

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
Факультет систем управления и робототехники

Электроника и схемотехника

Лабораторная работа №4

Исследование характеристик тиристора и управляемых схем на тиристорах

Вариант 2

Выполнили студенты:
Кирбаба Д.Д. R3338
Курчавый В.В. R3338

Преподаватель:
Николаев Н.А.

г. Санкт-Петербург
2023

Цель работы

Углубленное изучение тиристора, исследование схемы управляемого выпрямителя и тиристорного регулятора мощности.

Ход работы

Вариант 2.

Тиристор: EC103M1.

Характеристики:

- $I_{bo} = 20 \text{ A}$ - ток переключения;
- $V_{bo} = 600 \text{ V}$ - напряжение переключения;
- $V_o = 1.7 \text{ V}$ - напряжение открытого состояния;
- $I_{off_{sl}} = 1 \mu\text{A}$ - утечка тока в выключенном состоянии;
- $I_{on_{sl}} = 0.8 \text{ A}$ - учетка тока во включенном состоянии;
- $V_{pi} = 1.2 \text{ V}$ - допустимое обратное напряжение;
- $V_{gt} = 0.8 \text{ V}$ - напряжение срабатывания затвора;
- $I_{gt} = 12 \mu\text{A}$ - ток срабатывания затвора.

Исследование работы управляемого выпрямителя

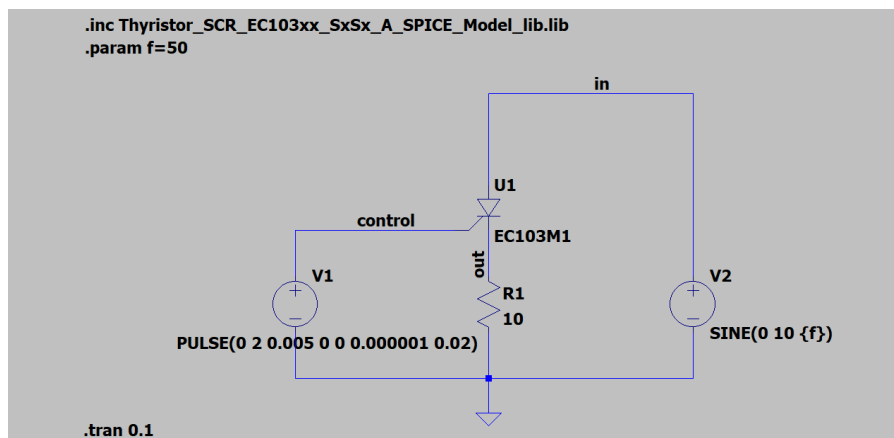


Рис. 1: Схема моделирования однополупериодного управляемого выпрямителя.

Для управления включением тиристора необходимо выполнить два условия: напряжение на аноде тиристора должно быть положительным (но не превышающим напряжения переключения V_{bo}) и к управляющему электроду должно быть приложено положительного напряжения соответствующее напряжению отпирания V_{gt} .

Источник входного напряжения будет генерировать синусоидальный сигнал с частотой

$f_{in} = 50 \text{ Hz}$, амплитудой $V_{in_{amp}} = 10 \text{ V}$.

Амплитуду управляющего сигнала установим равной $V_{control} = 2 \text{ V}$.
Угол включения сделаем равным $\alpha = 90^\circ$.

Снимем осциллограммы входного, выходного и управляющего сигналов:

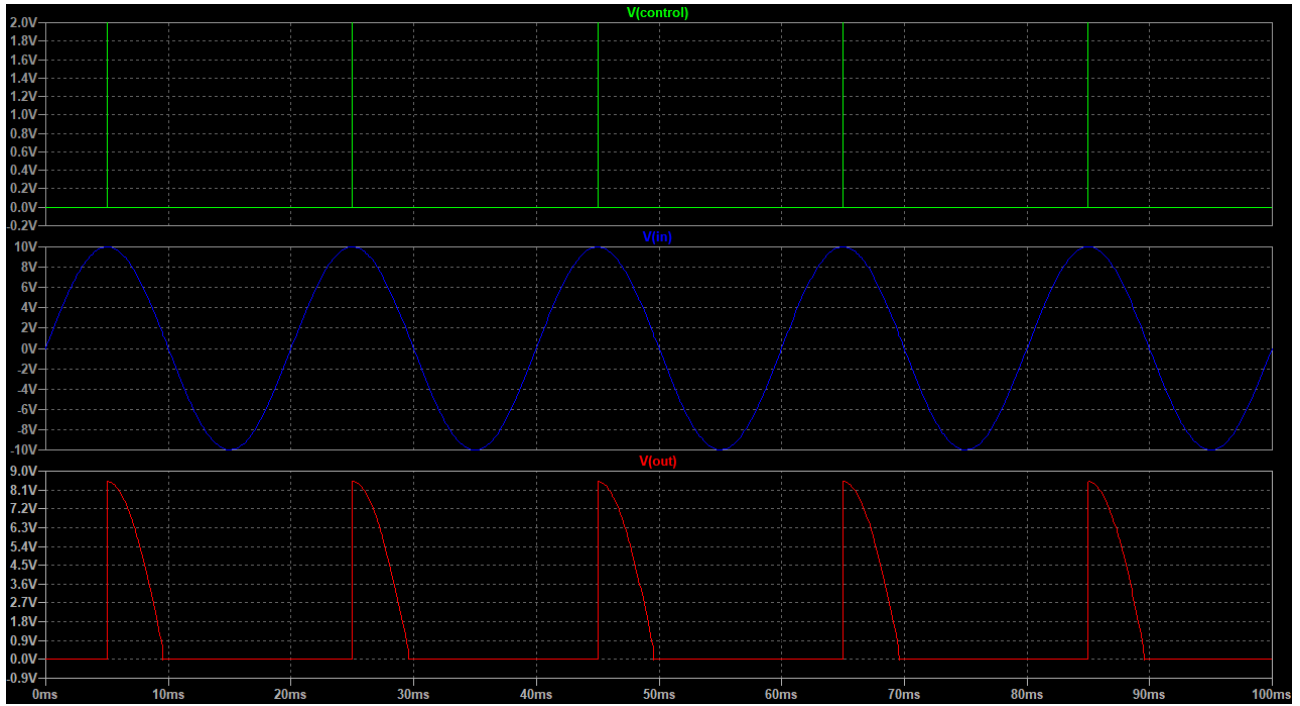


Рис. 2: Осциллограммы входного, выходного и управляющего сигналов.

Рассчитаем среднее значение напряжения на нагрузке:

$$V_{load_{mean}} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_{in} d(\omega t) = \frac{V_{in_{amp}}}{2\pi} (1 + \cos \alpha) = 1.59 \text{ V}.$$

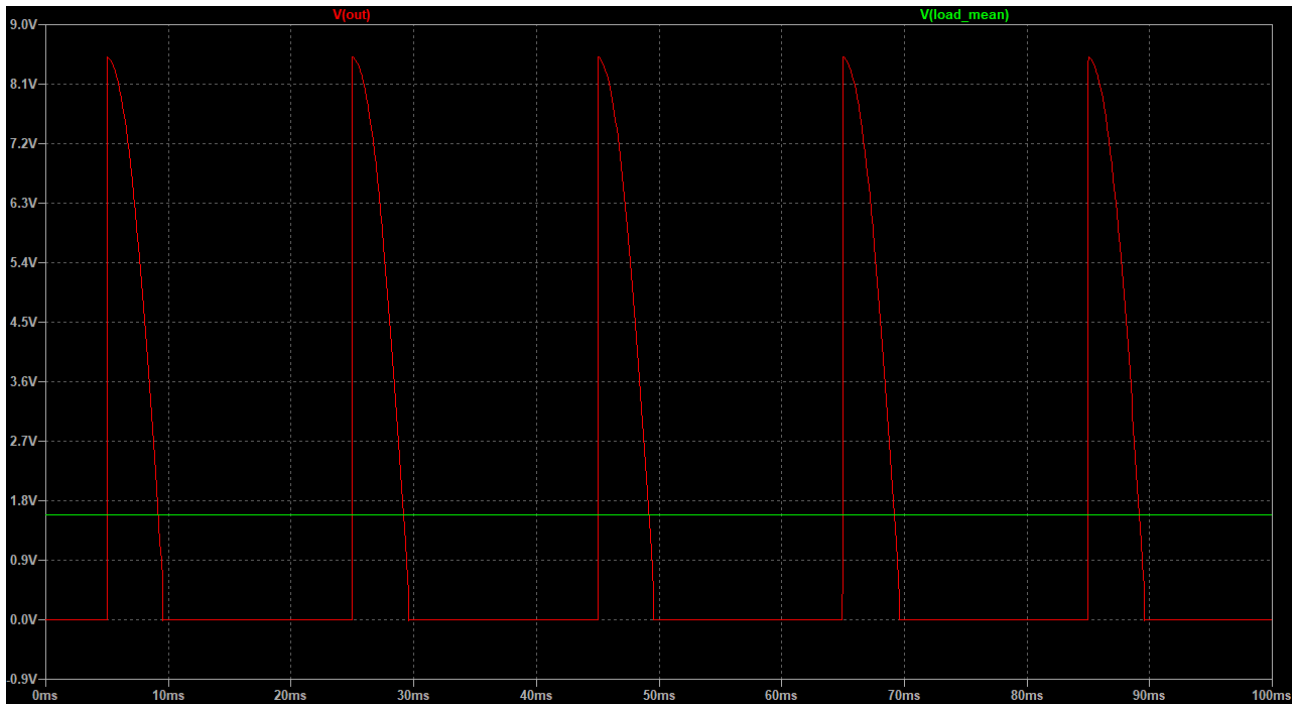


Рис. 3: Среднее значение напряжения на нагрузке.

Сделаем 10 измерений среднего напряжения на нагрузке, изменяя угол включения от 0° до 180° и занесем полученные измерения и соответствующие им углы включения в таблицу:

α	0°	18°	36°	54°	72°	90°	108°	126°	144°	162°	180°
V_{load_mean}	3.18	3.1	2.88	2.53	2.08	1.59	1.1	0.66	0.30	0.07	0

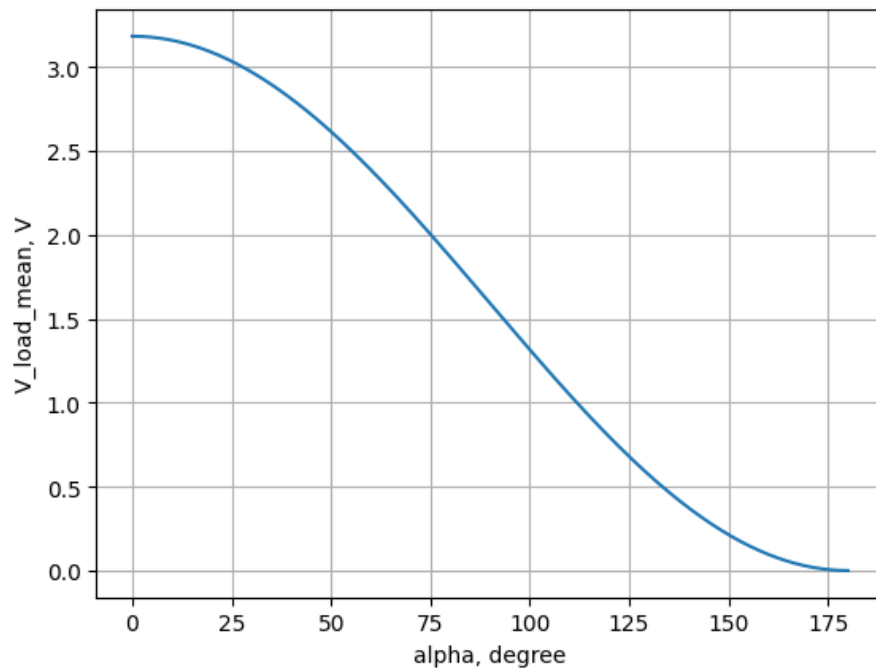


Рис. 4: Регулировочная характеристика управляемого выпрямителя.

Исследование работы тиристорного регулятора мощности

Реализуем схему тиристорного регулятора мощности:

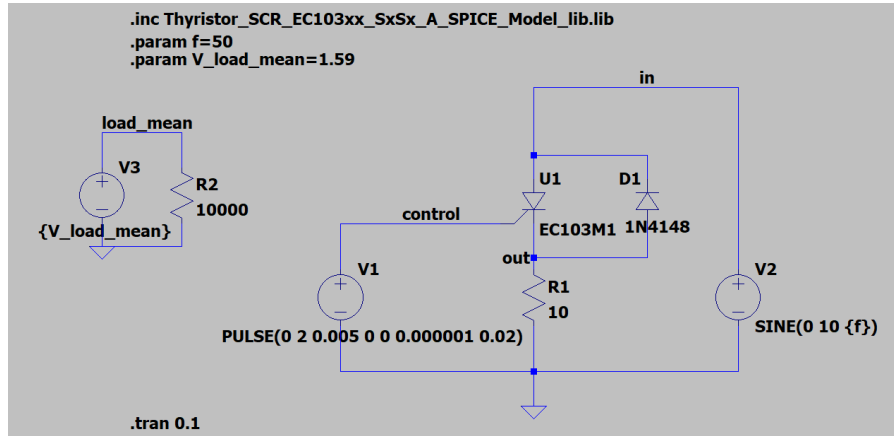


Рис. 5: Схема моделирования тиристорного регулятора мощности.

Настройки источников входного и управляющего напряжения оставим такими же как и в предыдущем пункте работы.

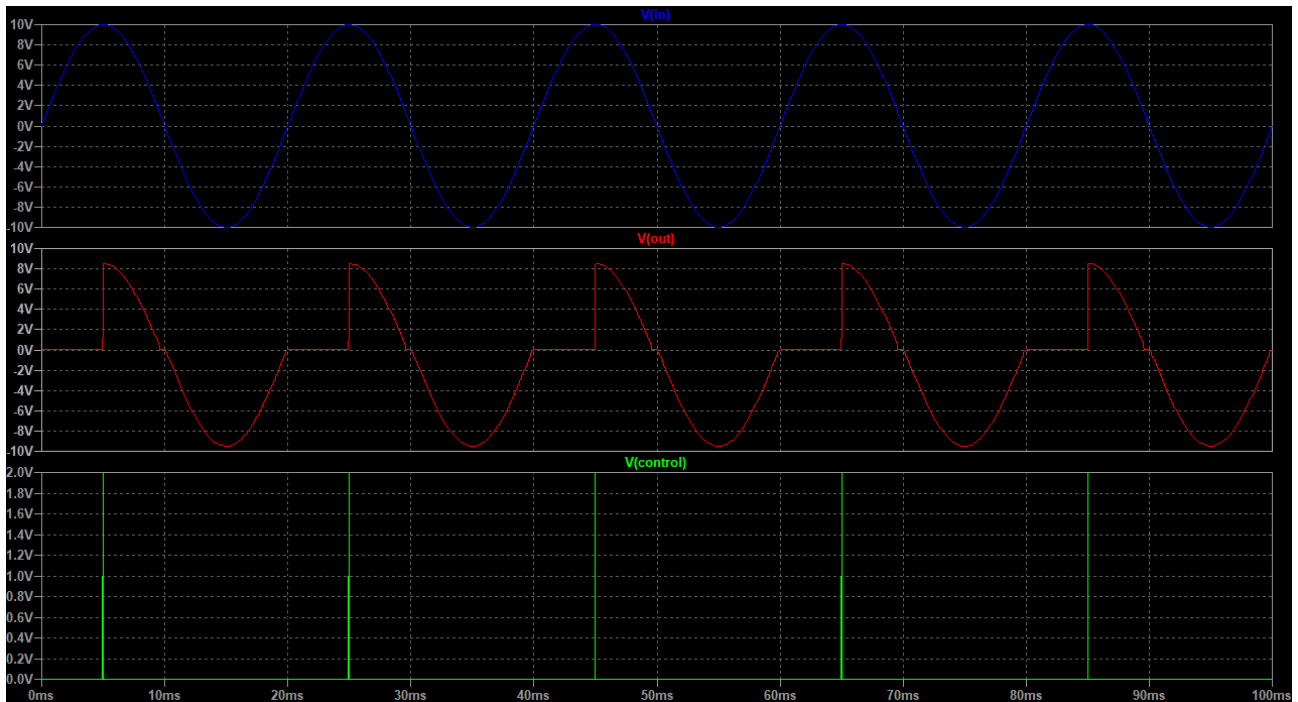


Рис. 6: Осциллограммы входного, выходного и управляющего напряжений.

Вычислим действующее напряжение на выходе регулятора:

$$V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{2\pi} V_{in}^2 d(\omega t)} = V_{in_{amp}} \sqrt{\frac{1}{8\pi} (4\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha)} = \left| \alpha = 90^\circ = \frac{\pi}{2}, V_{in_{amp}} = 10 \text{ V} \right| = 6.12 \text{ V}.$$

Отобразим действующее значение напряжения на нагрузке на графике:

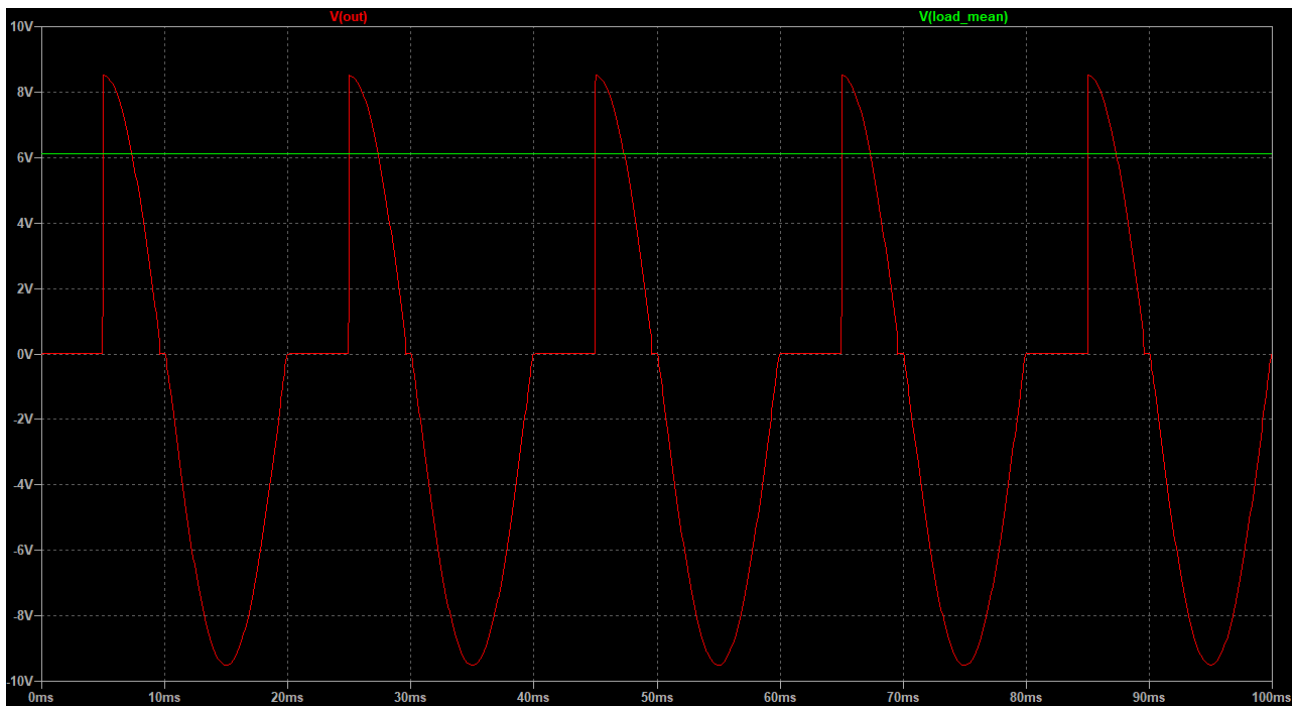


Рис. 7: Действующее значение напряжения на нагрузке.

Сделаем 10 измерений действующего напряжения на нагрузке, изменяя угол включения от 0° до 180° и занесем полученные измерения и соответствующие им углы включения в таблицу:

α	0°	18°	36°	54°	72°	90°	108°	126°	144°	162°	180°
V_{eff}	7.07	7.06	6.98	6.8	6.51	6.12	5.72	5.36	5.12	5.02	5

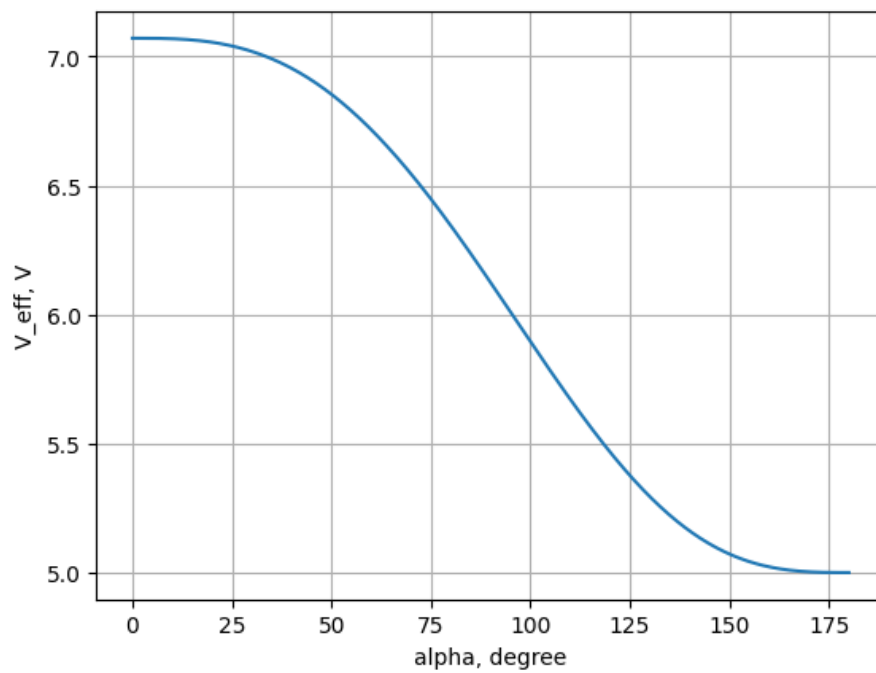


Рис. 8: Регулировочная характеристика регулятора мощности.

Выводы

В данной лабораторной работе были исследованы тиристоры - полупроводниковые прибор, выполненные на основе монокристалла полупроводника с тремя или более р-п-переходами и имеющие два устойчивых состояния: низкой и высокой проводимости.

Мы рассматривали вид тиристора - тринистор - прибор с тремя электрическими выводами — анодом, катодом и управляющим электродом.

В первой части работы был смоделирован управляемый однополупериодный выпрямитель на основе тринистора. За счет изменения входного сигнала можно изменять *угол включения* прибора, который определяем момент включения тринистора.

Во второй части был исследован регулятор мощности, состоящий из последовательно соединенных с сопротивлением нагрузки встречно-параллельного тиристора и выпрямительного диода. Регулирование мощности, выделяемой на нагрузке, осуществляется за счет изменения угла включения тиристора с помощью управляющих импульсов, поступающих со схемы управления.

Особенностью рассмотренной схемы является то, что регулирование производится только в течение положительного полупериода входного напряжения. Поэтому мощность в нагрузке будет изменяться в диапазоне [50%, 100%] от максимального значения.