

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИТМО”

ФАКУЛЬТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РОБОТОТЕХНИКИ

**Лабораторная работа №1:**  
**«Исследование полупроводникового диода»**  
по дисциплине Электроника и Схемотехника

**Вариант 6**

Выполнил:  
Студенты группы R33362  
Осинина Т. С, Моховиков А.Е.  
Преподаватель: Николаев Н. А

**Цель работы:** исследовать вольтамперной характеристики (ВАХ) полупроводникового диода, провести исследование работы однополупериодного выпрямителя, а также работы мостового выпрямителя

Таблица 1. [Параметры диода MURS120](#)

Наименование диода	$V_{RRM}$	$V_{RMS}$	$V_{DC}$	$I_{F(AV)}$	$I_{FSM}$	$I_{R(AV)}$	$V_F$	$I_R$	$t_{rr}$	$C_J$	$T_{stg}$
	В	В	В	А	А	мкА	В	мкА	нс	пФ	°С
<b>MUR120</b>	200	-	-	1,0	35,0	-	1,25	5,0	50	-	-65...+175

### Часть 1. Исследование ВАХ полупроводникового диода

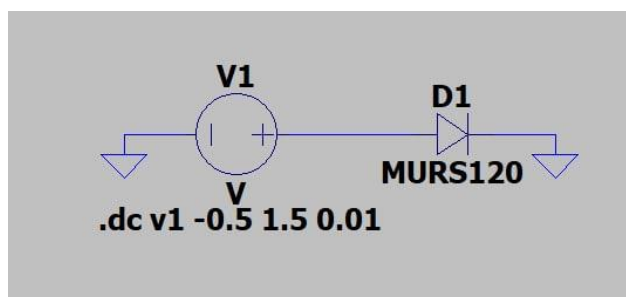


Рисунок 1 - ВАХ диода MURS120

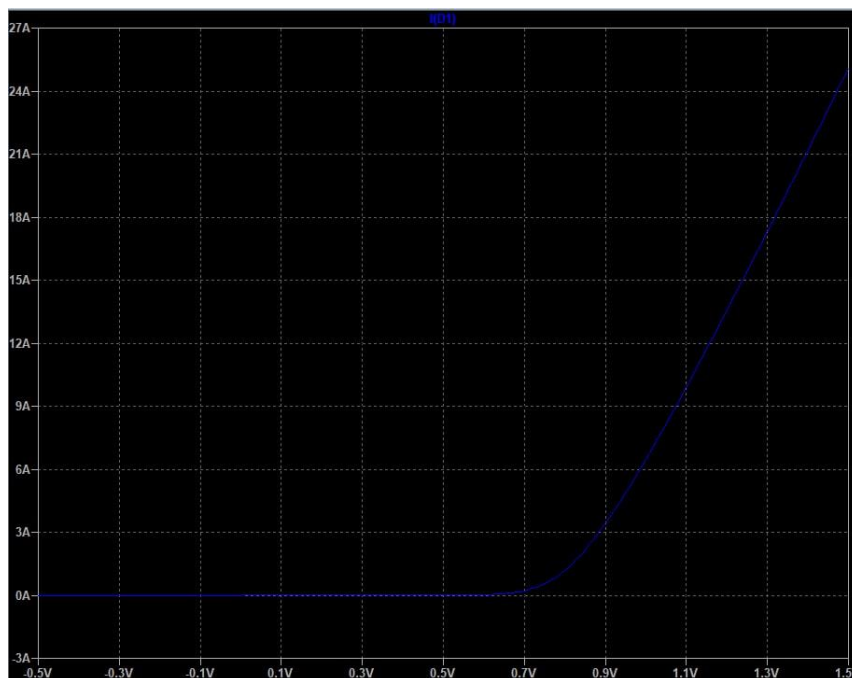


Рисунок 2 - ветвь ВАХ полупроводникового диода

Таблица 2

№	$U_d$	$I_d$
1	0.9	3.426
2	1.1	9.902

$$R_{CT1} = \frac{U_{д1}}{I_{д1}} = 0.26 \text{ Ом}$$

$$R_{CT2} = \frac{U_{д2}}{I_{д2}} = 0.11 \text{ Ом}$$

Рассчитали дифференциальное сопротивление диода по следующей формуле:

$$r_{\text{диф}} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{0.2}{6.47} = 0.03 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{диф.паспорт}} = 0.0236 \text{ Ом}$$

По вольт-амперной характеристике определили напряжение изгиба:

$$U_{\text{изг}} = 0.826 \text{ В}$$

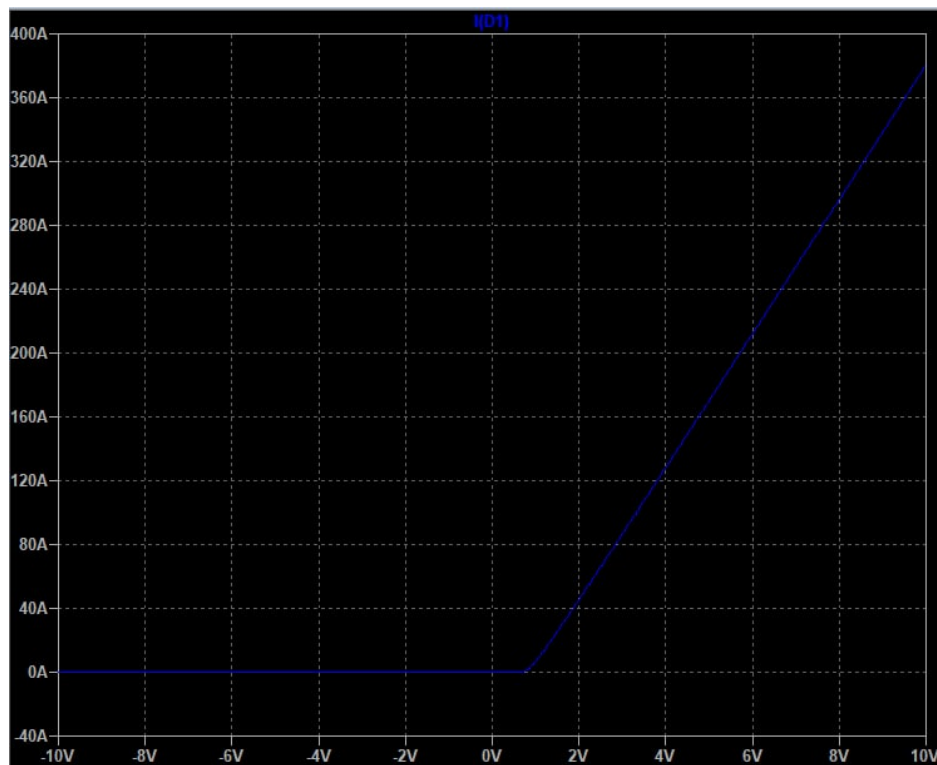


Рисунок 3 - Полная ВАХ диода

**Вывод:** в задание 1 исследовали вольт - амперную характеристику диода, рассчитали дифференциальное сопротивление диода, получили значение приблизительно равное паспортному значению. Следовательно значения напряжений и силы тока определили верно.

## Часть 2. Исследование работы однополупериодного полупроводникового выпрямителя

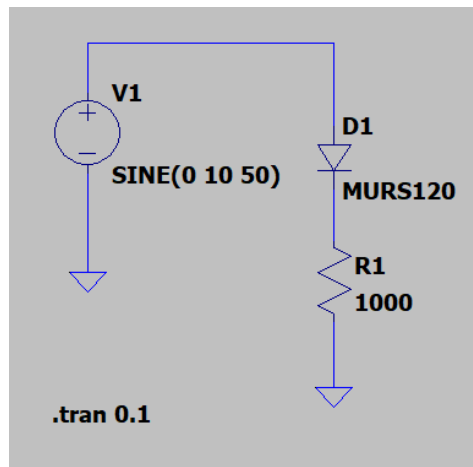


Рисунок 4 - Схема однополупериодного выпрямителя

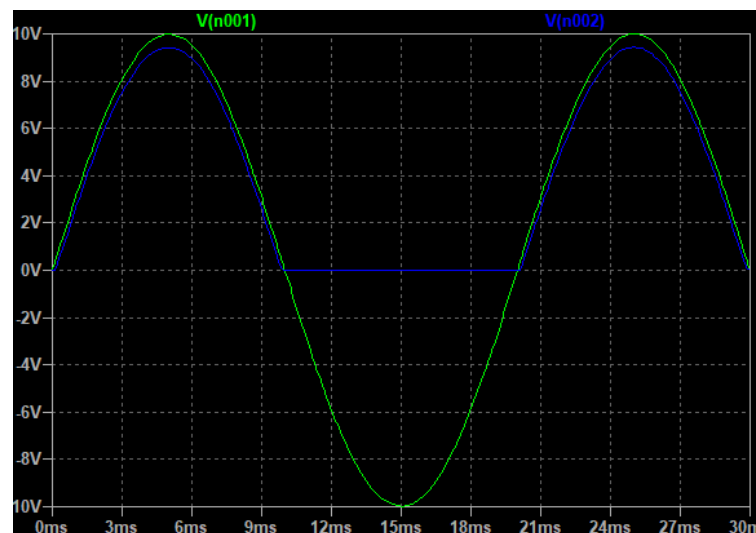


Рисунок 5 - Осциллограмма напряжений на входе и выходе выпрямителя

Анализируя осциллограмму, определили максимальное мгновенное значение напряжения на выходе выпрямителя:  $U_{\text{вых.мах}} = 9.4228 \text{ В}$ .

Далее вычисляем средневывпрямленное значение напряжения на выходе выпрямителя:

$$U_{\text{вых.ср.}} = \frac{U_{\text{вых.мах}}}{\pi} = \frac{9.4228}{\pi} = 2.999 \text{ В}$$

Измерили максимальное обратное напряжение на диоде:  $U_{\text{обр.мах}} = 9.9854 \text{ В}$

**Вывод:** периоды изменения сигналов на входе и выходе выпрямителя примерно равны, а также максимальное обратное напряжение на диоде равно амплитуде входного напряжения.

### Часть 3. Исследование работы однофазного мостового выпрямителя

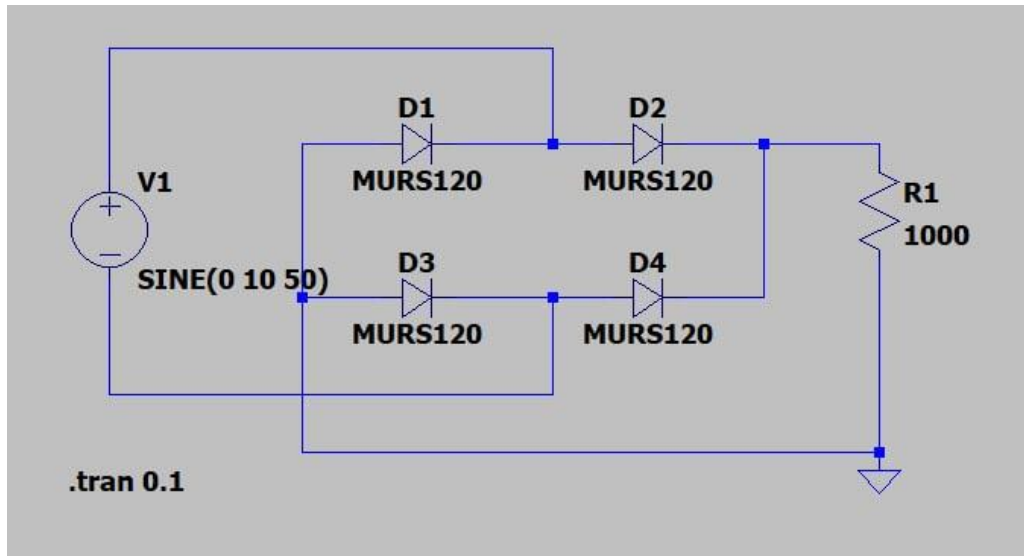


Рисунок 6 - Схема однофазного мостового выпрямителя

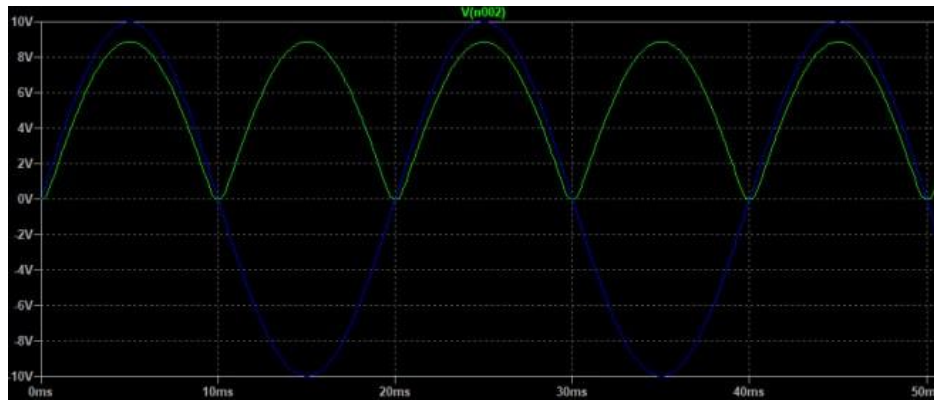


Рисунок 7 - Осциллограмма напряжений на входе и выходе

По осциллограмме определили максимальное мгновенное значение напряжения на выходе выпрямителя  $U_{\text{вых. max}}$ :

$$U_{\text{вых. max}} = 8.88 \text{ В}$$

Далее вычислили средневывпрямленное значение напряжения на выходе выпрямителя, используя формулу:

$$U_{\text{вых. ср}} = \frac{2 \cdot U_{\text{вых. max}}}{\pi} = 5.65 \text{ В}$$

**Вывод:** в задании 3 построили схему однофазного мостового выпрямителя, получили осциллограмму напряжений, по ней определили максимальное мгновенное значение напряжения, далее рассчитали средневывпрямленное значение напряжения. Также сравнили периоды изменения сигналов на входе и выходе выпрямителя, выявили, что период сигнала на выходе двухполупериодного выпрямителя в два раза меньше, чем на его входе.

#### Часть 4.1. Исследование работы однофазного мостового выпрямителя с емкостным сглаживающим фильтром ( $f = 50$ )

Сначала подобрали значение для  $C_\Phi$ , чтобы выполнялось условие:  $\omega R_H C_\Phi > 1$ , следовательно  $C_\Phi = 10 \cdot 10^{-6}$

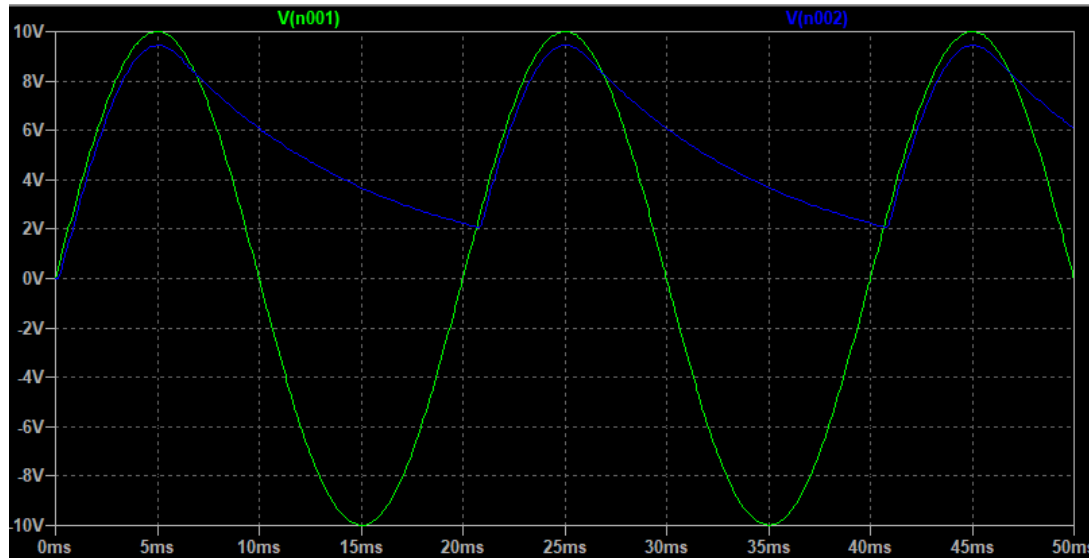


Рисунок 8 - Осциллограмма напряжений на входе и выходе выпрямителя при частоте =10

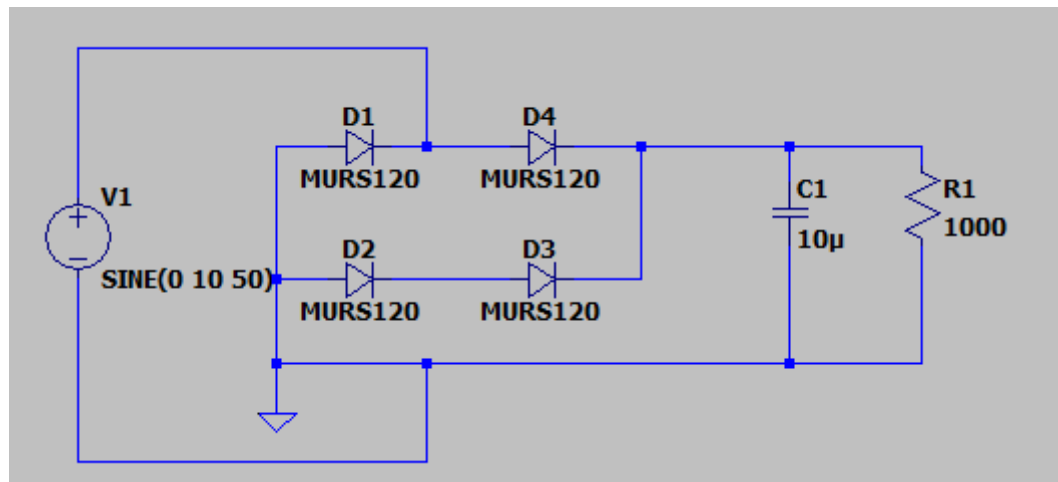


Рисунок 9 - Схема мостового выпрямителя с емкостным фильтром

Анализирую осциллограмму (Рисунок 8 - Осциллограмма напряжений на входе и выходе выпрямителя при частоте =10) нашли максимальное  $U_{\text{вых.}max}$  и минимальное  $U_{\text{вых.}min}$ , среднее  $U_{\text{вых.}cp}$  значения напряжения на выходе (нагрузке) выпрямителя:

$$U_{\text{вых.}max} = 9.2804\text{В}$$

$$U_{\text{вых.}min} = 2.1123\text{ В}$$

$$U_{\text{вых.}cp} = 7.2571\text{ В}$$

Далее вычислили коэффициент пульсаций на выходе выпрямителя с емкостным фильтром по формуле:

$$k = \frac{U_{\text{вых. max}} - U_{\text{вых. min}}}{U_{\text{вых. ср}}} = \frac{9.2804 - 2.1123}{6.1723} = 0.87$$

#### Часть 4.2. Исследование работы однофазного мостового выпрямителя с емкостным сглаживающим фильтром ( $f = 200$ )

Далее повторили предыдущие действия, увеличив частоту входного сигнала до 200 Гц.

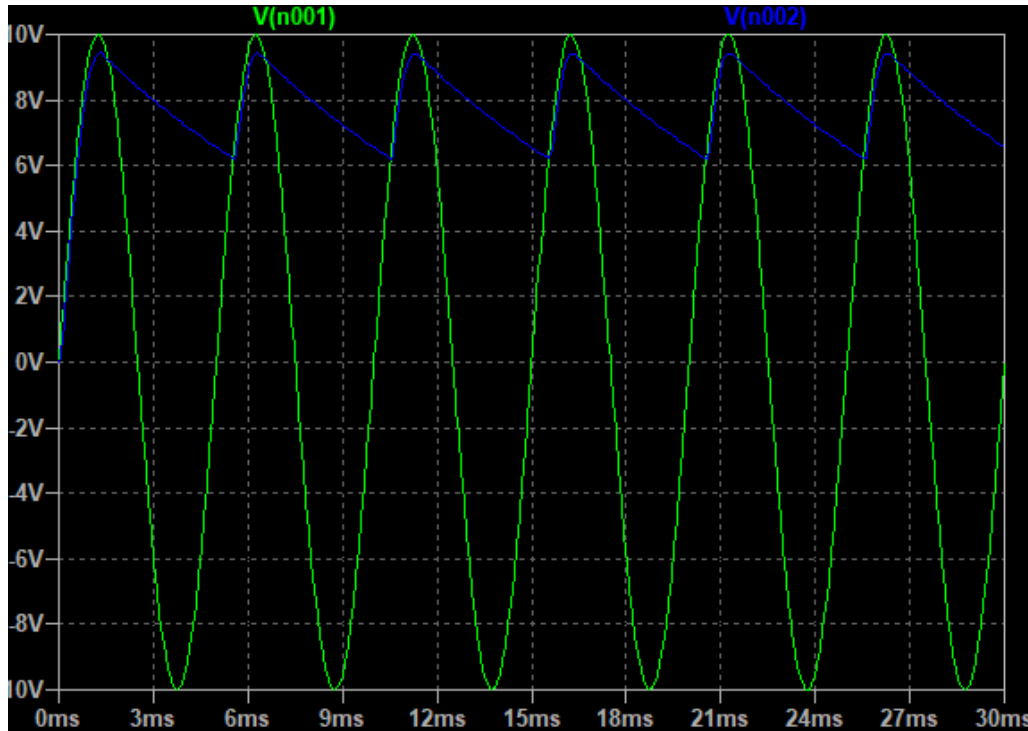


Рисунок 10 - Осциллограмма напряжений на входе и выходе выпрямителя при частоте =200

Анализирую осциллограмму (Рисунок 10 - Осциллограмма напряжений на входе и выходе выпрямителя при частоте =200) нашли максимальное  $U_{\text{вых. max}}$  и минимальное  $U_{\text{вых. min}}$ , среднее  $U_{\text{вых. ср}}$  значения напряжения на выходе (нагрузке) выпрямителя:

$$U_{\text{вых. max}} = 9.4149\text{В}$$

$$U_{\text{вых. min}} = 6.1781\text{ В}$$

$$U_{\text{вых. ср}} = 7.7227\text{ В}$$

Далее вычислили коэффициент пульсаций на выходе выпрямителя с емкостным фильтром по формуле:

$$k = \frac{U_{\text{вых. max}} - U_{\text{вых. min}}}{U_{\text{вых. ср}}} = 0.42$$

### Часть 4.3. Исследование работы однофазного мостового выпрямителя с емкостным сглаживающим фильтром ( $C_\phi = 100 \cdot 10^{-6}$ )

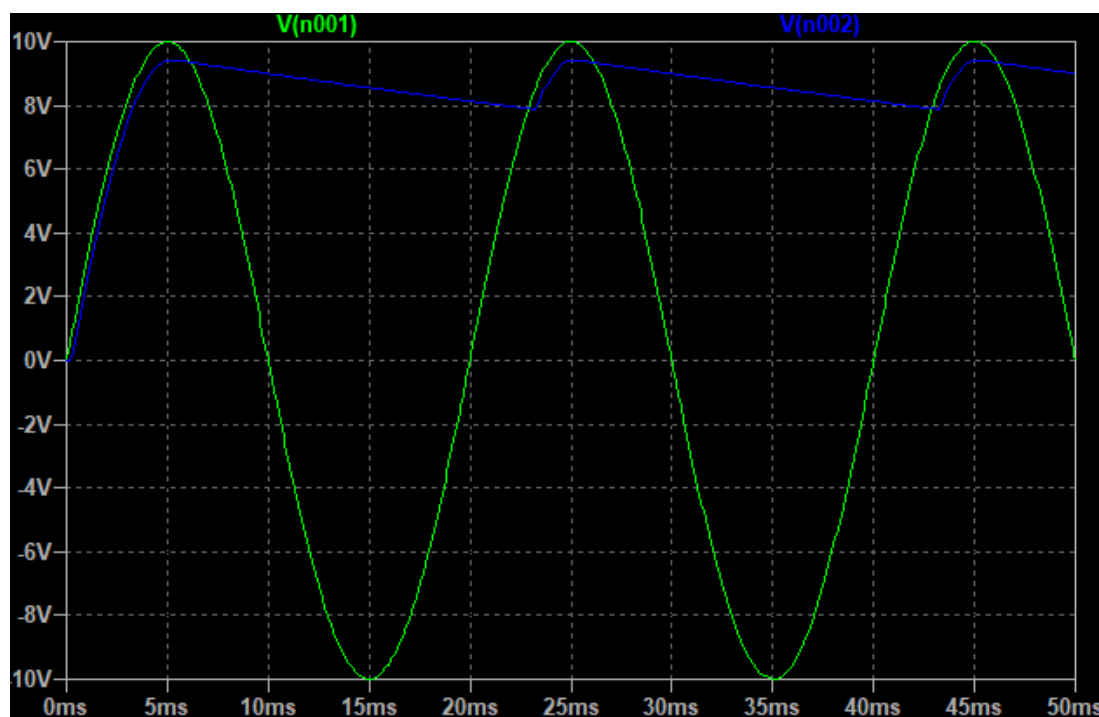


Рисунок 11 - Осциллограмма напряжений на входе и выходе выпрямителя при  $C_\phi = 100 \cdot 10^{-6}$  Ф

Анализирую осциллограмму (Рисунок 11 - Осциллограмма напряжений на входе и выходе выпрямителя при  $C_\phi = 100 \cdot 10^{-6}$  Ф), нашли максимальное  $U_{\text{вых.}max}$  и минимальное  $U_{\text{вых.}min}$ , среднее  $U_{\text{вых.}cp}$  значения напряжения на выходе (нагрузке) выпрямителя:

$$U_{\text{вых.}max} = 9.3872 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых.}min} = 7.8928 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых.}cp} = 8.417 \text{ В}$$

Далее вычислили коэффициент пульсаций на выходе выпрямителя с емкостным фильтром по формуле:

$$k = \frac{U_{\text{вых.}max} - U_{\text{вых.}min}}{U_{\text{вых.}cp}} = 0.18$$



#### Часть 4.4. Исследование работы однофазного мостового выпрямителя с прямоугольной формой сигнала.

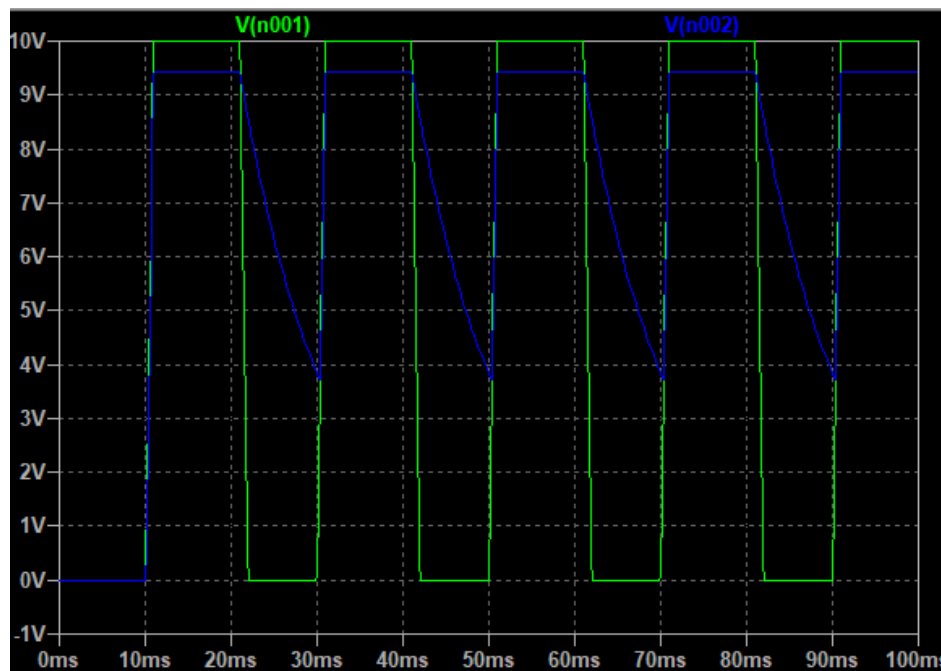


Рисунок 12 - Осциллограмма при прямоугольной форме сигнала

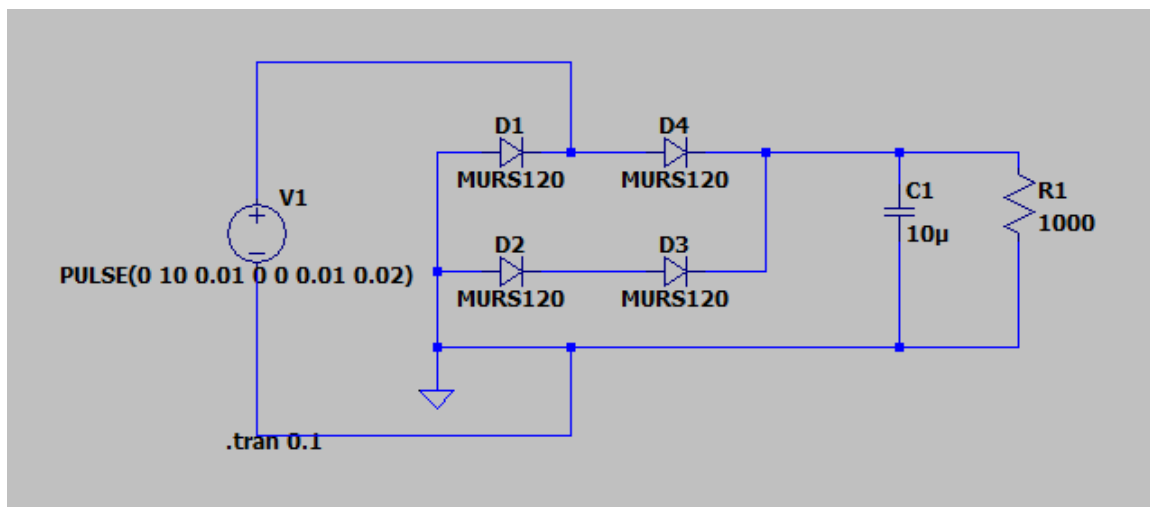


Рисунок 13 - Схема моделирования при прямоугольной форме сигнала

Максимальное  $U_{\text{вых. max}}$  и минимальное  $U_{\text{вых. min}}$ , среднее  $U_{\text{вых. ср}}$  значения напряжения на выходе (нагрузке) выпрямителя:

$$U_{\text{вых. max}} = 9.4425 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых. min}} = 3.6847 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых. ср}} = 7.1252 \text{ В}$$

Далее вычислили коэффициент пульсаций на выходе выпрямителя с емкостным фильтром по формуле:

$$k = \frac{U_{\text{вых. max}} - U_{\text{вых. min}}}{U_{\text{вых. ср}}} = 0.8$$

#### Часть 4.5. Исследование работы однофазного мостового выпрямителя с треугольной формой сигнала.

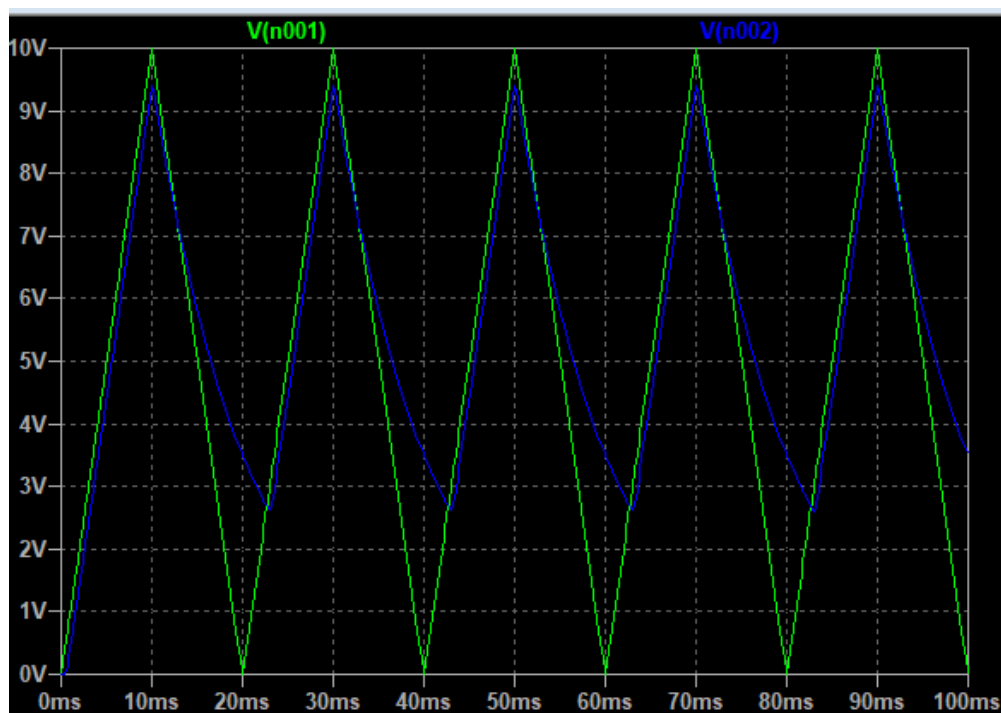


Рисунок 14 - Осциллограмма при треугольной форме сигнала

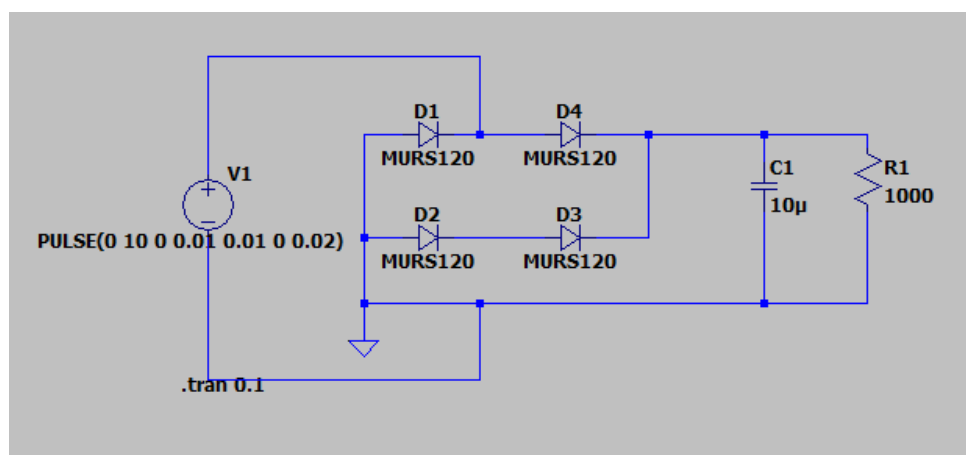


Рисунок 15 - Схема моделирования при треугольной форме сигнала

Максимальное  $U_{\text{вых.}max}$  и минимальное  $U_{\text{вых.}min}$ , среднее  $U_{\text{вых.}cp}$  значения напряжения на выходе (нагрузке) выпрямителя:

$$U_{\text{вых.}max} = 9.4189 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых.}min} = 2.5924 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых.}cp} = 5.8783 \text{ В}$$

Далее вычислили коэффициент пульсаций на выходе выпрямителя с емкостным фильтром по формуле:

$$k = \frac{U_{\text{вых.}max} - U_{\text{вых.}min}}{U_{\text{вых.}cp}} = 1.16$$

#### Часть 4.6. Исследование работы однофазного мостового выпрямителя с пилообразной формой сигнала.

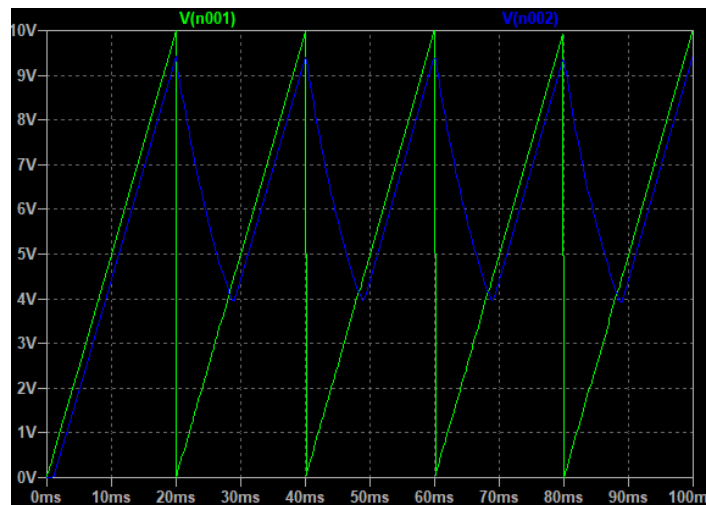


Рисунок 16 - Осциллограмма при пилообразной форме сигнала

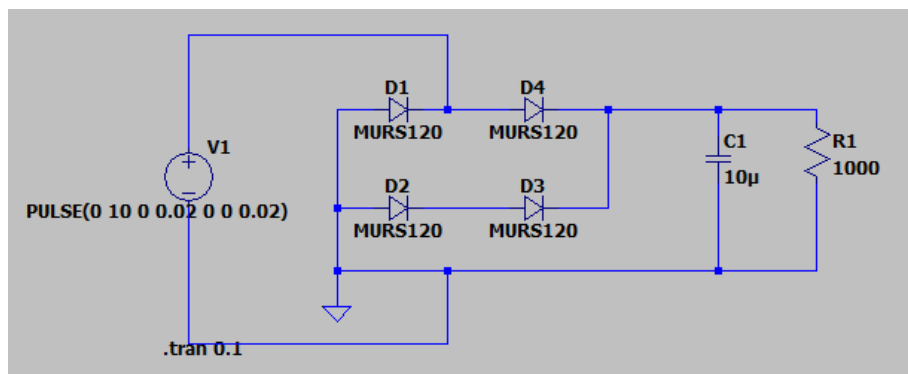


Рисунок 17 - Схема моделирования при пилообразной форме сигнала

Максимальное  $U_{\text{вых. max}}$  и минимальное  $U_{\text{вых. min}}$ , среднее  $U_{\text{вых. ср}}$  значения напряжения на выходе (нагрузке) выпрямителя:

$$U_{\text{вых. max}} = 9.4236 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых. min}} = 3.922 \text{ В}$$

$$U_{\text{вых. ср}} = 6.4213 \text{ В}$$

Далее вычислили коэффициент пульсаций на выходе выпрямителя с емкостным фильтром по формуле:

$$k = \frac{U_{\text{вых. max}} - U_{\text{вых. min}}}{U_{\text{вых. ср}}} = 0.86$$

**Вывод:** в процессе выполнения части 4 мы определили, что коэффициент пульсаций уменьшается при увеличении частоты и емкости конденсатора. Сравнивая работу выпрямителя при разных формах сигнала, заметили, что коэффициент пульсаций при прямоугольной форме — уменьшается, при треугольной форме — увеличивается, при пилообразной форме — не изменяется. Коэффициент пульсаций при частоте равной 50 Гц приблизительно равен табличному коэффициенту пульсаций двухполупериодного выпрямителя (0.67).