

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО”
ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

Отчёт по лабораторной работе №4
"Исследование регулируемых схем на тиристорах"
по дисциплине "Электронные устройства мехатронных и
робототехнических систем"
Вариант №5

Выполнили:
Студенты группы R34362
Ванчукова Татьяна Сергеевна
Зайцев Даниил Александрович
Симонян Анна Юрьевна
Преподаватель:
Николаев Николай Анатольевич,
доцент факультета СУиР

Санкт-Петербург, 2023

1 Цель работы

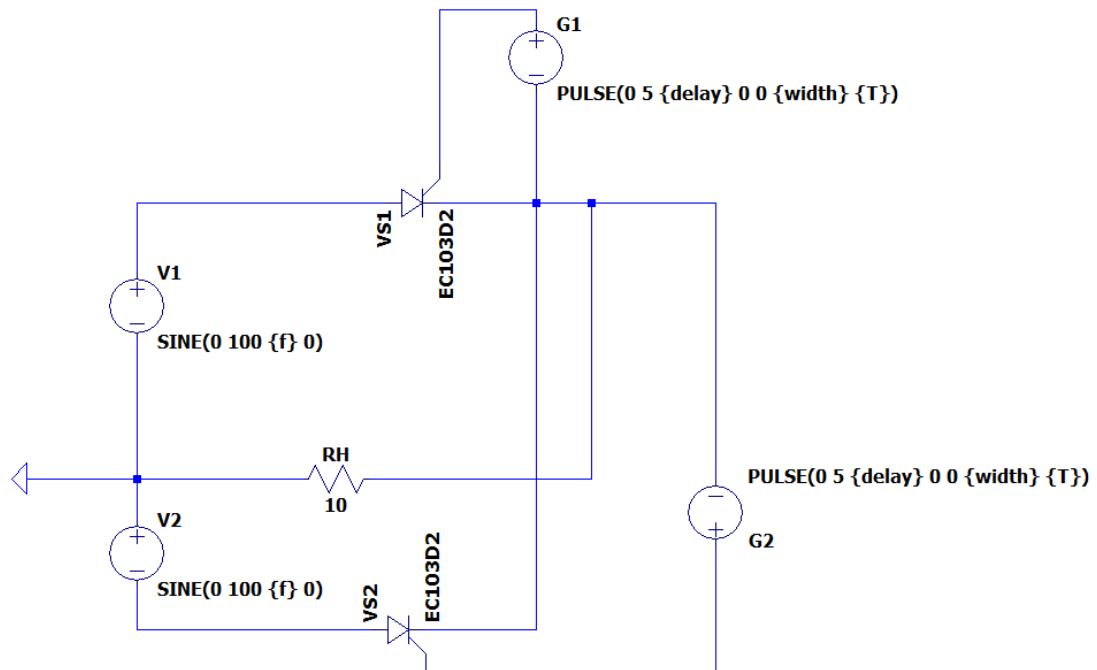
Исследование двухполупериодных регулируемых выпрямителей и регулятора напряжения переменного тока на управляемых полупроводниковых приборах, работающих на активную и активно-индуктивную нагрузку

При выполнении лабораторной работы исследуются следующие тиристорные схемы:

- регулируемый выпрямитель с выводом от средней точки ;
- двухполупериодный мостовой регулируемый выпрямитель ;
- регулятор напряжения переменного тока ;

2 Материалы работы

2.1 Исследование регулируемого выпрямителя с выводом от средней точки с СИФУ



```
.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\Thyristor_SCR.lib
.param f = 50 T = 1/f
.param delay = alpha*T/360
.param width = 50u
.param alpha=130

.tran 0.05
```

Рис. 1: Схема двухполупериодного управляемого выпрямителя с выводом от средней точки

Вычислим регулировочную характеристику $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ выпрямителя при разных значениях α , при активной нагрузке.

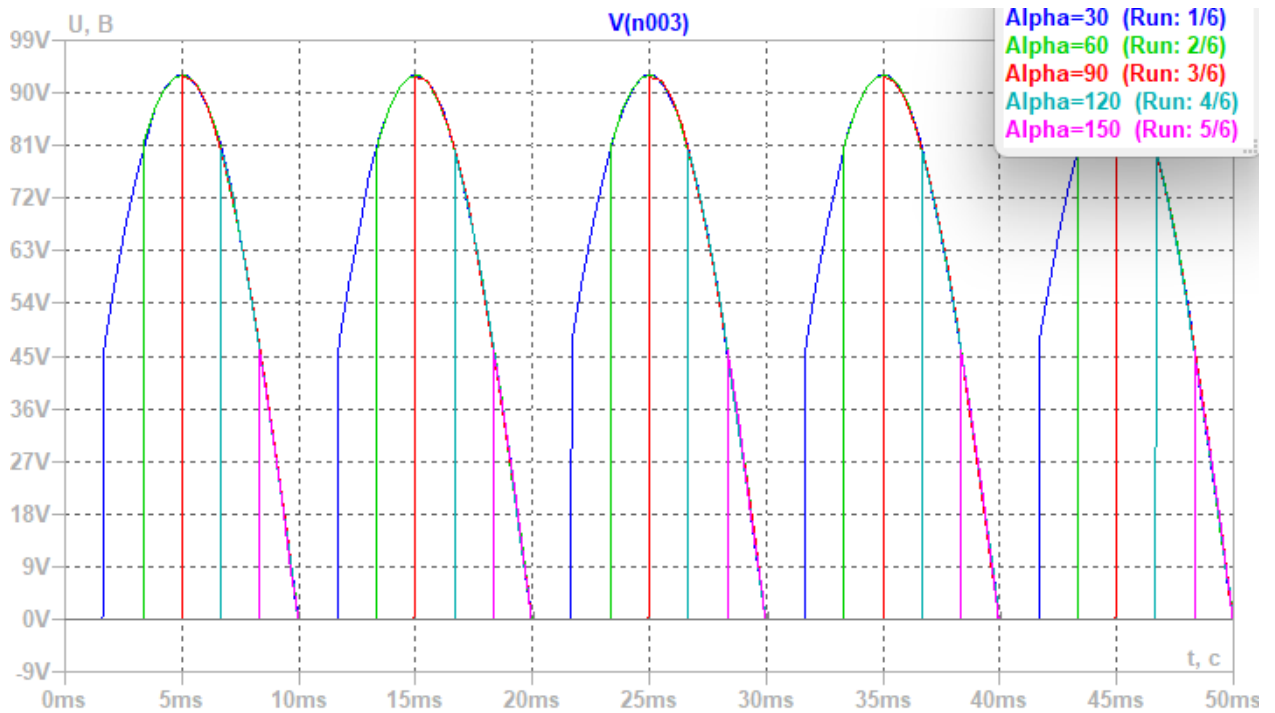


Рис. 2: Регулировочная характеристика $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$

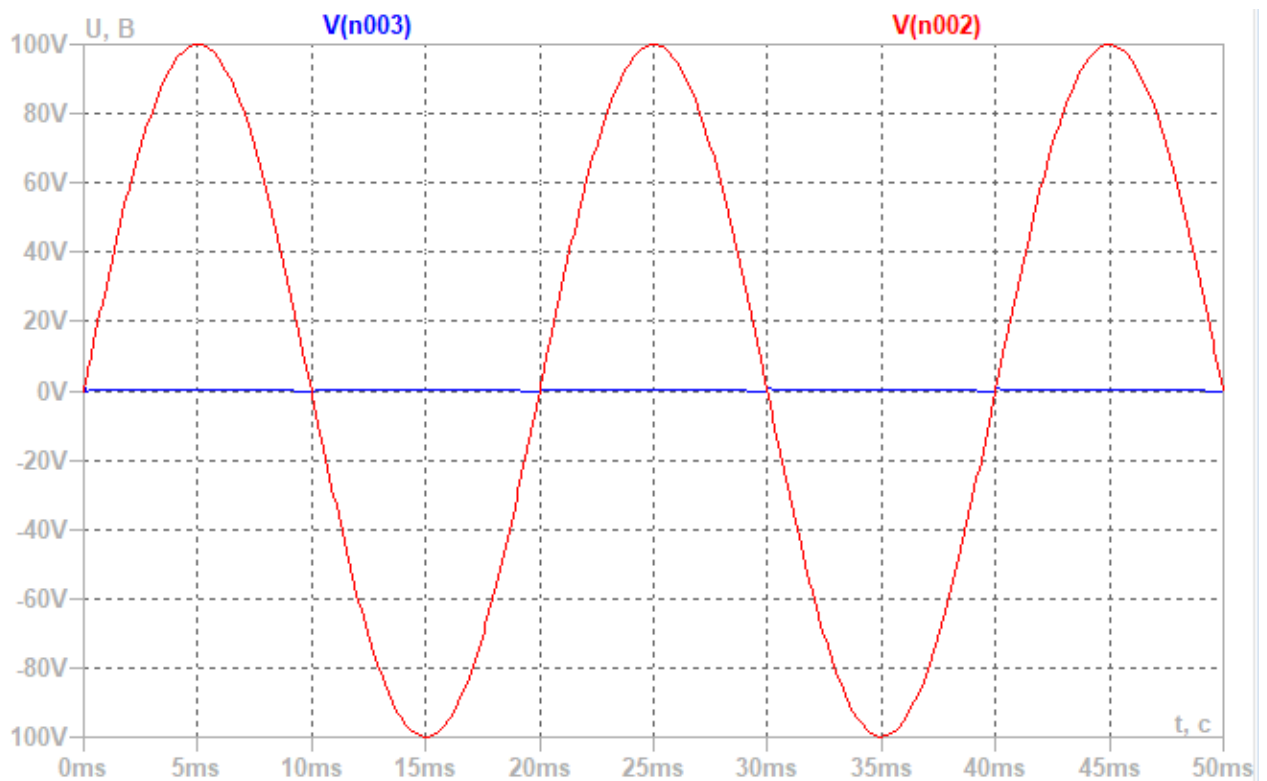


Рис. 3: График $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 0^\circ$ и при $\alpha = 180^\circ$

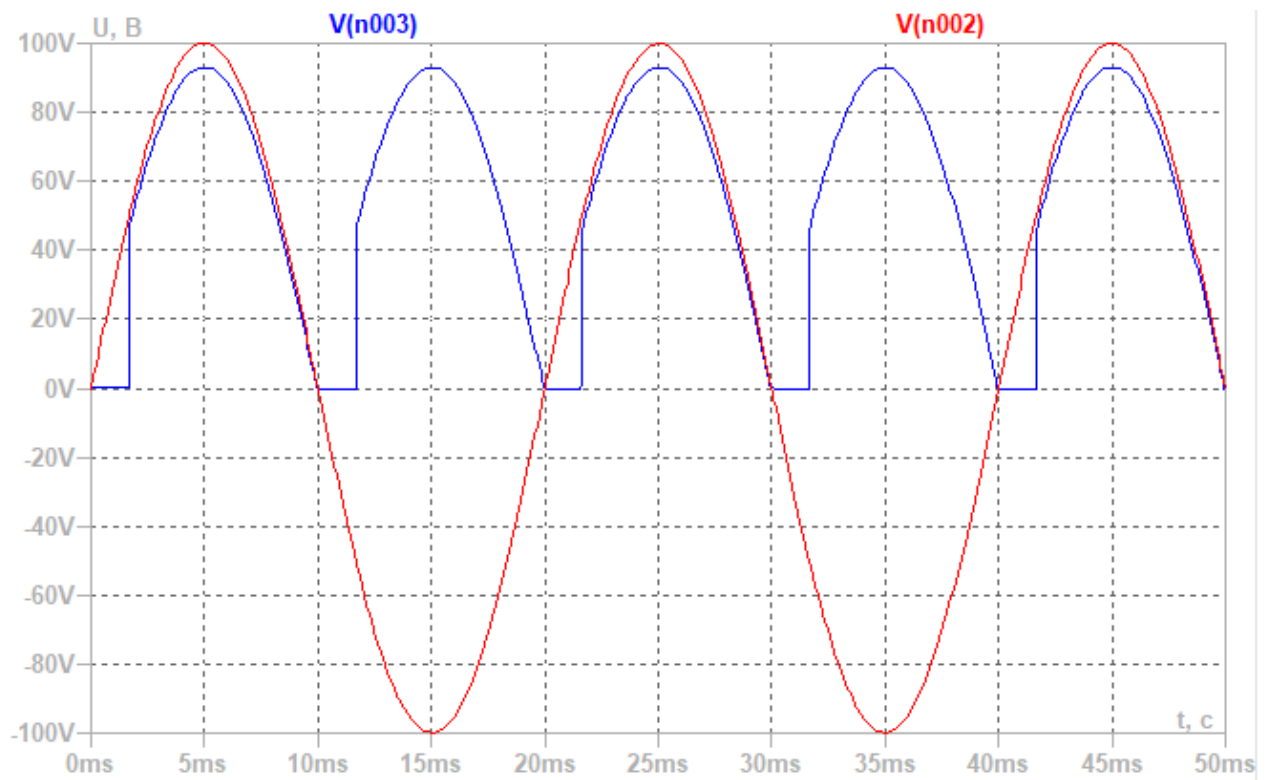


Рис. 4: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 30^\circ$

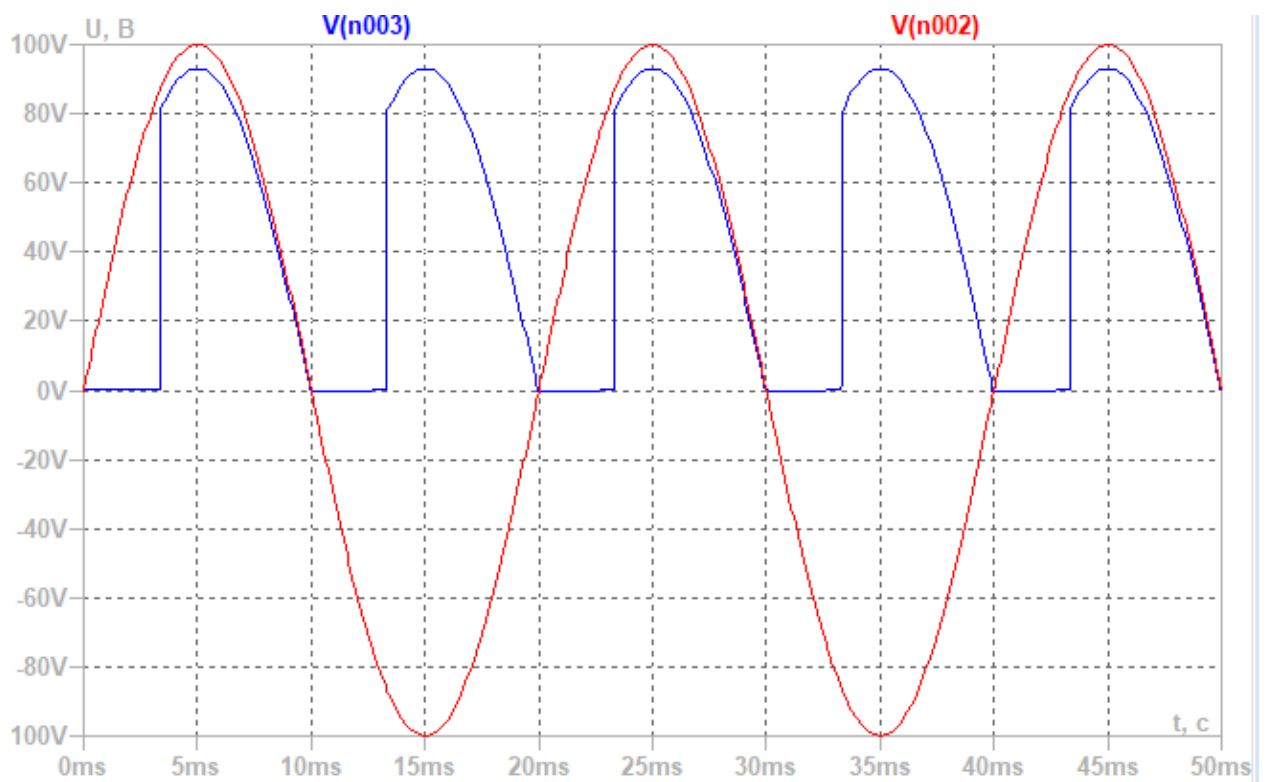


Рис. 5: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 60^\circ$

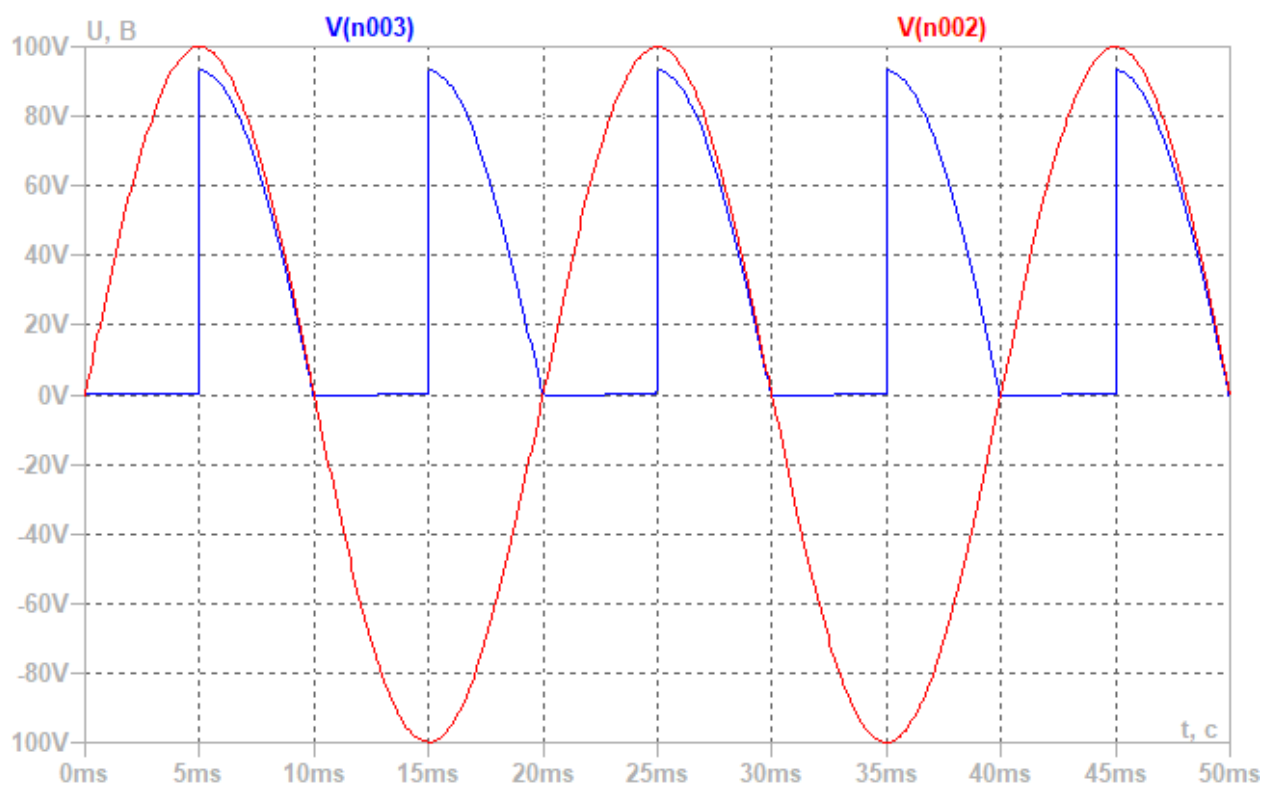


Рис. 6: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 90^\circ$

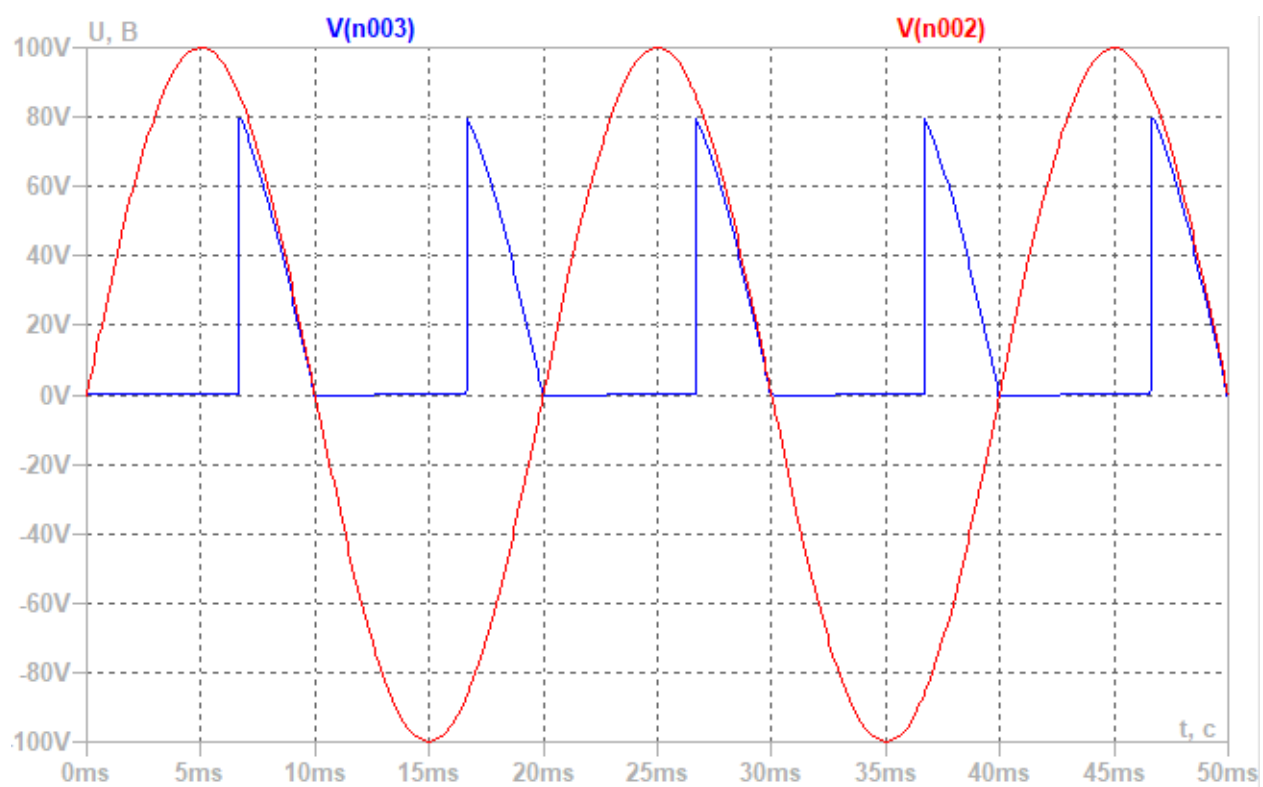


Рис. 7: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 120^\circ$

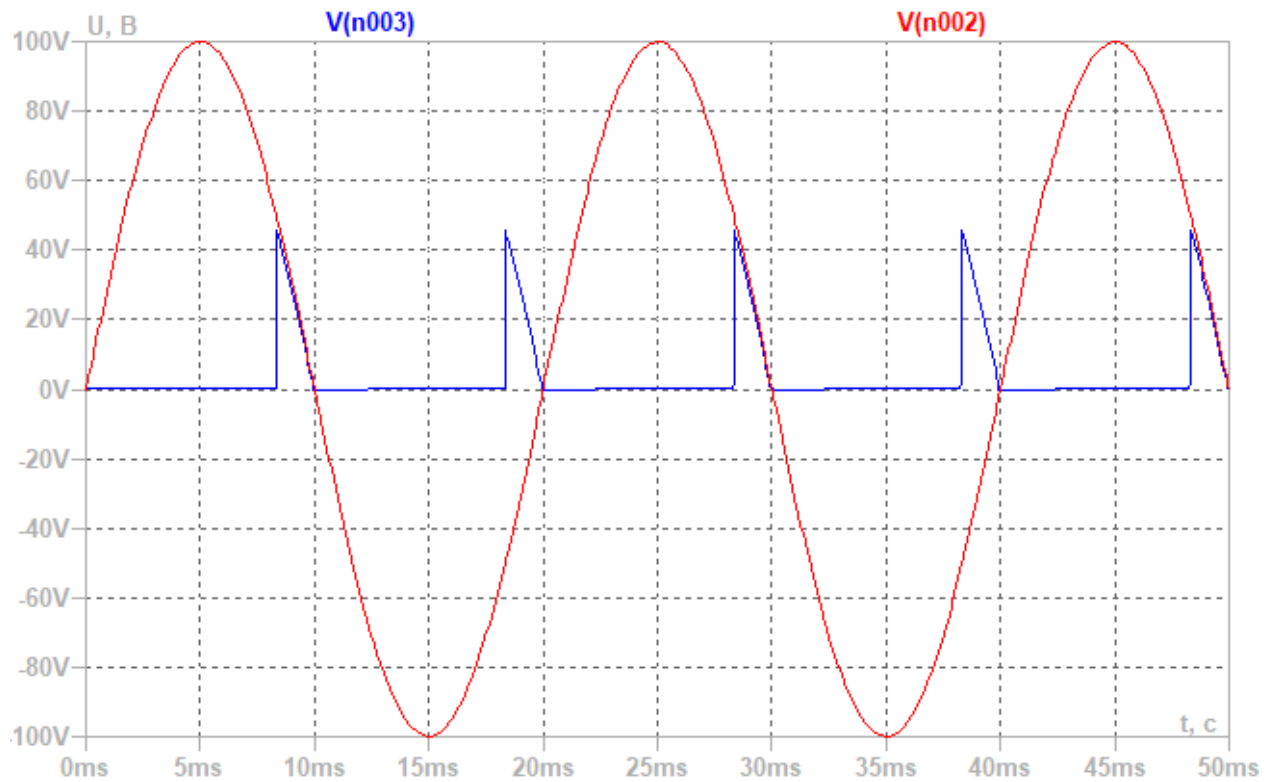
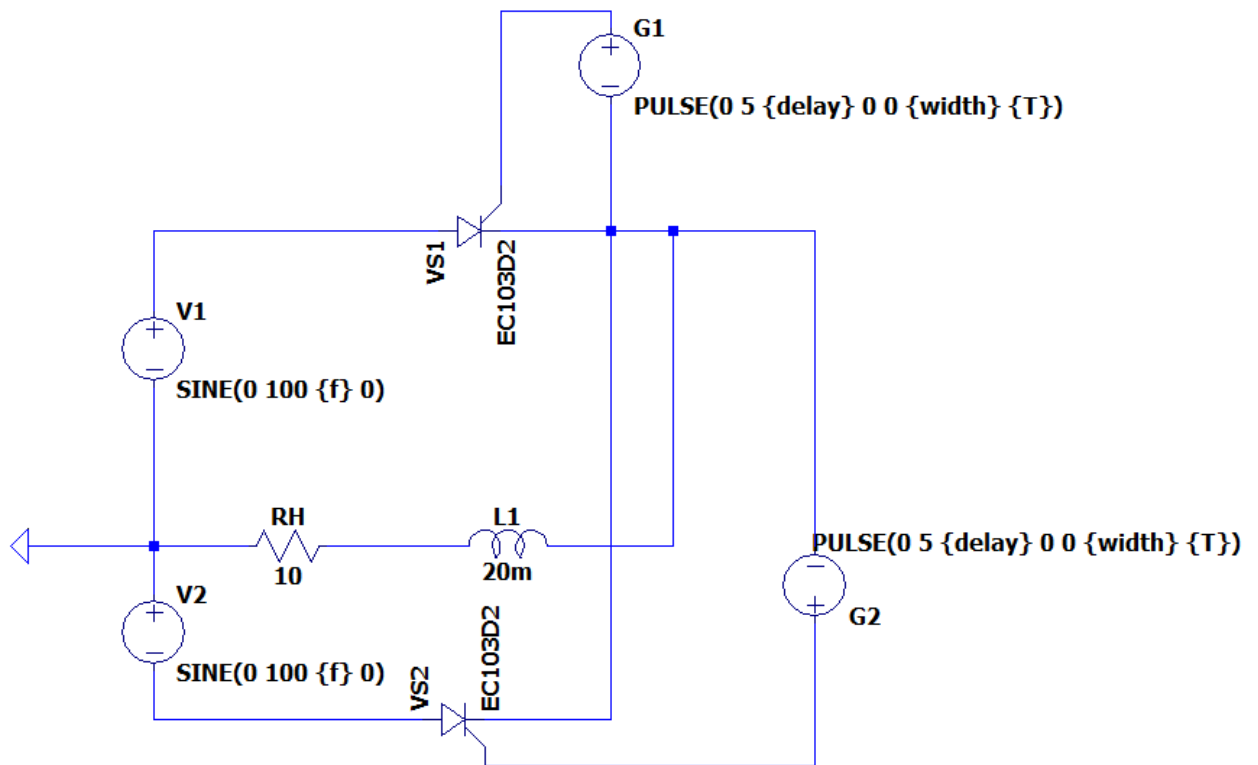


Рис. 8: График $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 150^\circ$

Анализируя графики регулировочной характеристики $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$, можно заметить, что, действительно, изменяя угол отпирания α , регулируем напряжение на нагрузке от максимальной величины до нуля. То есть, чем больше угол, тем меньше максимальное напряжение.



```
.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\Thyristor_SCR.lib
.param f = 50 T = 1/f
.param delay = alpha*T/360
.param width = 50u
.param alpha=0
.tran 0.05
```

Рис. 9: Схема двухполупериодного управляемого выпрямителя с выводом от средней точки при активно-индуктивной нагрузке

Вычислим регулировочную характеристику $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ выпрямителя при разных значениях α , при активно-индуктивной нагрузке.

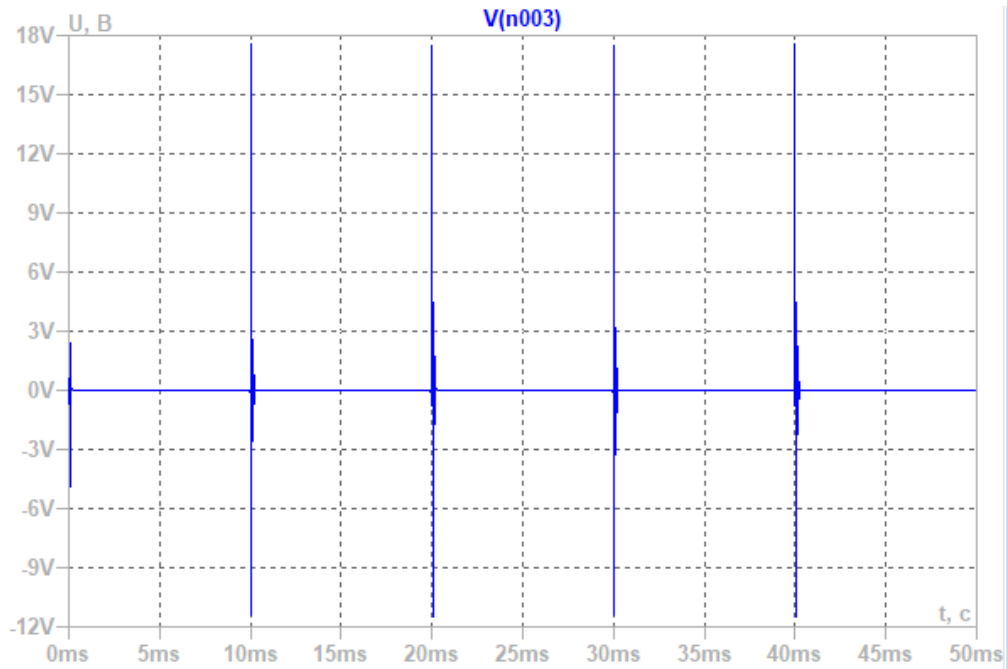


Рис. 10: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 0^\circ$ и при $\alpha = 180^\circ$

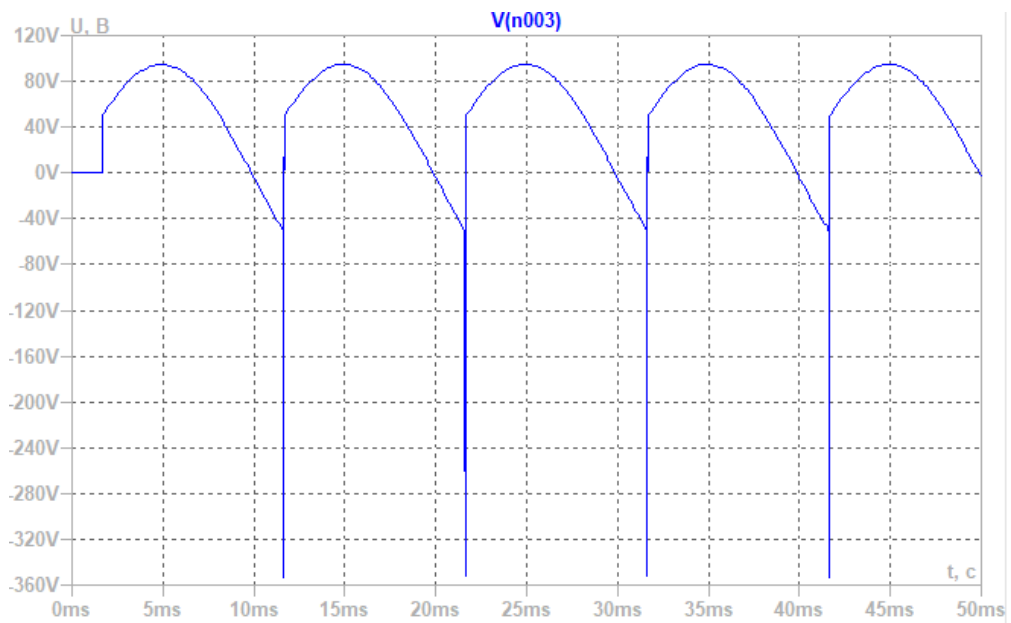


Рис. 11: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 30^\circ$

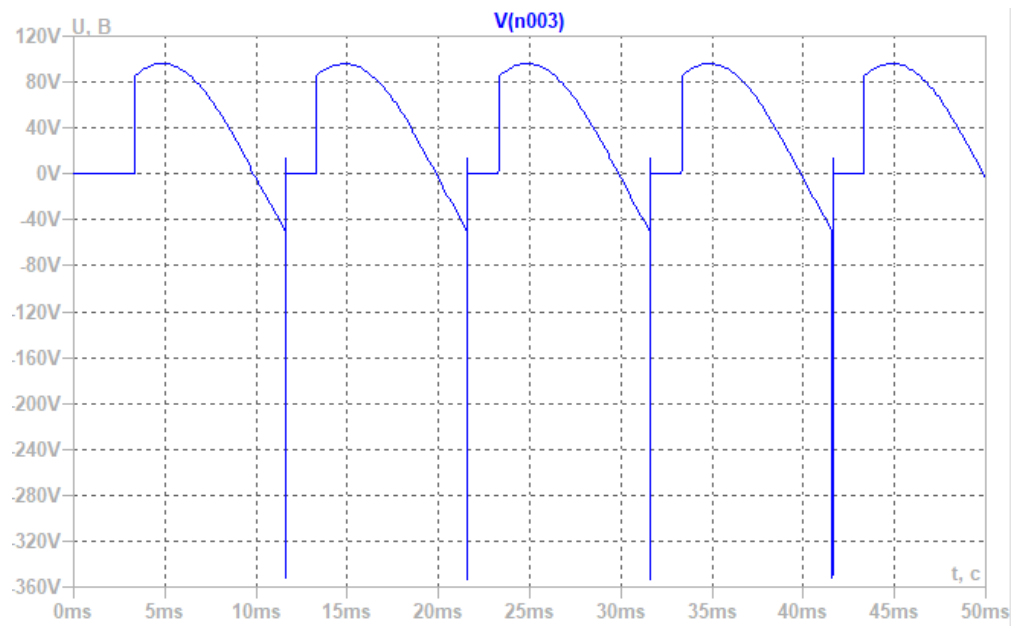


Рис. 12: Графика $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 60^\circ$

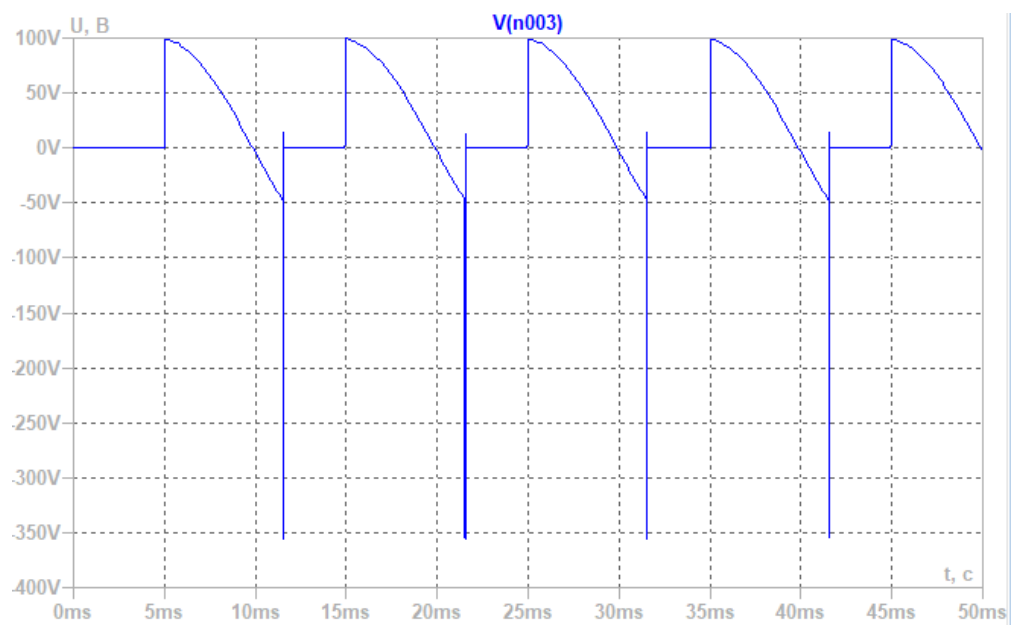


Рис. 13: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 90^\circ$

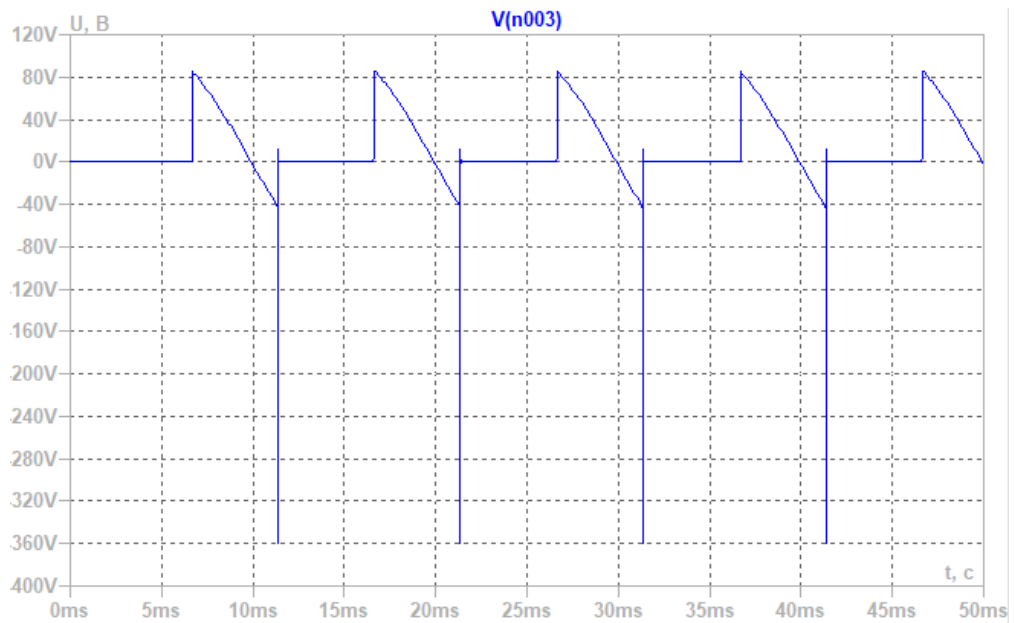


Рис. 14: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 120^\circ$

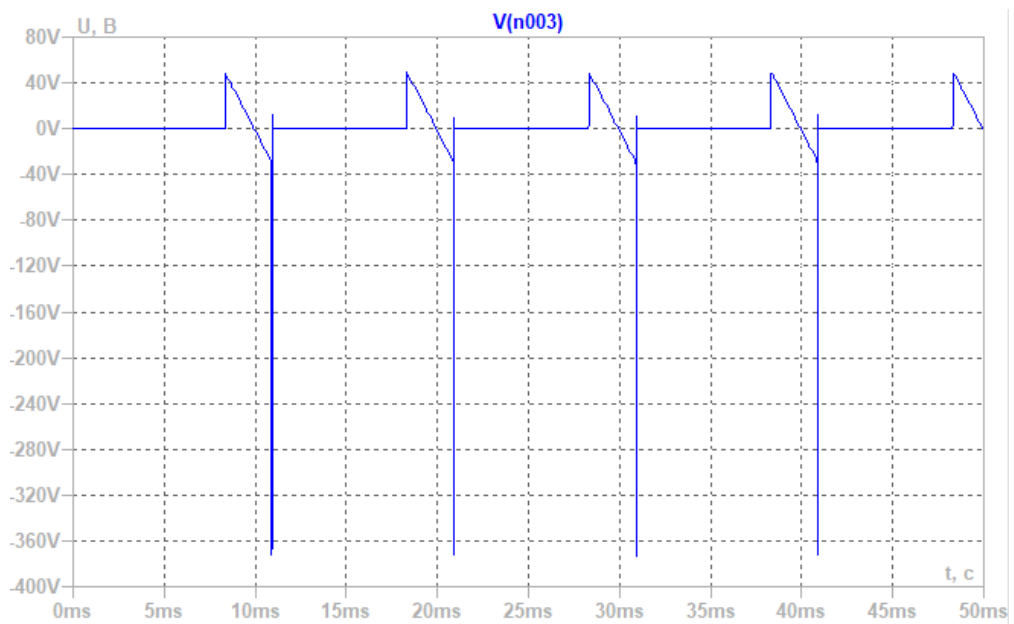
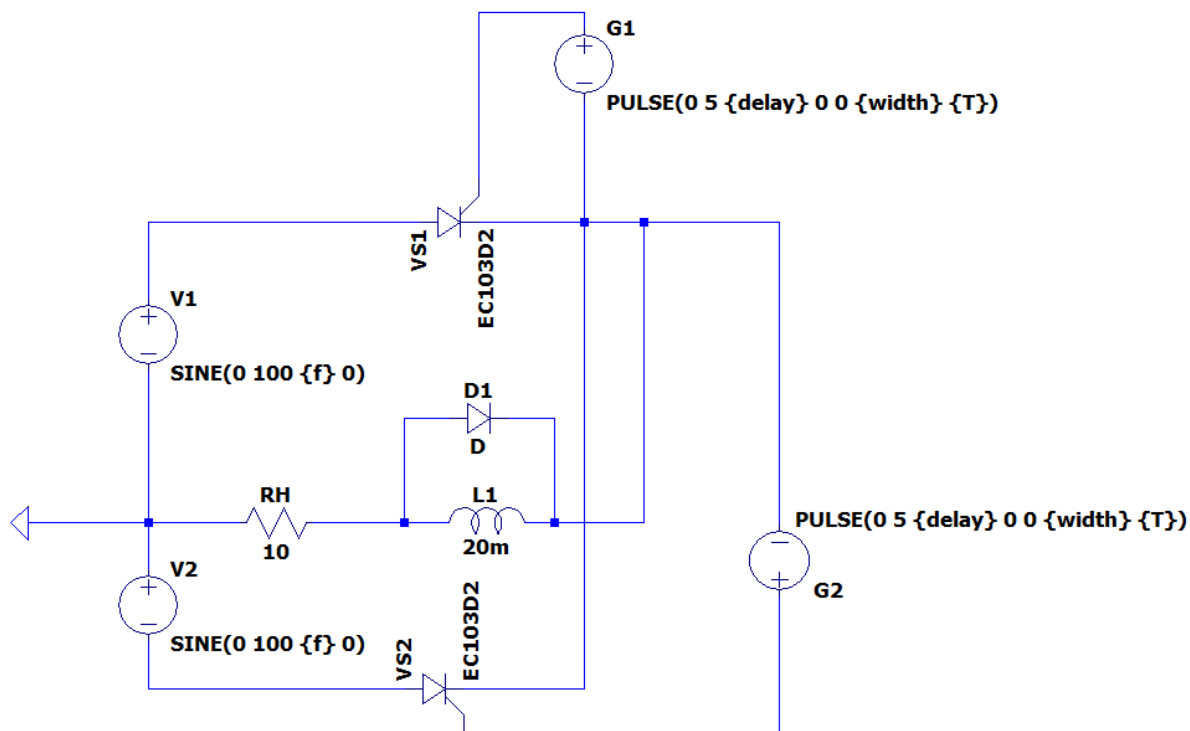


Рис. 15: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 150^\circ$

При активно-индуктивной нагрузке можно увидеть скачок напряжения, он вызван тем, что ток продолжает протекать через нагрузку после перехода напряжения питания через ноль из-за того, что энергия, запасенная в индуктивности, отдается обратно.



```
.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\Thyristor_SCR.lib
.param f = 50 T = 1/f
.param delay = alpha*T/360
.param width = 50u
.param alpha=150

.tran 0.05
```

Рис. 16: Схема двухполупериодного управляемого выпрямителя при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом

Вычислим регулировочную характеристику $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ выпрямителя при разных значениях α , при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом.

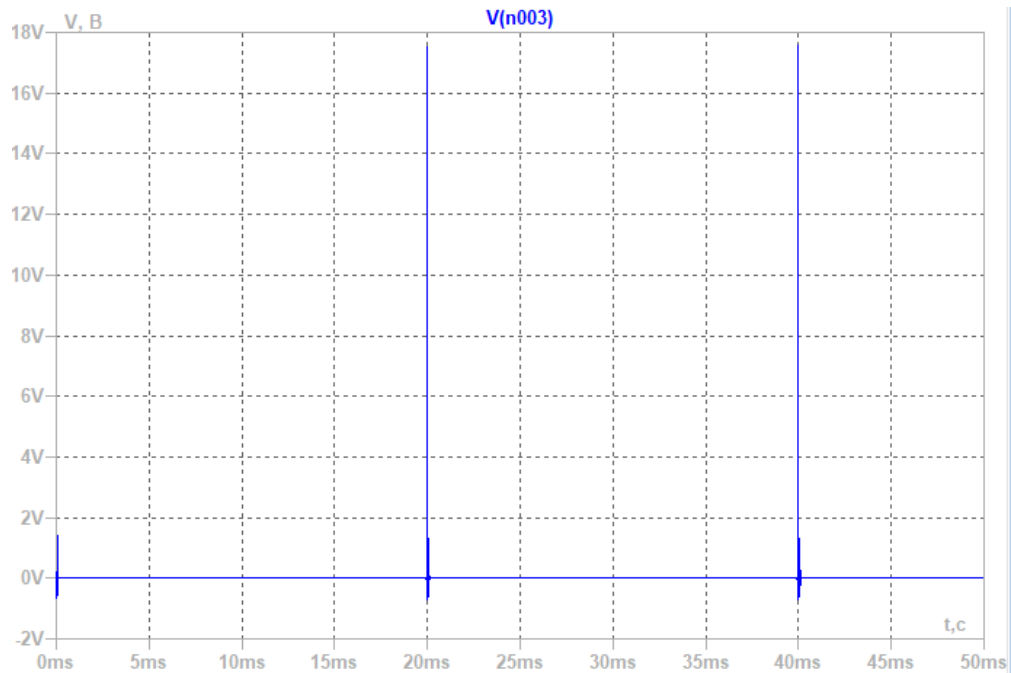


Рис. 17: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 0^\circ$

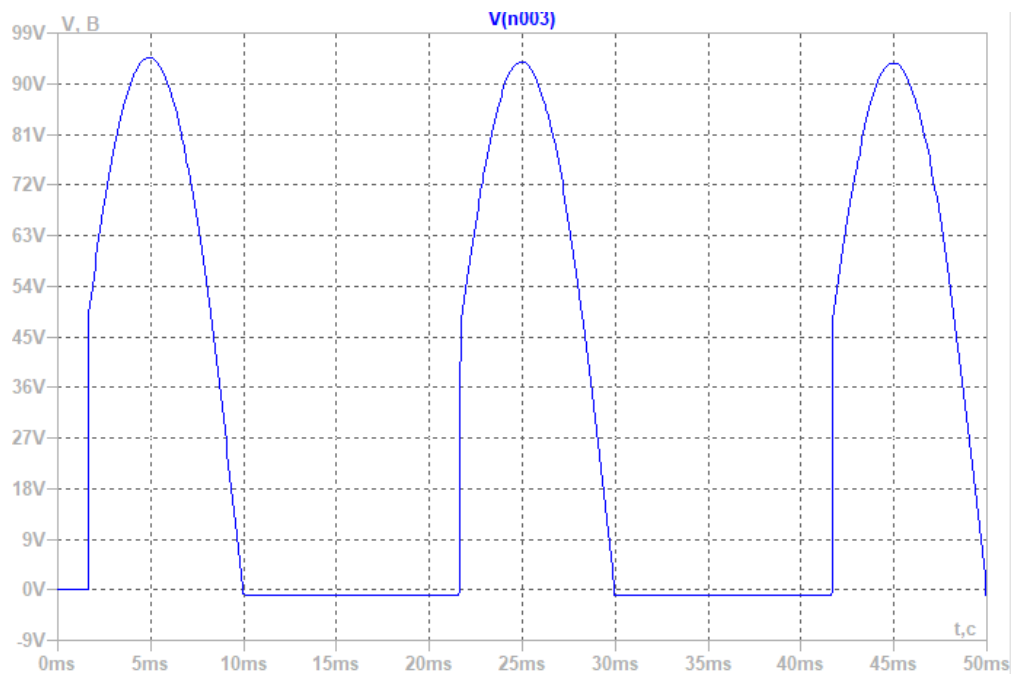


Рис. 18: График $U_{\text{ВЫХ}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 30^\circ$

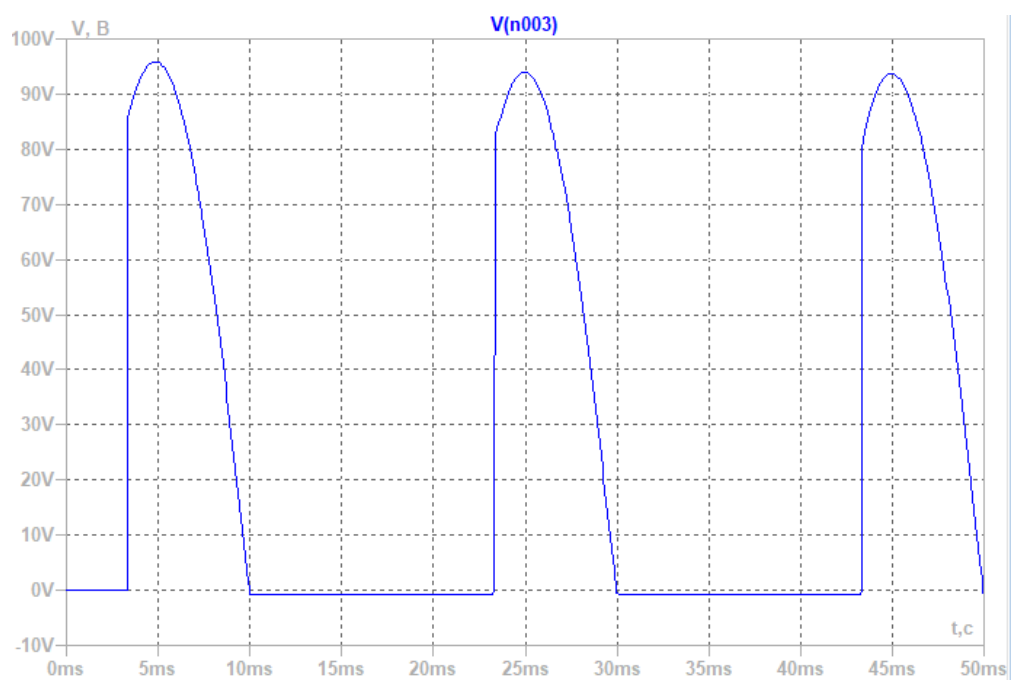


Рис. 19: График $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 60^\circ$

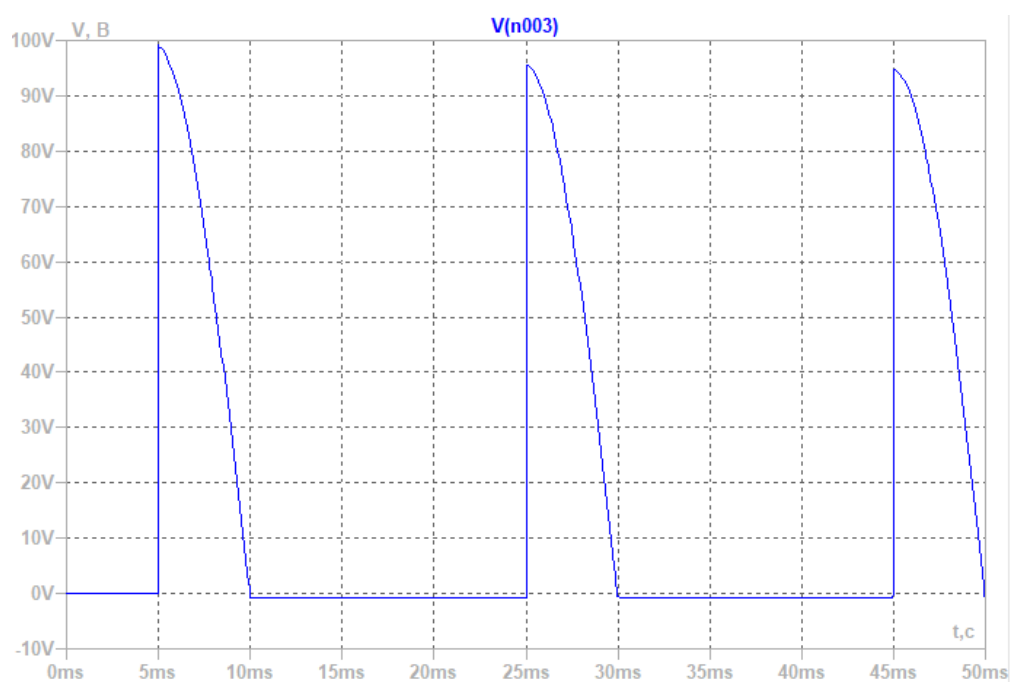


Рис. 20: График $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 90^\circ$

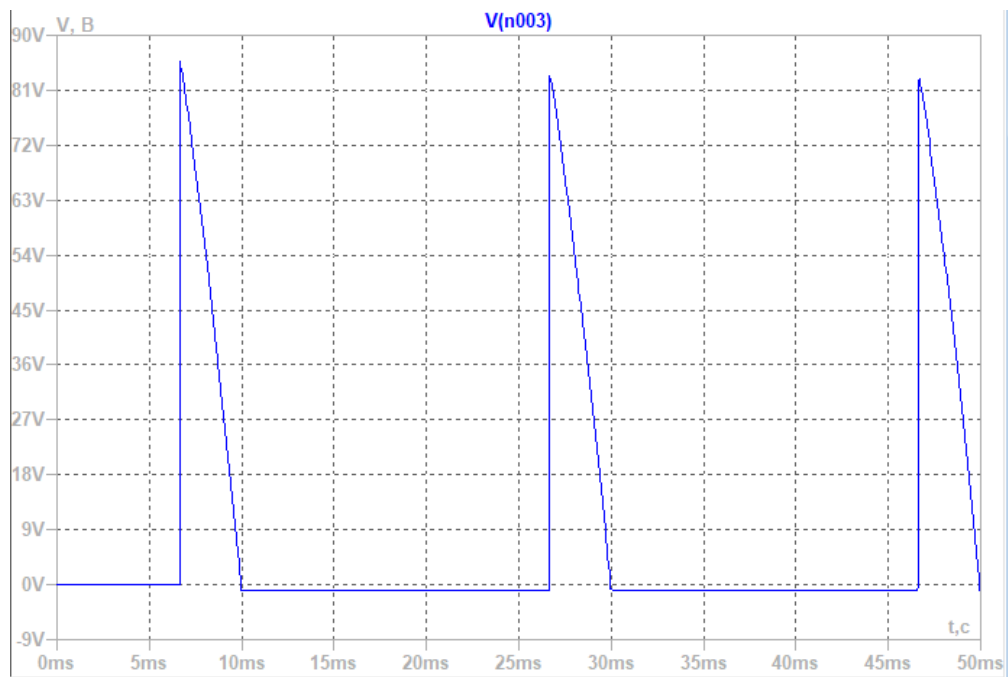


Рис. 21: График $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 120^\circ$

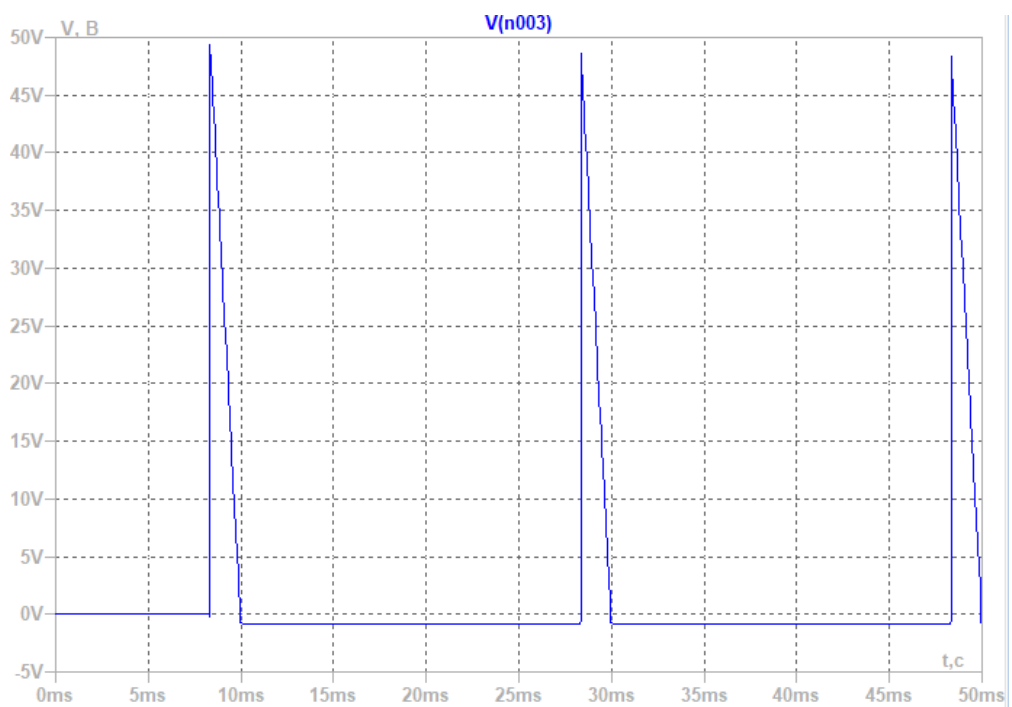
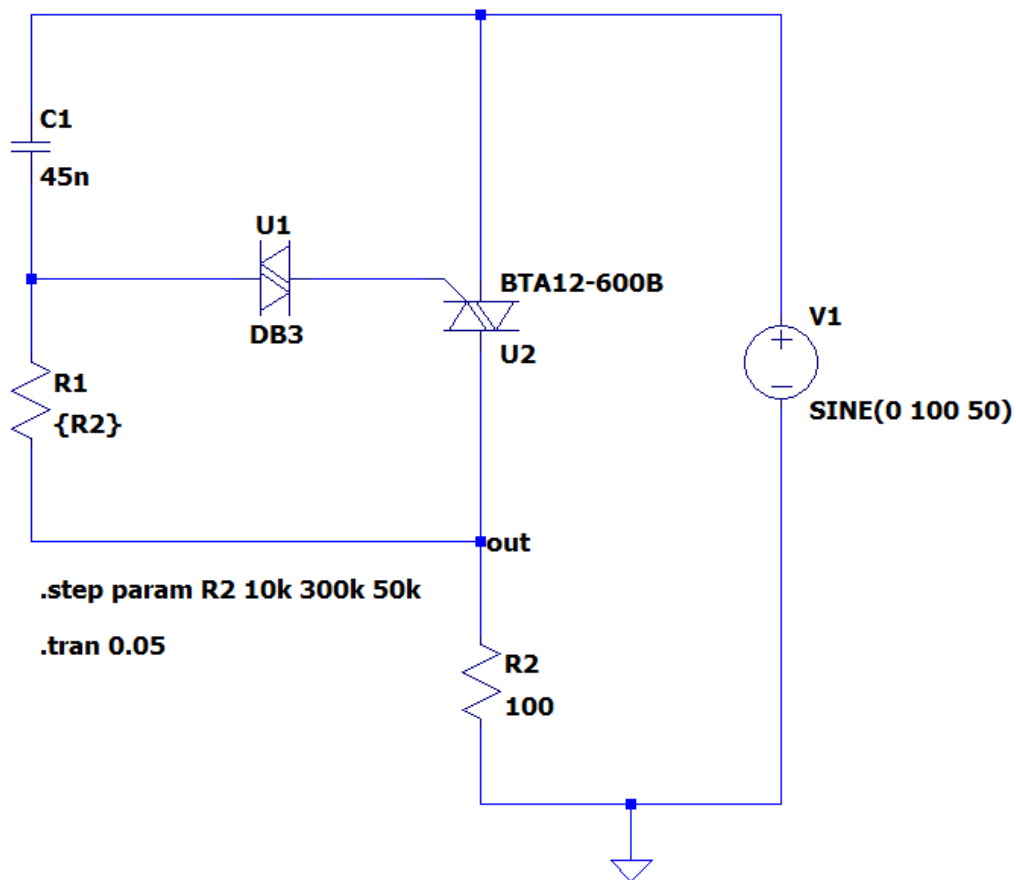


Рис. 22: График $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при $\alpha = 150^\circ$

Можно заметить по графикам, что скачка напряжения практически нет, так как диод компенсирует воздействие индукции.

2.2 Исследование регулятора переменного напряжения



.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\Thyristor_SCR.lib

.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\st_diacs.lib

.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\st_standard_snubberless_triacs.lib

Рис. 23: Схема регулятора напряжения переменного тока

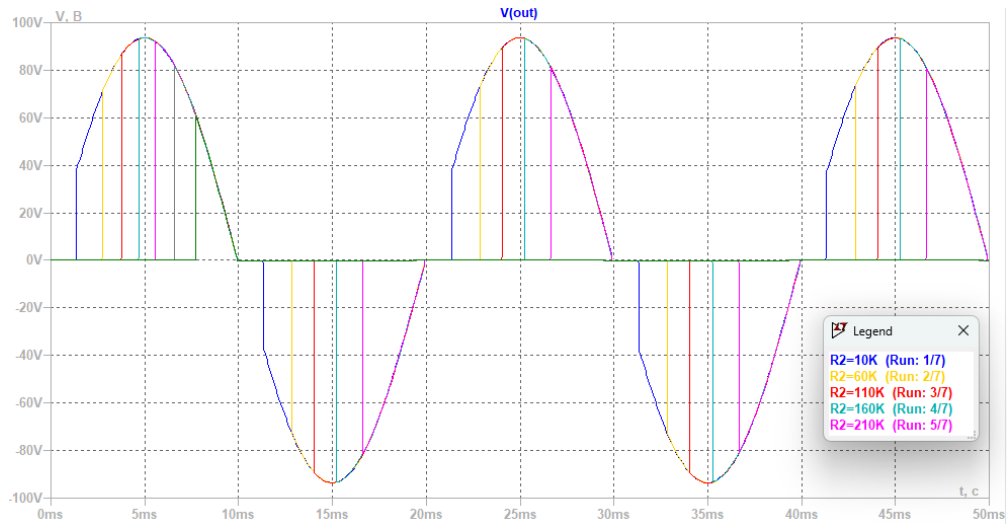


Рис. 24: Регулировочная характеристика выпрямителя $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при активной нагрузке при $R_2 = 100 \text{ Ом}$

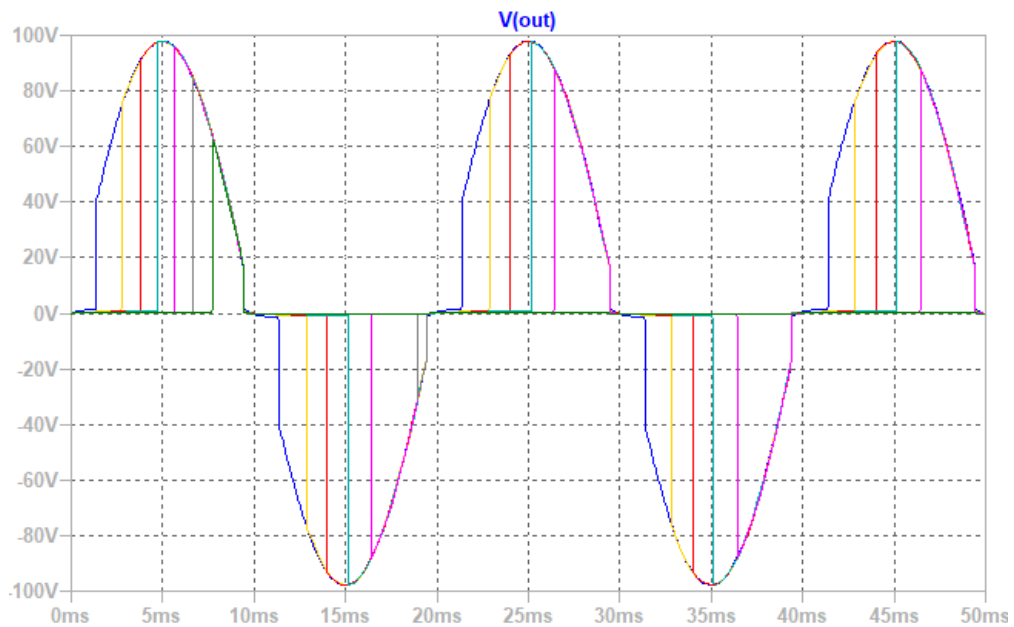


Рис. 25: Регулировочная характеристика выпрямителя $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при активной нагрузке при $R_2 = 1000 \text{ Ом}$

При увеличении сопротивления активной нагрузки, максимальное значения напряжения увеличивается.

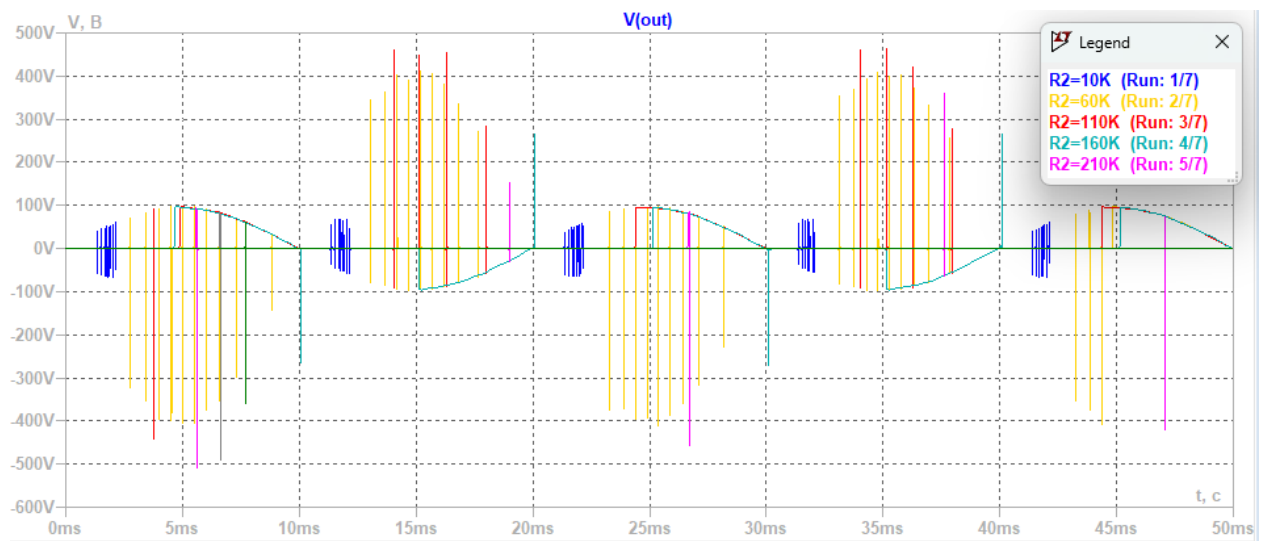
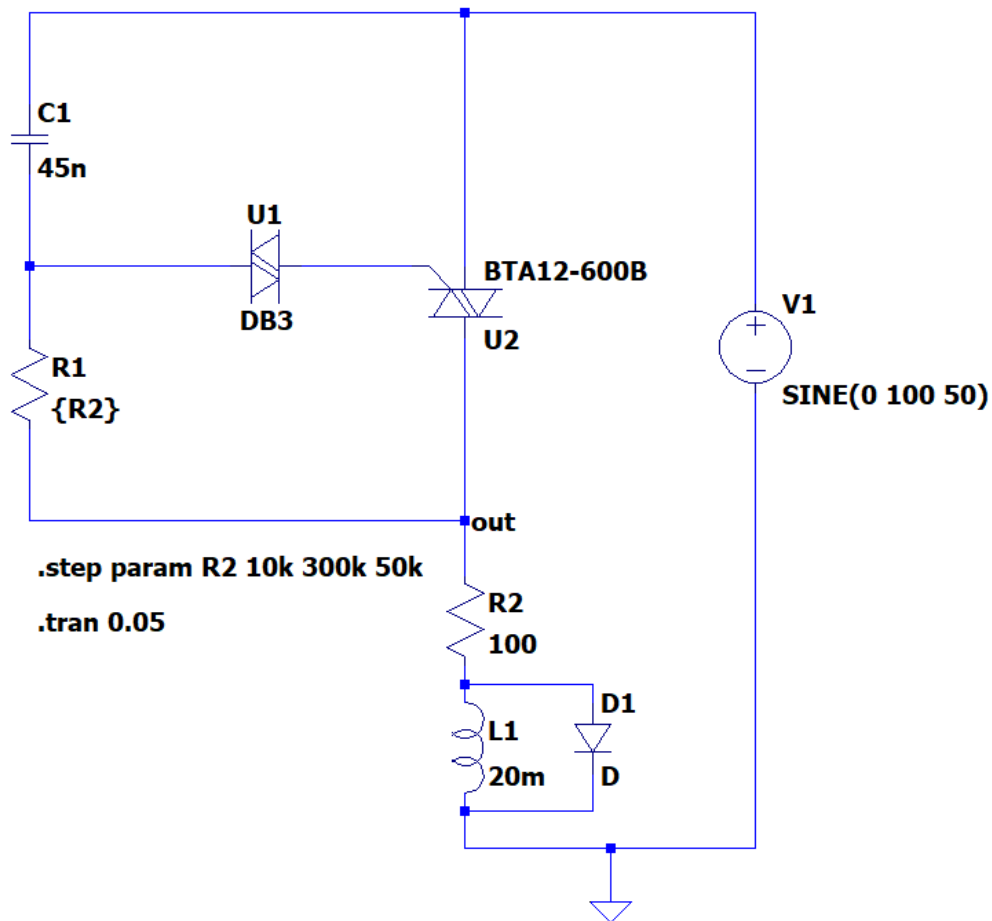


Рис. 26: Регулировочная характеристика выпрямителя $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при активно-индуктивной нагрузке

При использовании активно-индуктивной нагрузки появляются скачки напряжения, которые вызваны накопленной энергией на индуктивности.



.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\Thyristor_SCR.lib

.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\st_diacs.lib

.lib C:\Program Files\LTC\LTspiceXVII\lib\sub\st_standard_snubberless_triacs.lib

Рис. 27: Схема регулятора напряжения переменного тока при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом

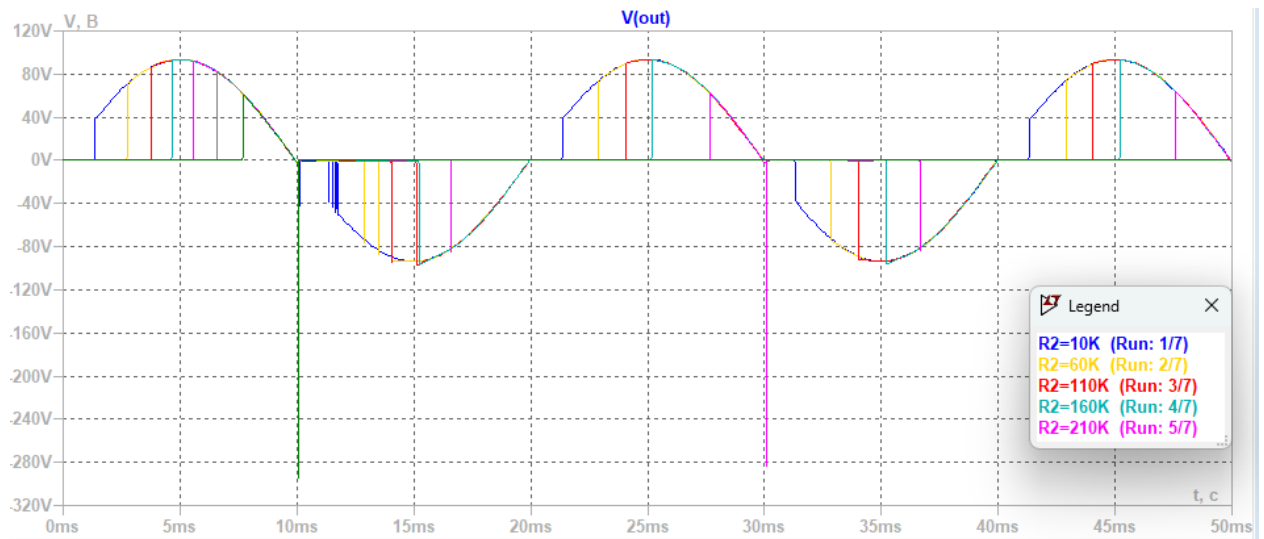


Рис. 28: Регулировочная характеристика выпрямителя $U_{\text{вых}} = f(\alpha)$ при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом

При использовании активно-индуктивной нагрузки, шунтированной диодом, подавлено большинство скачков, диод компенсирует воздействие индукции, но запасенная энергия остается и образует скачок.

3 Выводы

В данной лабораторной работе были исследованы следующие регулируемые схемы на тиристорах:

- Двухполупериодный управляемый выпрямитель с выводом от средней точки.

При изменении угла отпирания α , можем регулировать напряжение на нагрузке – при увеличении α уменьшается максимальное напряжение, т.е. чем больше угол отпирания, тем больше часть выпрямленного, срезанного графика. Регулировочные характеристики зависят от типа нагрузки: при активно-индуктивной нагрузке появляются скачки напряжения из-за того, что запасенная в индуктивности энергия отдается обратно. Также можем заметить, что на графике появляются участки отрицательного напряжения, это происходит из-за увеличенной длительности проводимости тиристора – он остается в открытом состоянии некоторое время после изменения полярности.

- Регулятор напряжения переменного напряжения.

Можем сделать аналогичные выводы, как при исследовании двухполупериодного управляемого выпрямителя с выводом от средней точки. Также добавим, что при увеличении нагрузки – увеличивается максимальное напряжение, и при использовании активно-индуктивной нагрузке на графике намного больше скачков напряжения, чем при использовании двухполупериодного управляемого выпрямителя.