выпрямителя при активной нагрузке для различных значений угла включения тиристора. Результаты представлены на рис. 2–6

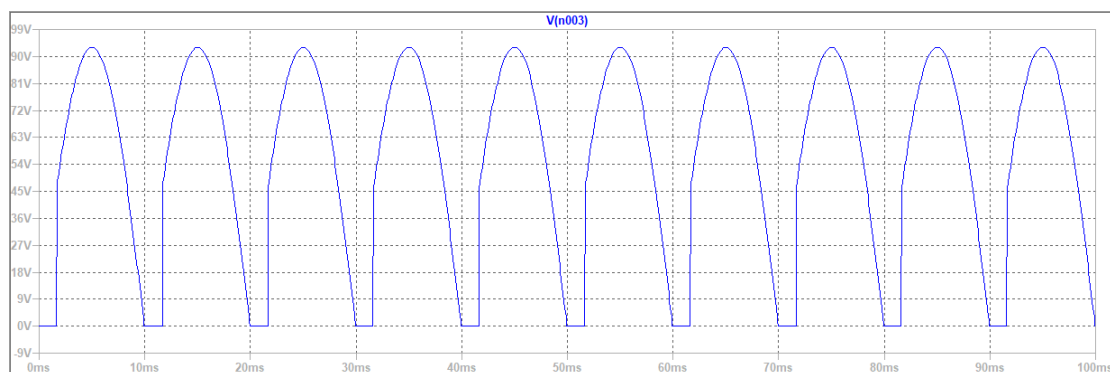


Рис. 2: Активная нагрузка,  $\alpha = 30^{\circ}$

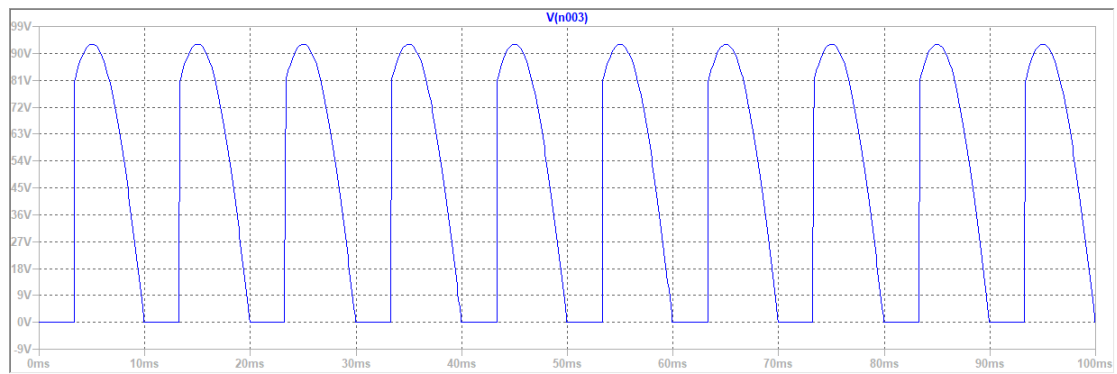


Рис. 3: Активная нагрузка,  $\alpha = 60^\circ$

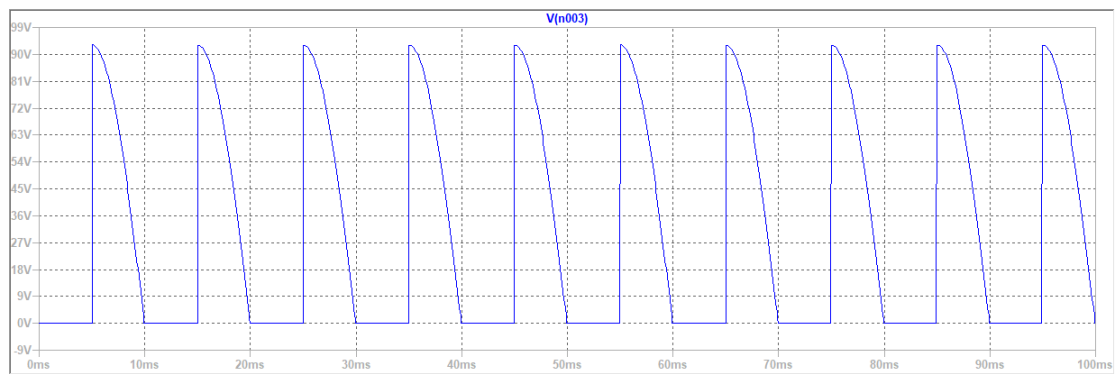


Рис. 4: Активная нагрузка,  $\alpha = 90^\circ$

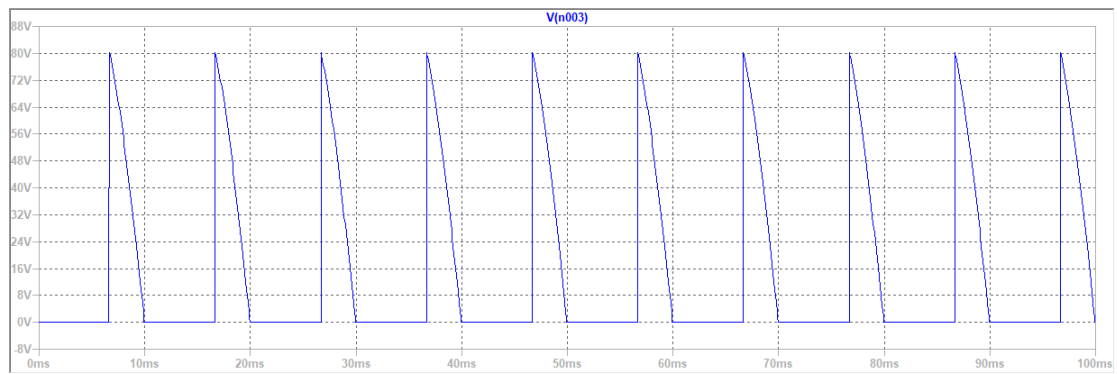


Рис. 5: Активная нагрузка,  $\alpha = 120^\circ$

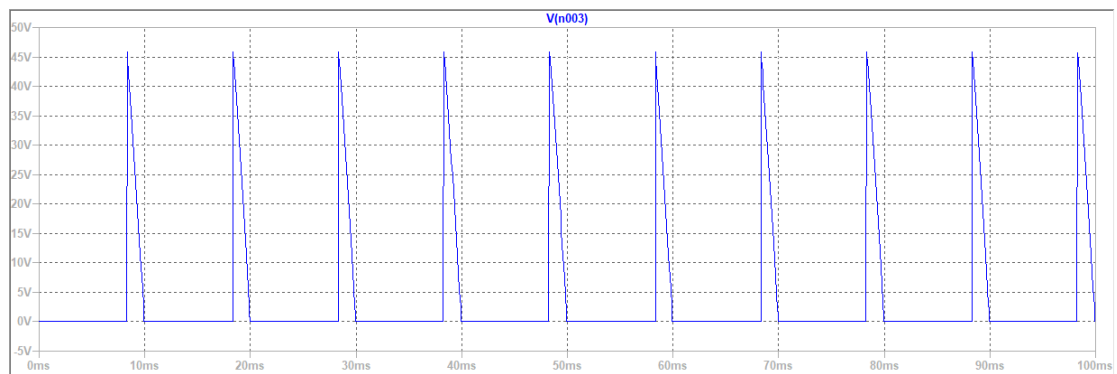


Рис. 6: Активная нагрузка,  $\alpha = 150^\circ$

## Схема выпрямителя напряжения с катушкой индуктивности

Добавим в схему перед резистором  $R_H$  катушку индуктивности  $L_1$  с величиной индуктивности 20 мГн

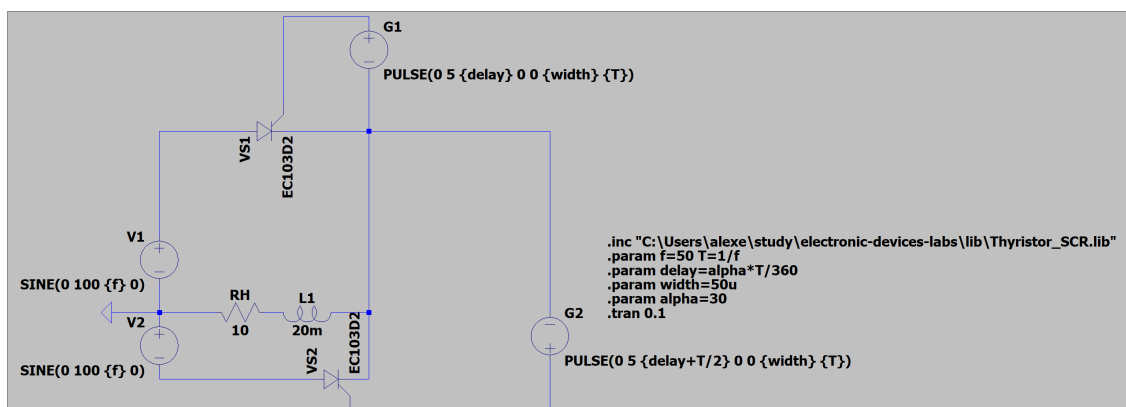


Рис. 7: Двухполупериодный управляемый выпрямитель с выводом от средней точки

## Осциллограммы работы выпрямителя напряжения при активно-индуктивной нагрузке

Снимем осциллограммы работы выпрямителя напряжения при активно-индуктивной нагрузке для различных значений угла включения тиристора. Результаты представлены на рис. 8–12

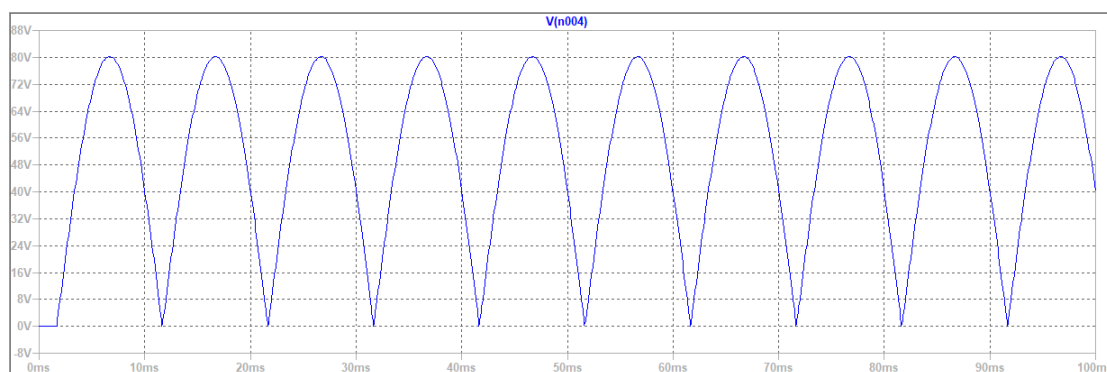


Рис. 8: Активно-индуктивная нагрузка,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $L = 20$  мГн

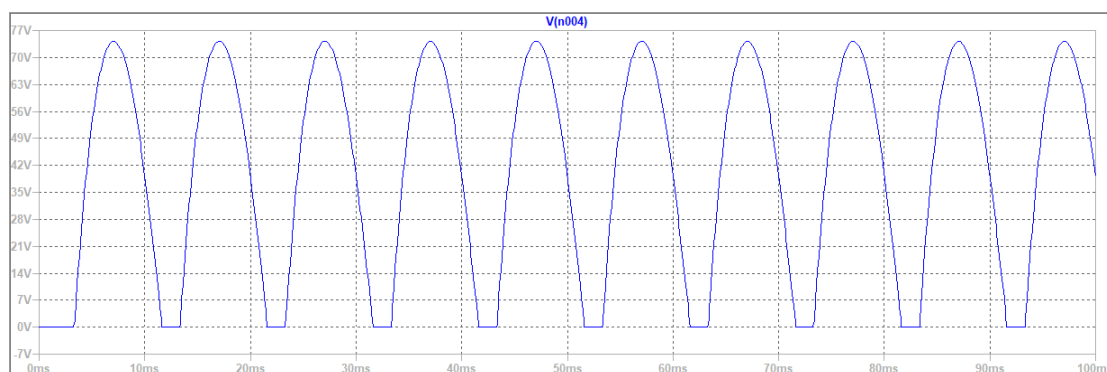


Рис. 9: Активно-индуктивная нагрузка,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $L = 20$  мГн

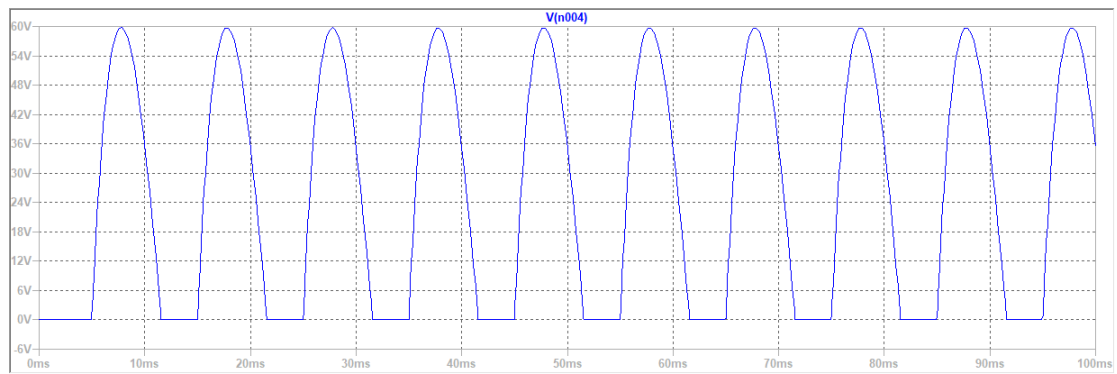


Рис. 10: Активно-индуктивная нагрузка,  $\alpha = 90^\circ$ ,  $L = 20$  мГн

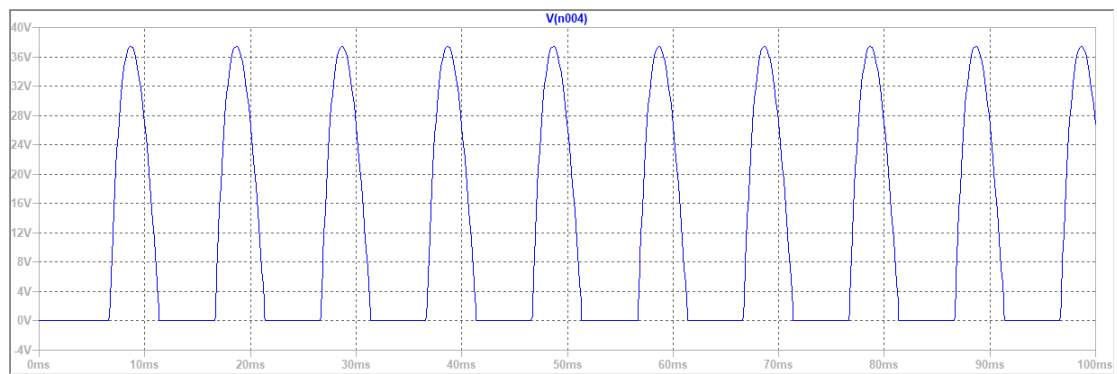


Рис. 11: Активно-индуктивная нагрузка,  $\alpha = 120^\circ$ ,  $L = 20$  мГн

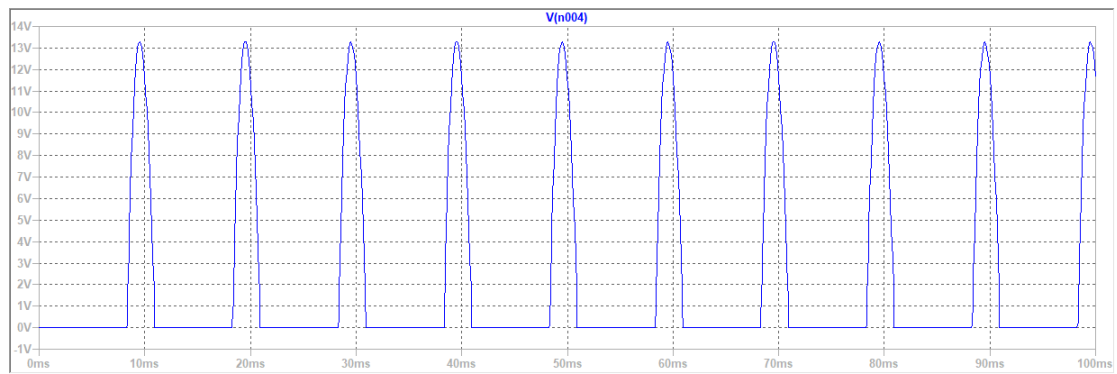


Рис. 12: Активно-индуктивная нагрузка,  $\alpha = 150^\circ$ ,  $L = 20$  мГн

## Схема выпрямителя напряжения с катушкой индуктивности и диодом

Добавим в схему диод D1 параллельно RH и L1. Катод подключим перед катушкой индуктивности, анод к земле

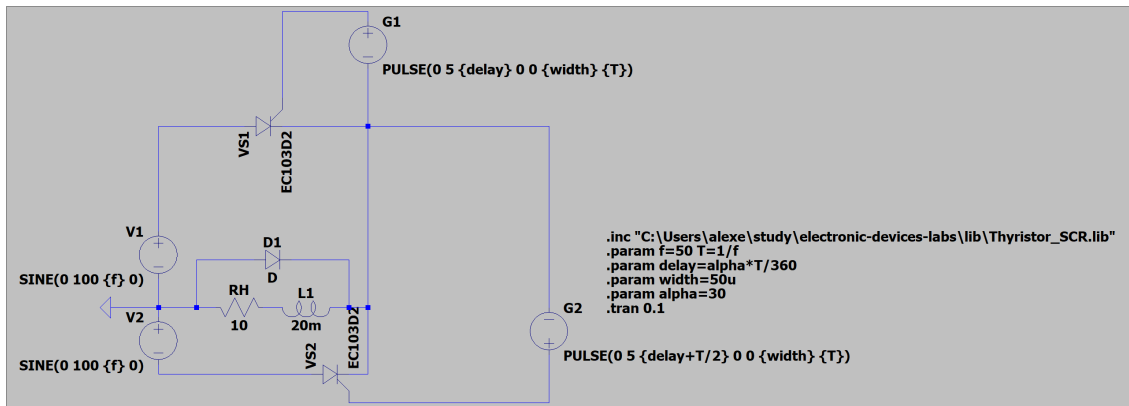


Рис. 13: Двухполупериодный управляемый выпрямитель с выводом от средней точки

## Осциллограммы работы выпрямителя напряжения при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом

Снимем осциллограммы работы выпрямителя при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом, для различных значений угла включения тиристора. Результаты представлены на рис. 14–18

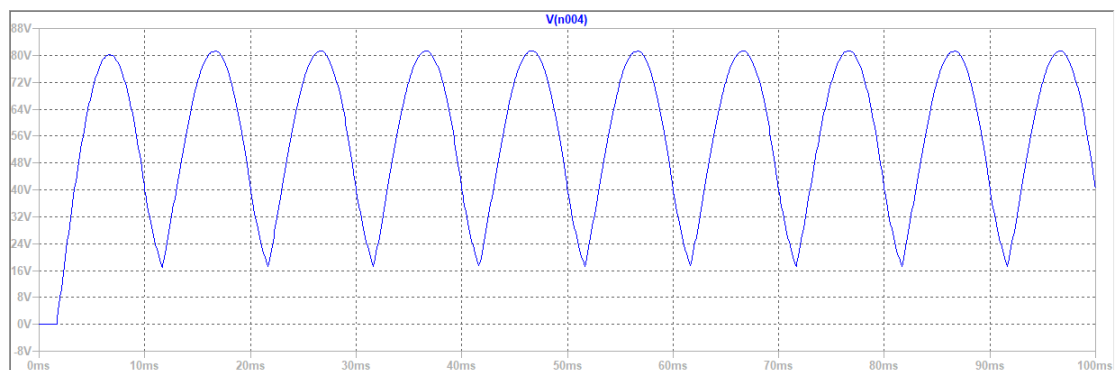


Рис. 14: Активно-индуктивная нагрузка с диодом,  $\alpha = 30^\circ$

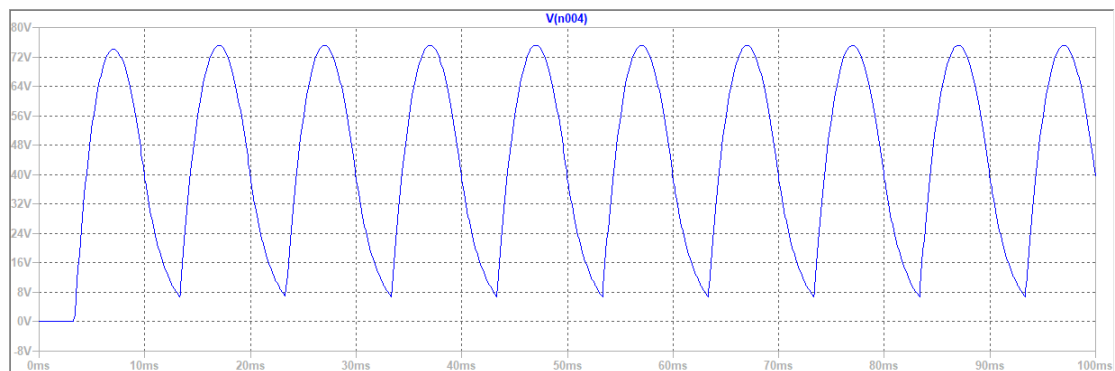


Рис. 15: Активно-индуктивная нагрузка с диодом,  $\alpha = 60^\circ$

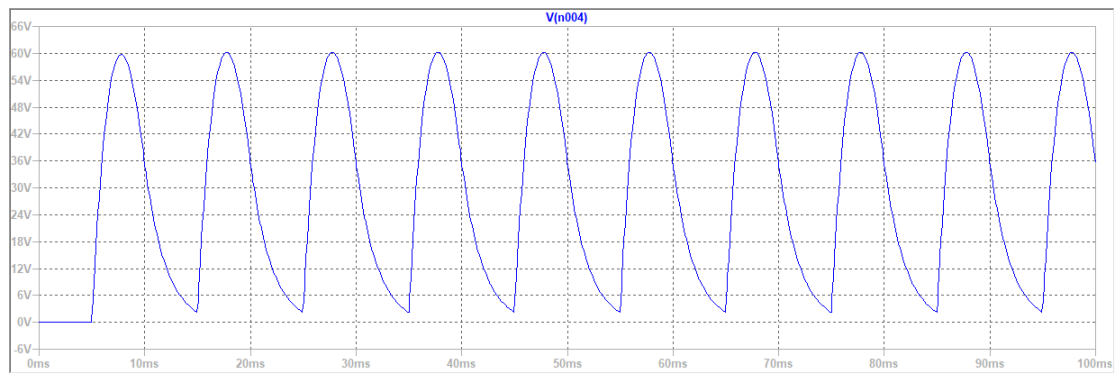


Рис. 16: Активно-индуктивная нагрузка с диодом,  $\alpha = 90^\circ$

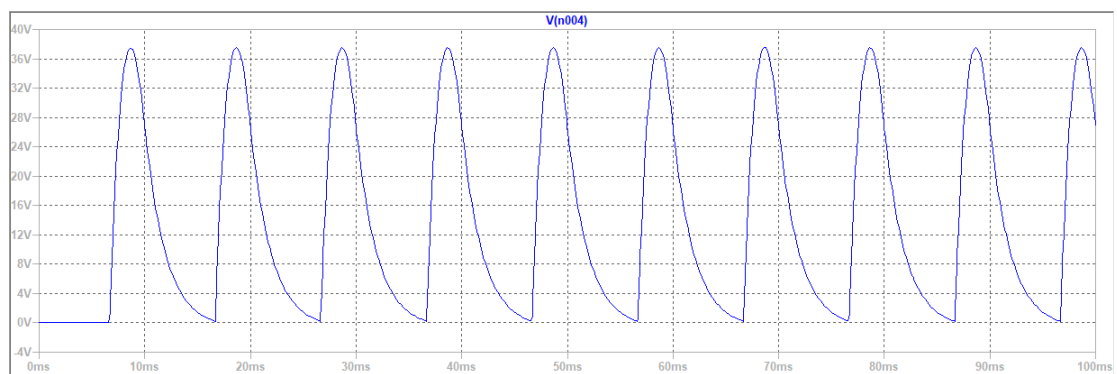


Рис. 17: Активно-индуктивная нагрузка с диодом,  $\alpha = 120^\circ$

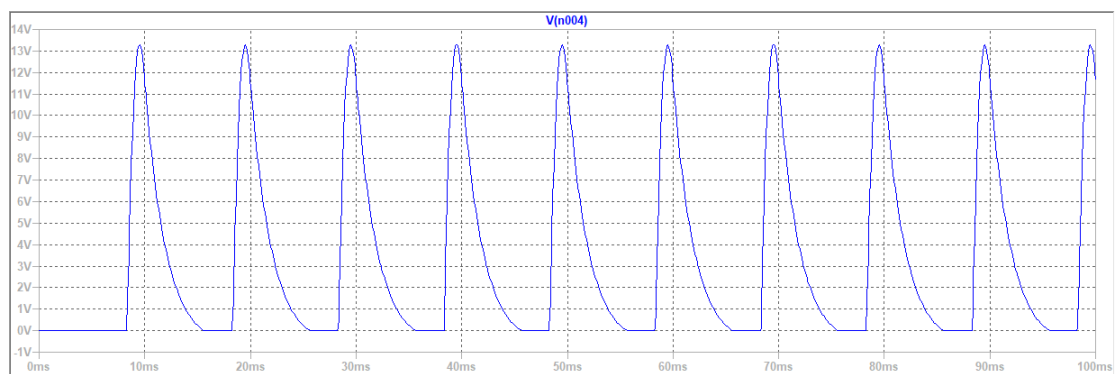


Рис. 18: Активно-индуктивная нагрузка с диодом,  $\alpha = 150^\circ$



## Задание 2

### Схема регулятора напряжения переменного тока

Построим схему регулятора переменного напряжения. Используем симметричный динистор U1 (DIAC) и симистор U2 (двунаправленные тиристоры – триаки)

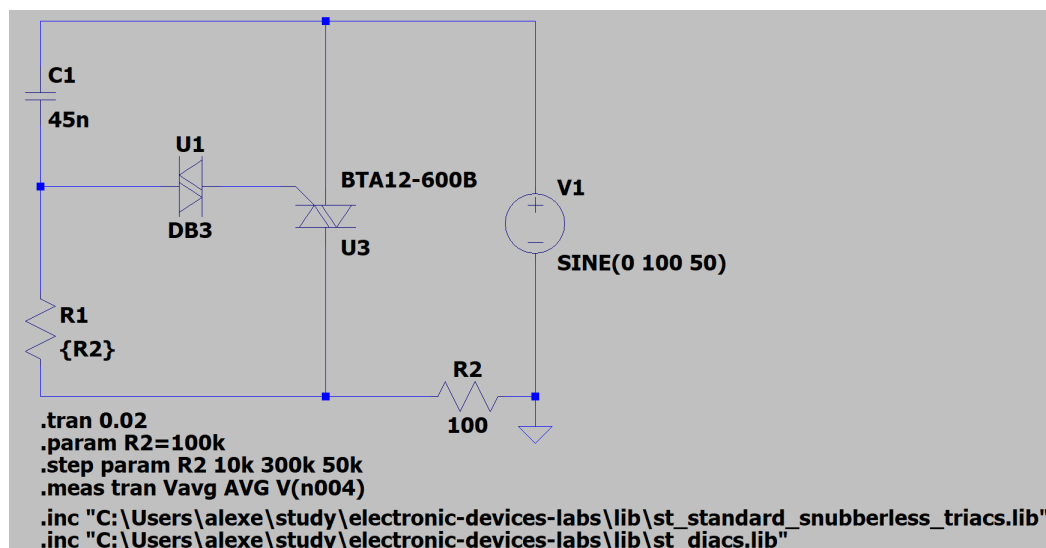


Рис. 19: Регулятор напряжения переменного тока

### Регулировочная характеристика регулятора напряжения при активной нагрузке

Снимем регулировочную характеристику регулятора напряжения  $U_{\text{вых}} = f(R)$  при активной нагрузке. В таблице представлены средние значения. Сопротивление R1 варьируем от  $10 \cdot 10^3$  до  $300 \cdot 10^3$  с шагом  $50 \cdot 10^3$

$R, \text{ Ом}$	$10 \cdot 10^3$	$60 \cdot 10^3$	$110 \cdot 10^3$	$160 \cdot 10^3$	$210 \cdot 10^3$	$260 \cdot 10^3$	$300 \cdot 10^3$
$U_{\text{вых}}, \text{ В}$	0.0263	0.3374	1.2721	2.731	4.6158	7.8872	3.2499

### Осциллограммы работы регулятора напряжения при активной нагрузке

Снимем осциллограммы работы регулятора при активной нагрузке для различных значений сопротивления R1. Результаты представлены на рис. 20-27

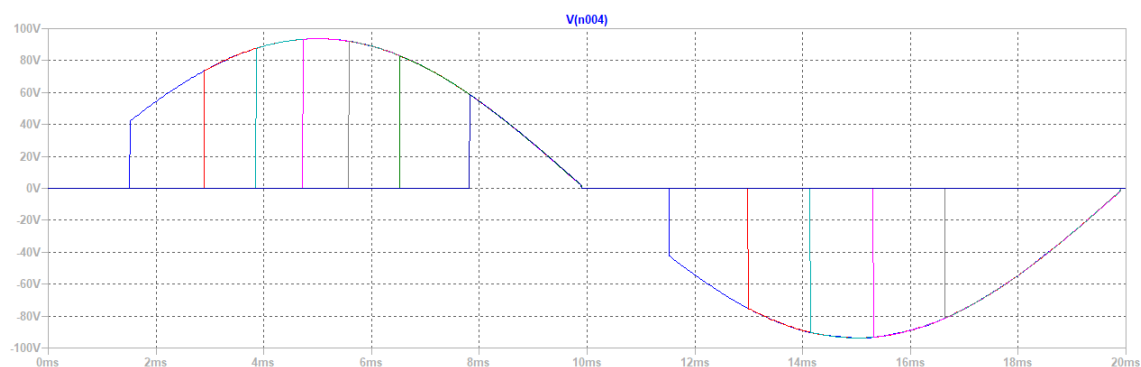


Рис. 20: Активная нагрузка,  $R \in 10^3 \cdot [10...300]$  Ом, шаг  $50 \cdot 10^3$  Ом

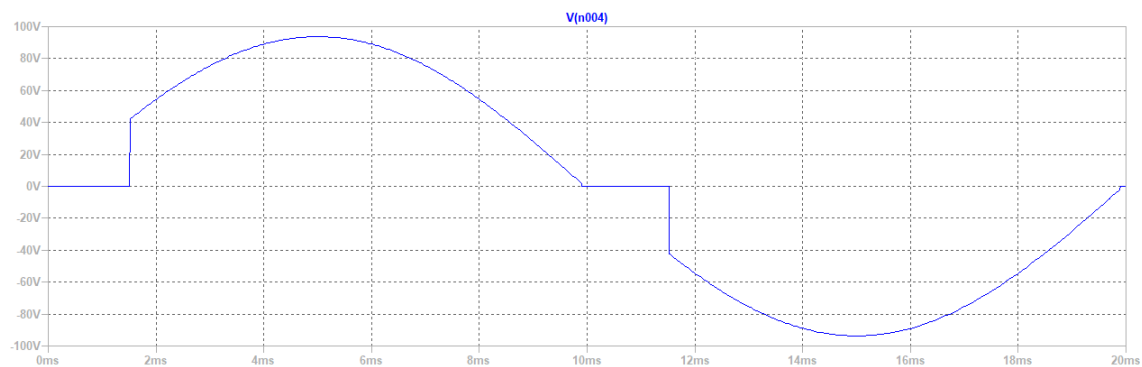


Рис. 21: Активная нагрузка,  $R = 10 \cdot 10^3 \Omega$

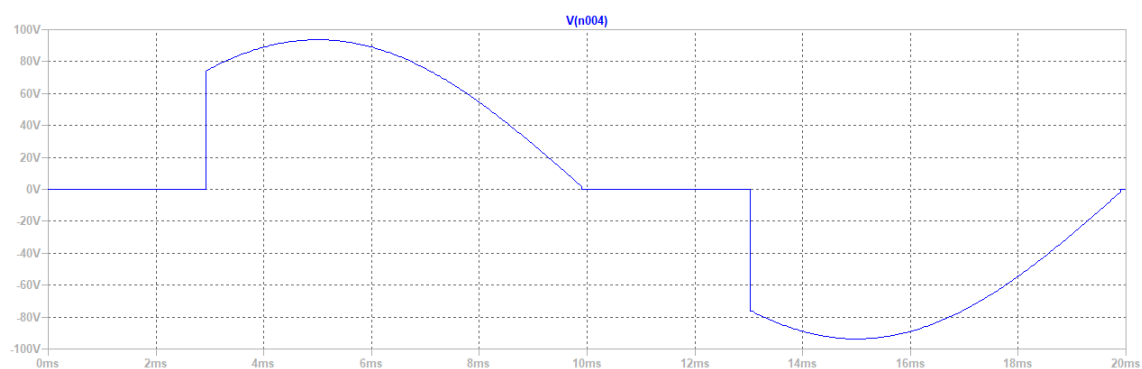


Рис. 22: Активная нагрузка,  $R = 60 \cdot 10^3 \Omega$

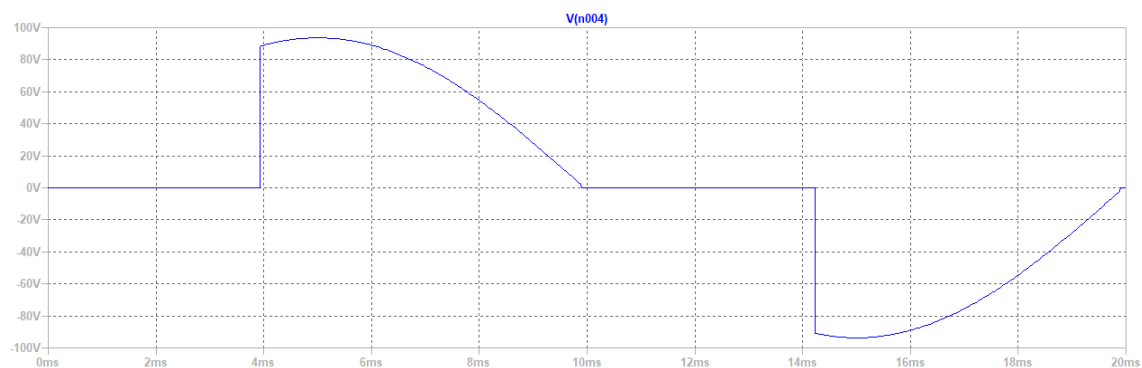


Рис. 23: Активная нагрузка,  $R = 110 \cdot 10^3 \Omega$

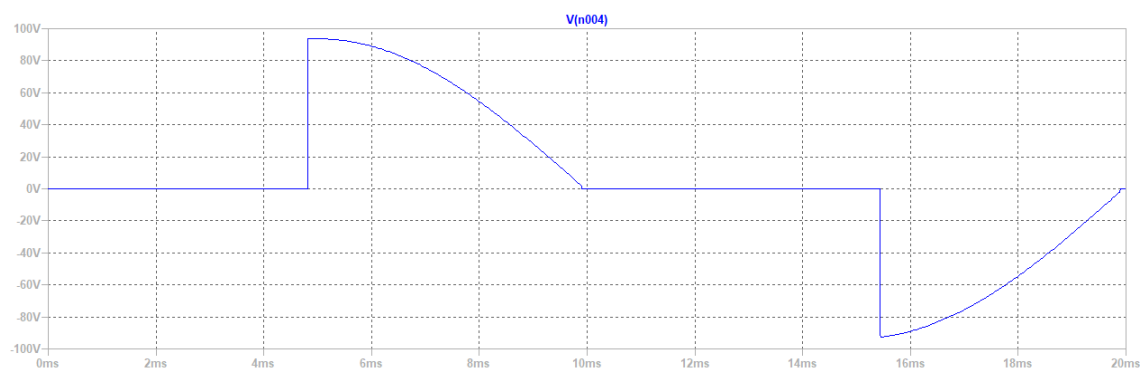


Рис. 24: Активная нагрузка,  $R = 160 \cdot 10^3 \Omega$

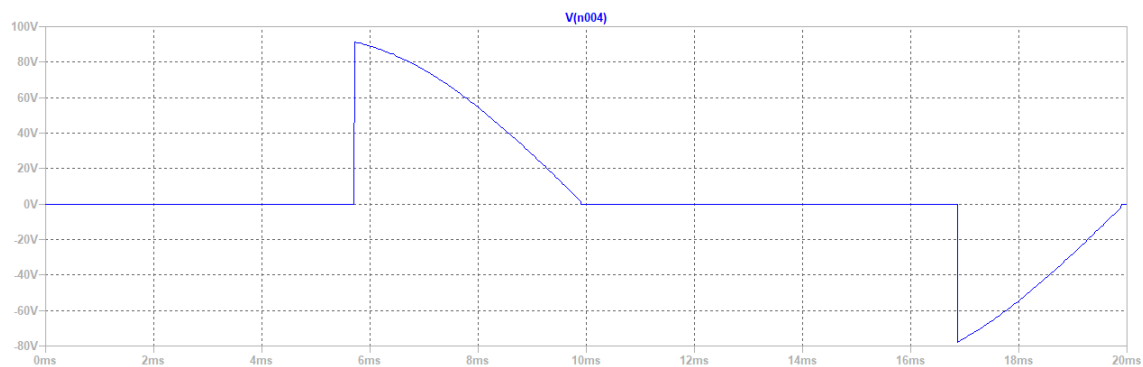


Рис. 25: Активная нагрузка,  $R = 210 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$

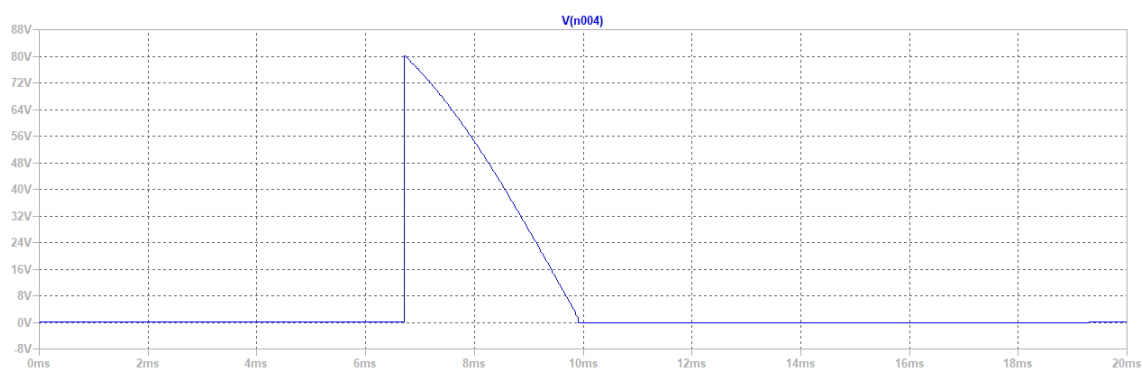


Рис. 26: Активная нагрузка,  $R = 260 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$

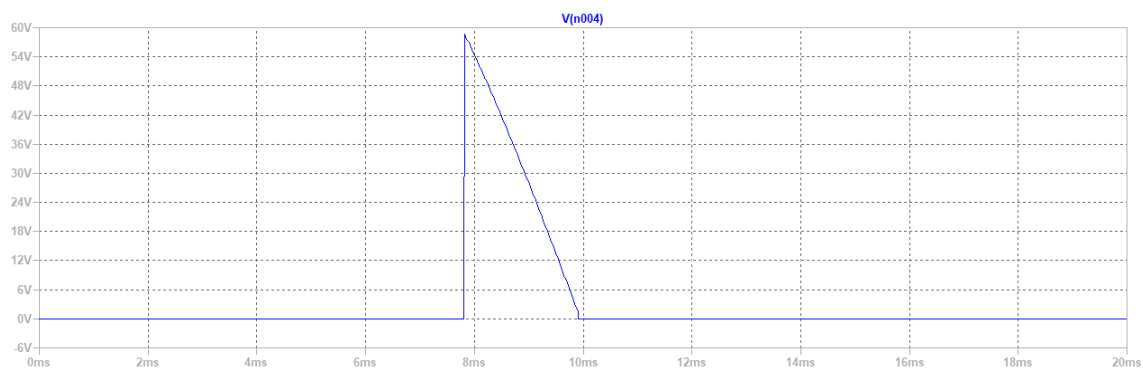


Рис. 27: Активная нагрузка,  $R = 300 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$

## Схема регулятора напряжения с катушкой индуктивности

Добавим в схему перед R2 катушку индуктивности с величиной индуктивности 20 мГн

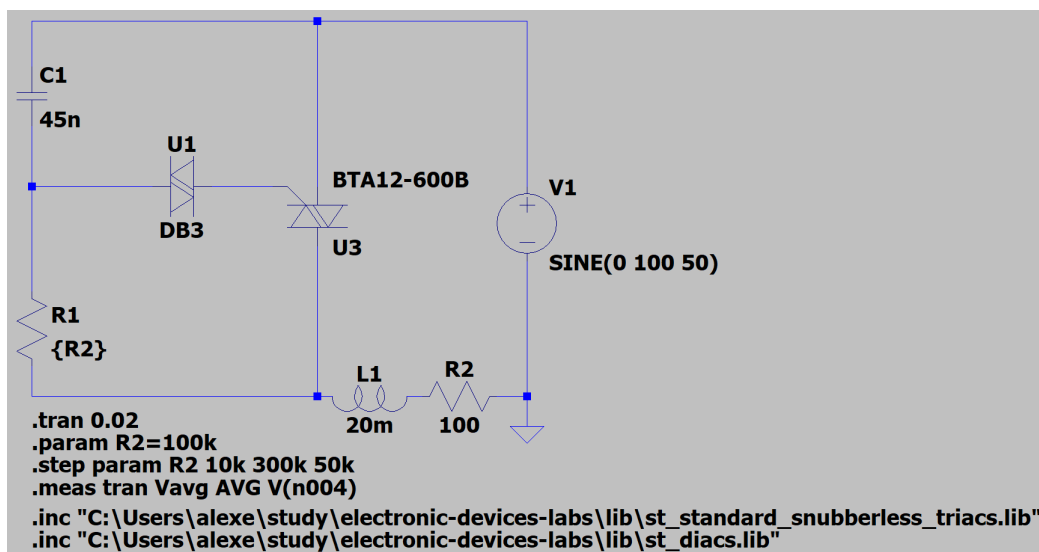


Рис. 28: Регулятор напряжения переменного тока

## Осциллограммы работы регулятора напряжения при активно-индуктивной нагрузке

Снимем осциллограммы работы регулятора при активно-индуктивной нагрузке для различных значений сопротивления R1. Рез-ы представлены на рис. 29-36

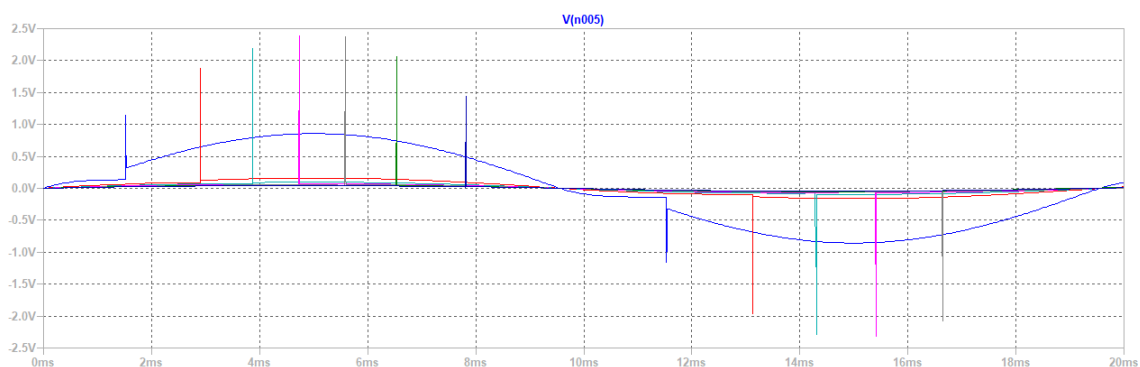


Рис. 29: Активно-индукт. нагр.,  $R \in 10^3 \cdot [10 \dots 300]$  Ом, шаг  $50 \cdot 10^3$  Ом,  $L = 20$  мГн

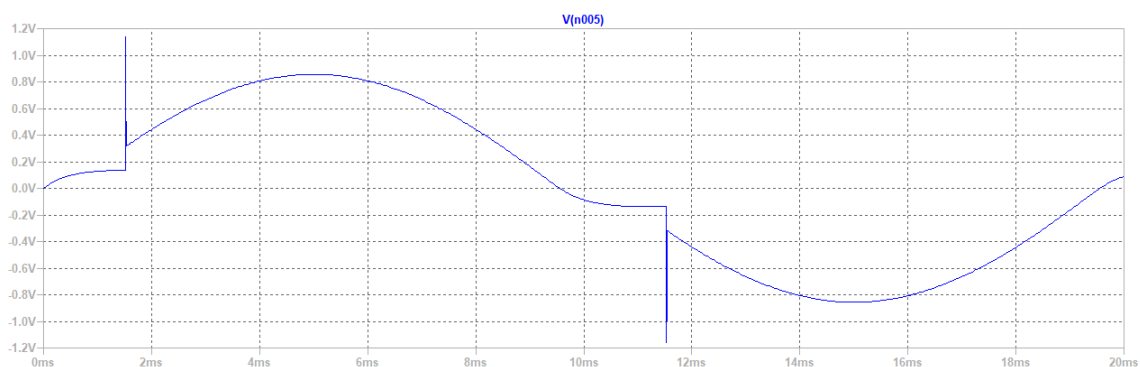


Рис. 30: Активно-индуктивная нагрузка,  $R = 10 \cdot 10^3$  Ом,  $L = 20$  мГн

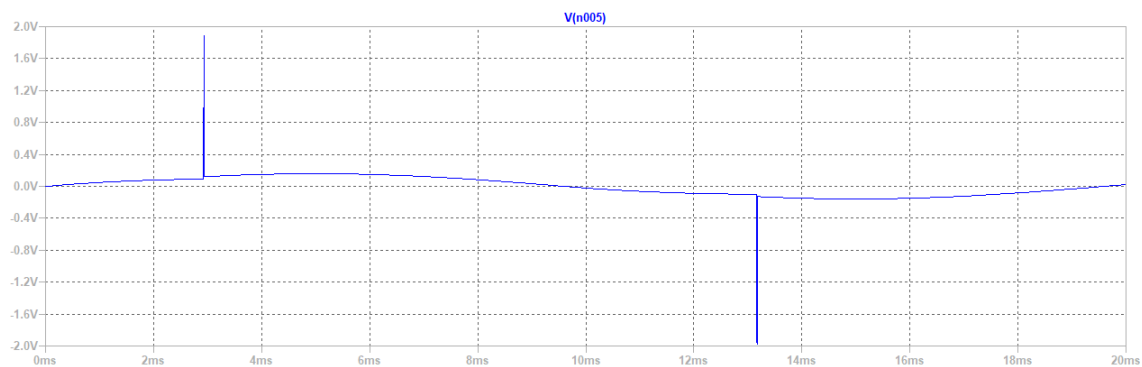


Рис. 31: Активно-индуктивная нагрузка,  $R = 60 \cdot 10^3$  Ом,  $L = 20$  мГн

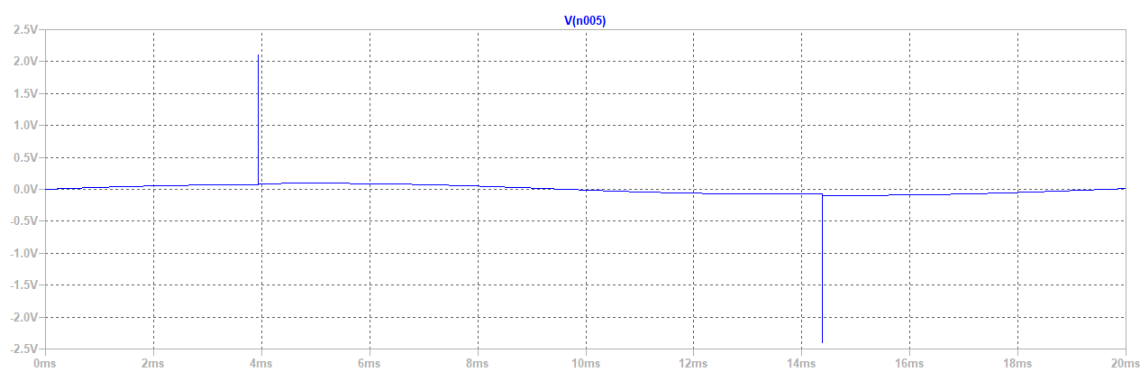


Рис. 32: Активно-индуктивная нагрузка,  $R = 110 \cdot 10^3$  Ом,  $L = 20$  мГн

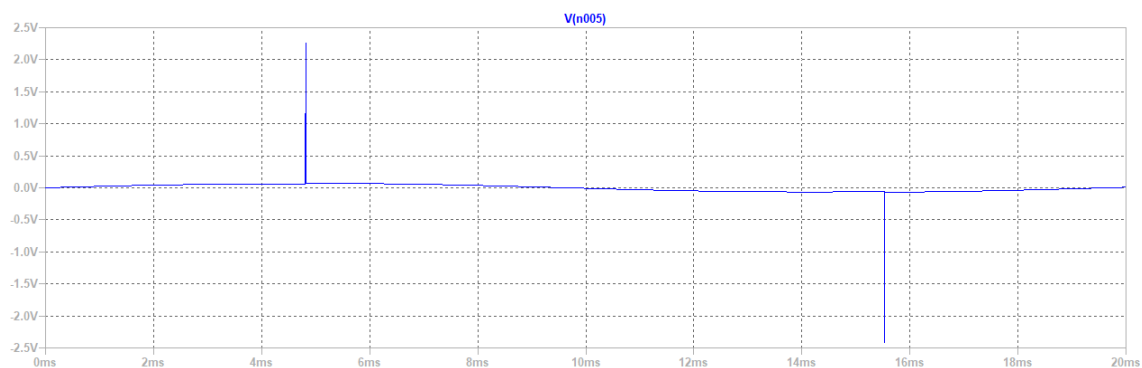


Рис. 33: Активно-индуктивная нагрузка,  $R = 160 \cdot 10^3$  Ом,  $L = 20$  мГн

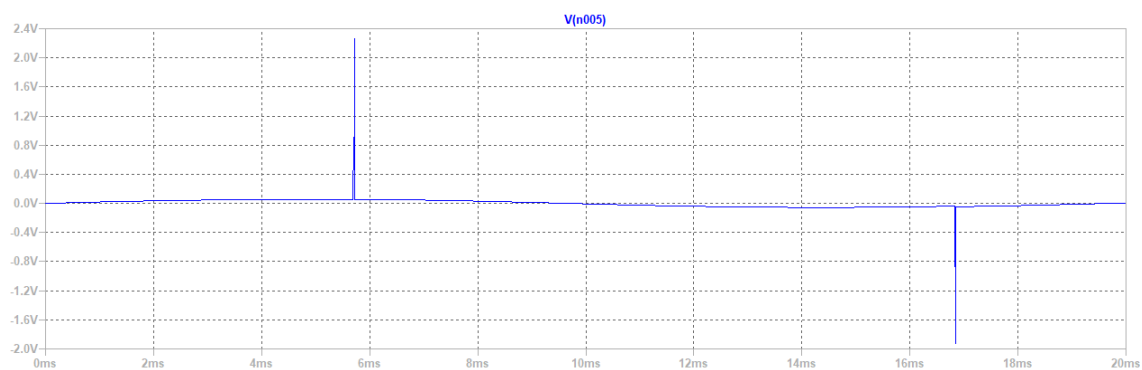


Рис. 34: Активно-индуктивная нагрузка,  $R = 210 \cdot 10^3$  Ом,  $L = 20$  мГн

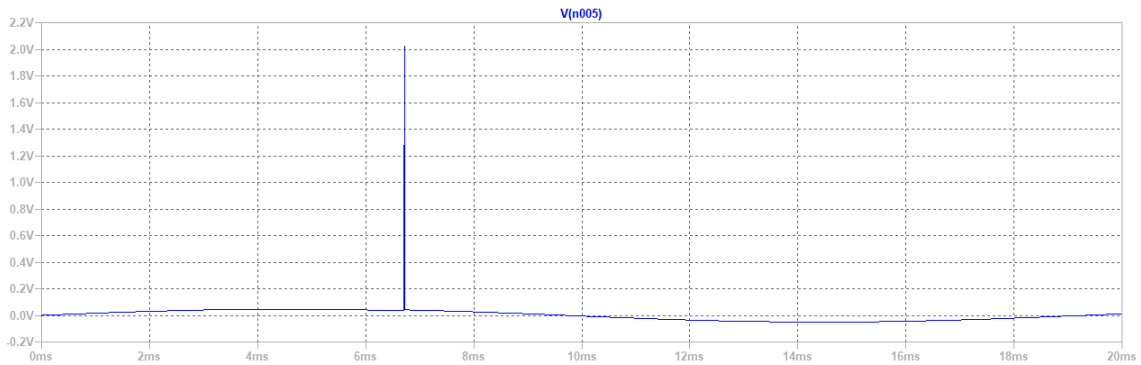


Рис. 35: Активно-индуктивная нагрузка,  $R = 260 \cdot 10^3 \text{ Ом}$ ,  $L = 20 \text{ мГн}$

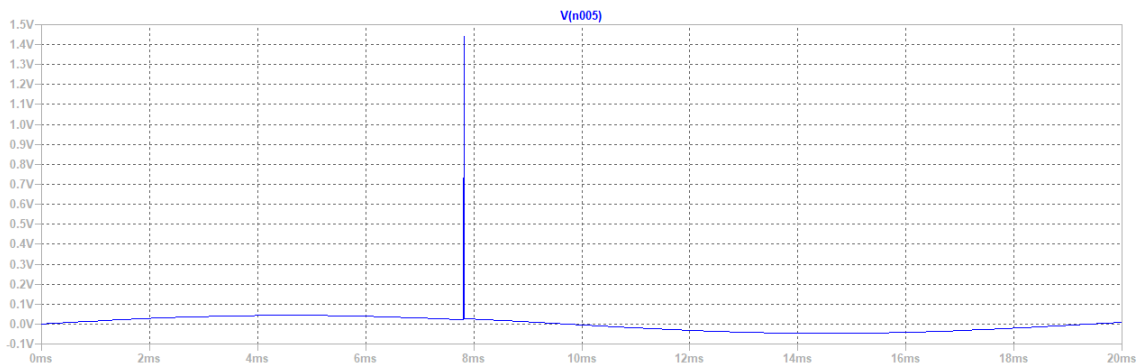


Рис. 36: Активно-индуктивная нагрузка,  $R = 300 \cdot 10^3 \text{ Ом}$ ,  $L = 20 \text{ мГн}$

Наблюдаем явление самоиндукции. В подобные схемы катушки индуктивности ставить не нужно.

### Схема регулятора напряжения с конденсатором

Уберем из схемы катушку индуктивности L1 и добавим конденсатор C2 с емкостью 10 мкФ

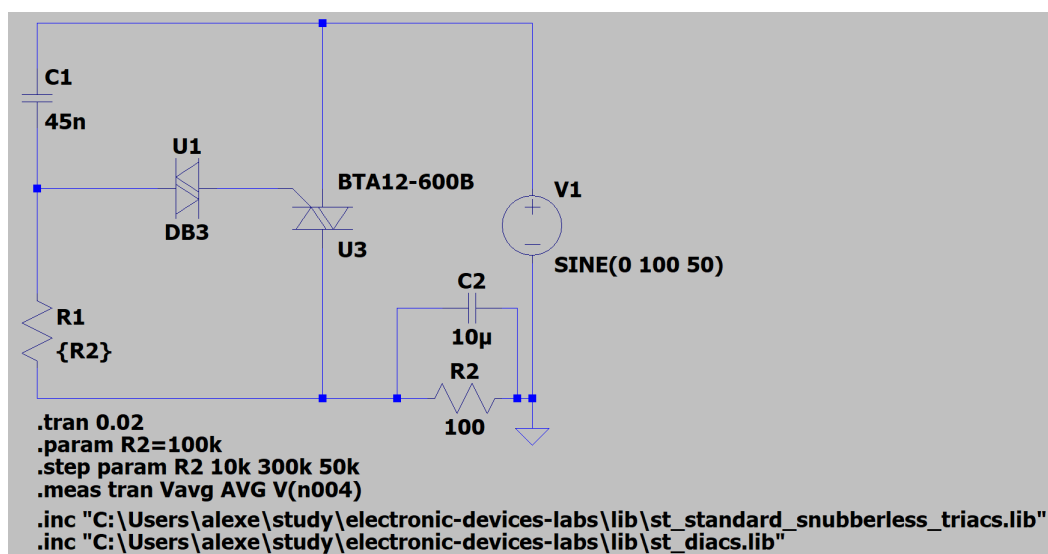


Рис. 37: Регулятор напряжения переменного тока

## Осциллограммы работы регулятора напряжения при активно-емкостной нагрузке

Снимем осциллограммы работы регулятора при активно-емкостной нагрузке для различных значений сопротивления  $R_1$ . Результаты представлены на рис. 38–45

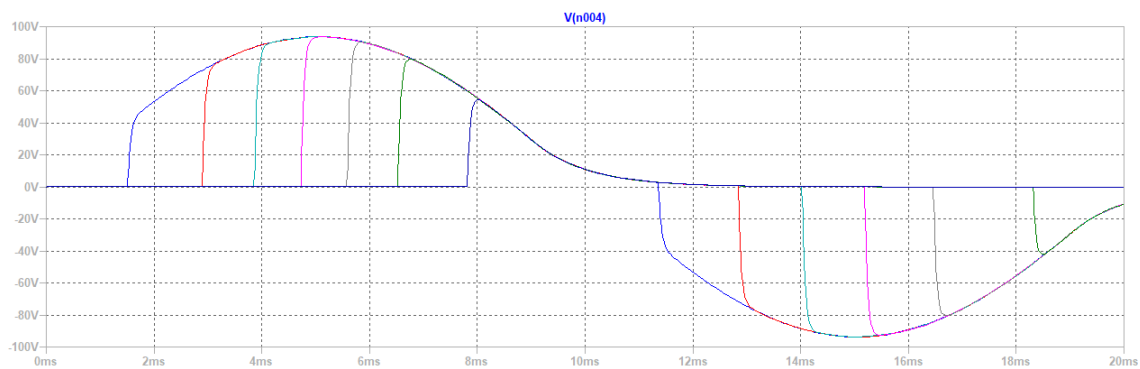


Рис. 38: Активно-емкостная нагрузка,  $R \in 10^3 \cdot [10 \dots 300]$  Ом, шаг  $50 \cdot 10^3$  Ом,  $C = 10$  мкФ

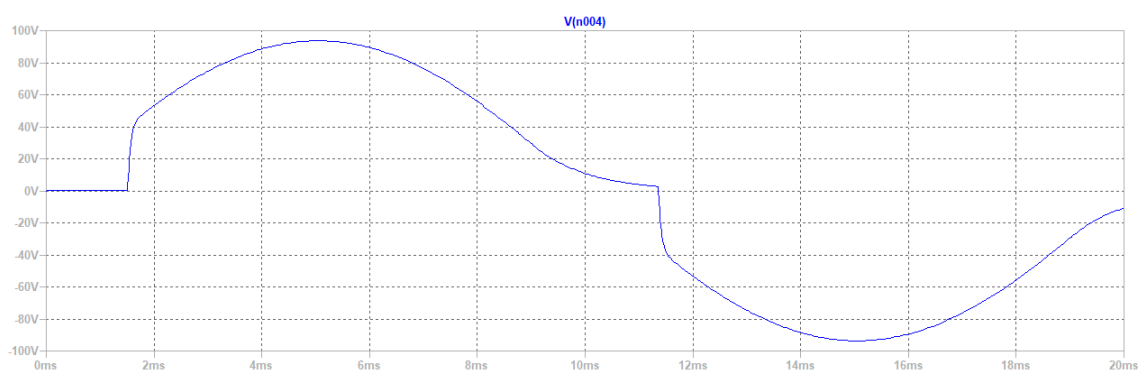


Рис. 39: Активно-емкостная нагрузка,  $R = 10 \cdot 10^3$  Ом,  $C = 10$  мкФ

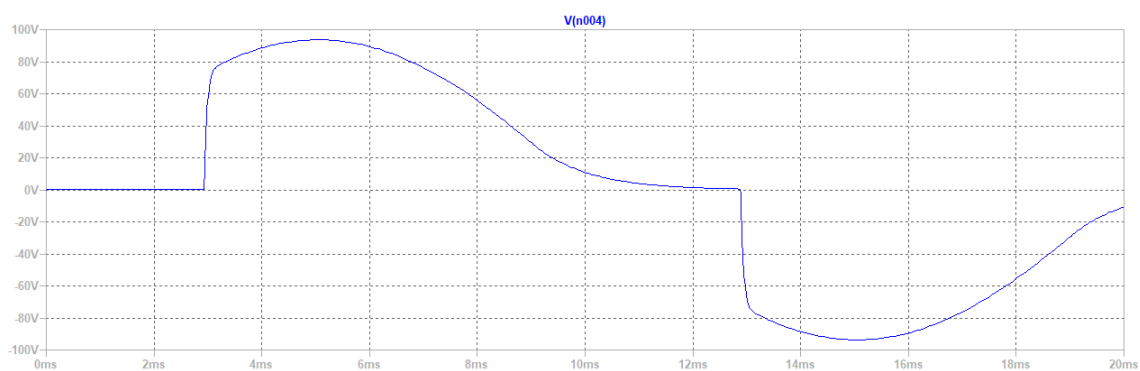


Рис. 40: Активно-емкостная нагрузка,  $R = 60 \cdot 10^3$  Ом,  $C = 10$  мкФ

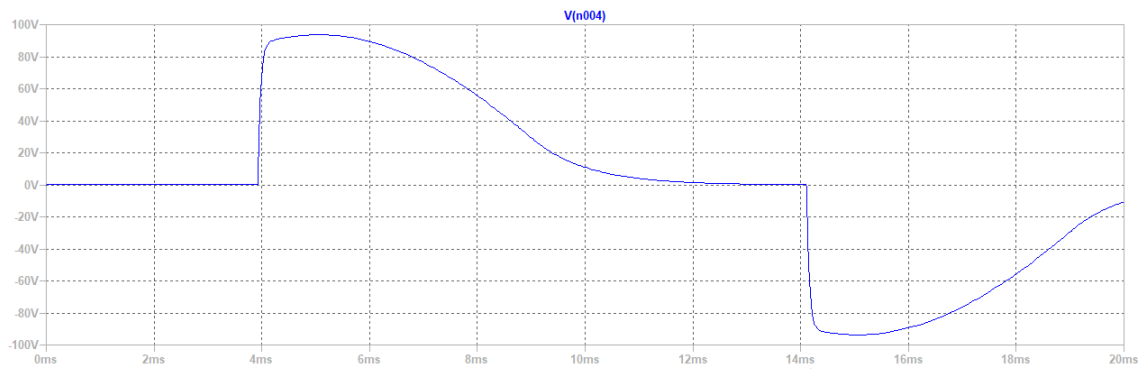


Рис. 41: Активно-емкостная нагрузка,  $R = 110 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$

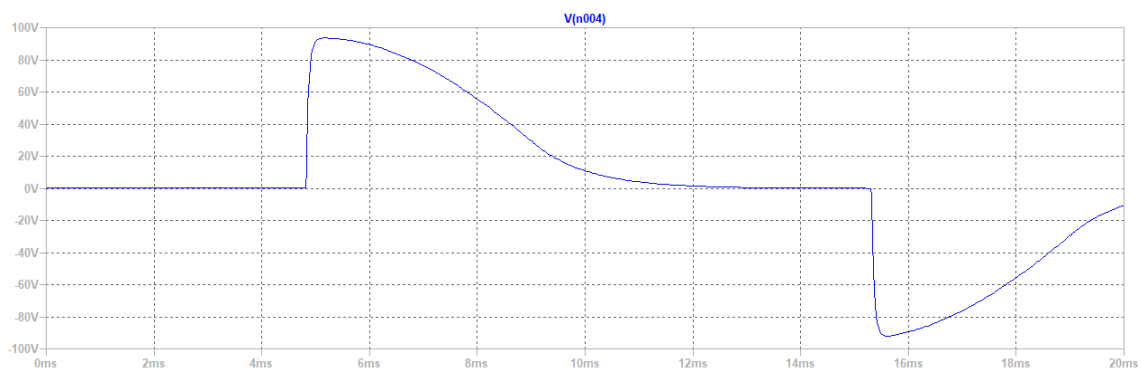


Рис. 42: Активно-емкостная нагрузка,  $R = 160 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$

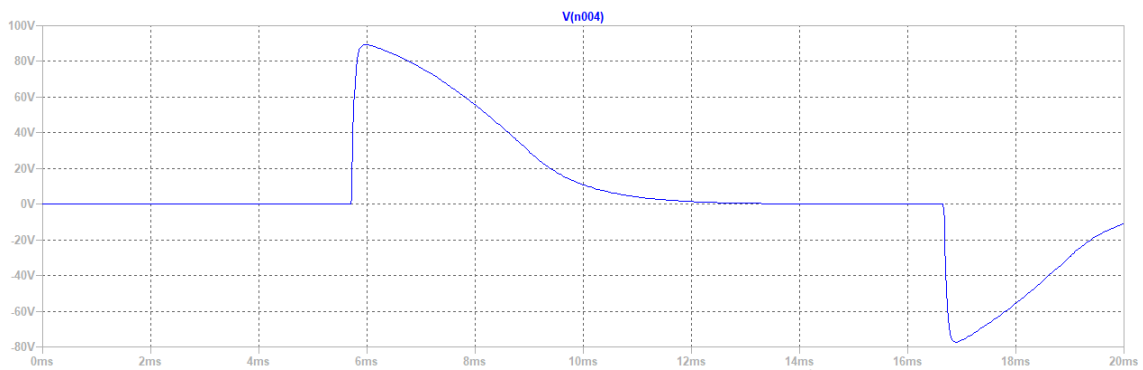


Рис. 43: Активно-емкостная нагрузка,  $R = 210 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$

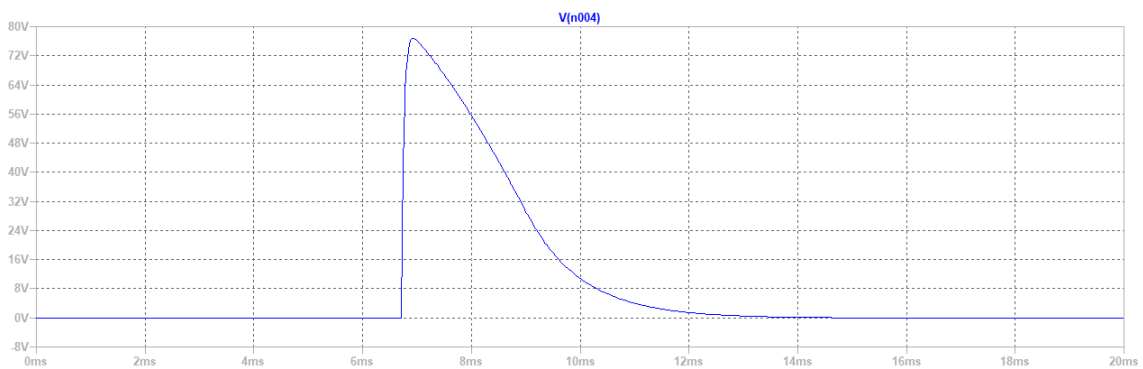


Рис. 44: Активно-емкостная нагрузка,  $R = 260 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$



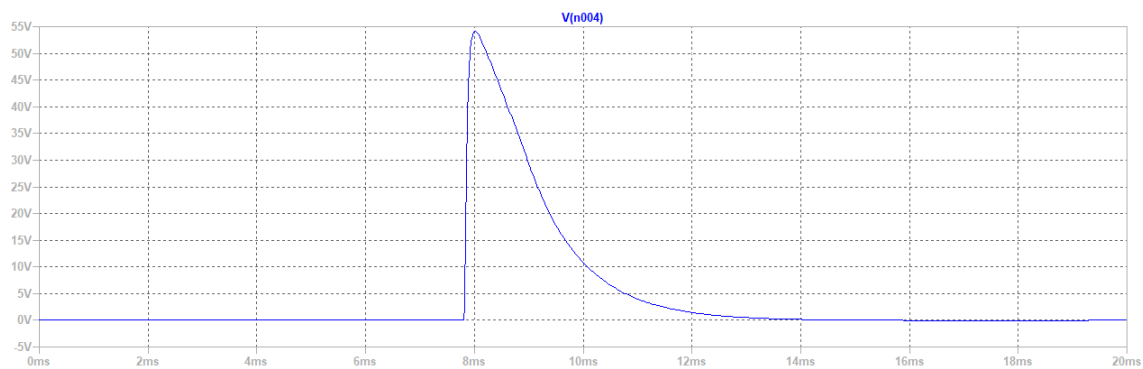


Рис. 45: Активно-емкостная нагрузка,  $R = 300 \cdot 10^3$  Ом,  $C = 10$  мкФ

## Вывод

В данной лабораторной работе были найдены регулировочные характеристики выпрямителя и регулятора напряжения. Были построены и смоделированы схемы, представлены результаты работы выпрямителя и регулятора напряжения в виде осциллограмм при различных типах нагрузки.