

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

**по лабораторной работе №1**

## Вариант: 12

Студент	<u>ИУ6-43Б</u>	<u>(Подпись, дата)</u>	<u>В.К. Залыгин</u>
	(Группа)		(И.О. Фамилия)
Преподаватель		<u>(Подпись, дата)</u>	<u>Н.В. Аксенов</u>
			(И.О. Фамилия)

2024 թ.

## Задание

1) Исследовать работу однополупериодной и двухполупериодной схем выпрямителя для случаев:

- а) активной нагрузки;
- б) емкостной нагрузки;

Зарисовать форму выходного напряжения, а также форму тока, протекающего через диод.

2) Определить с помощью осциллографа угол отсечки  $\alpha$  и коэффициент пульсаций  $K_n$  для одно- и двухполупериодной схем.

3) Исследовать сглаживающее действие фильтра LC при одно- и двухполупериодном выпрямлении. Определить коэффициенты сглаживания.

4) Отснять нагрузочные характеристики выпрямителя и определить его выходное сопротивление.

5) Подключить к выпрямителю параметрический стабилизатор, снять нагрузочную характеристику стабилизатора и определить по ней его выходное сопротивление, определить коэффициент стабилизации (схема выпрямителя мостовая, фильтр LC отключен).

## Числовые данные

			Выпрям. диод		Стабилитрон		C1	L1	C2	R <sub>2</sub> (бал)	R <sub>n</sub>
№	U <sub>вх</sub>	F <sub>вх</sub>	Материал	R <sub>б</sub> Ом	U <sub>ст</sub> В	R <sub>б</sub> Ом	мкФ	Гн	мкФ	Ом	Ом
12	10	400	Ge	2	5	1	10	0.5	10	300	600

## Выполнение

### Часть 1. Однополупериодовый выпрямитель без фильтра

Собранная схема, с замененным внутренним сопротивлением диода на заданное вариантом (2 Ом), представлена на рисунке 1.

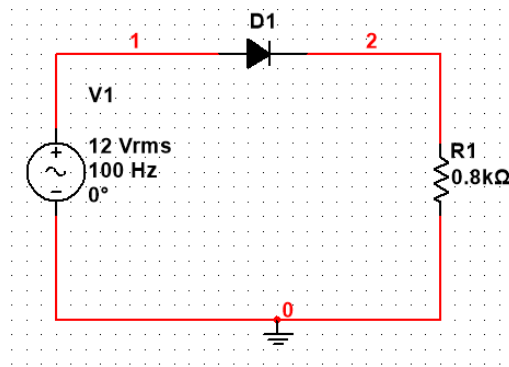


Рисунок 1 - Схема однополупериодного выпрямителя без фильтра

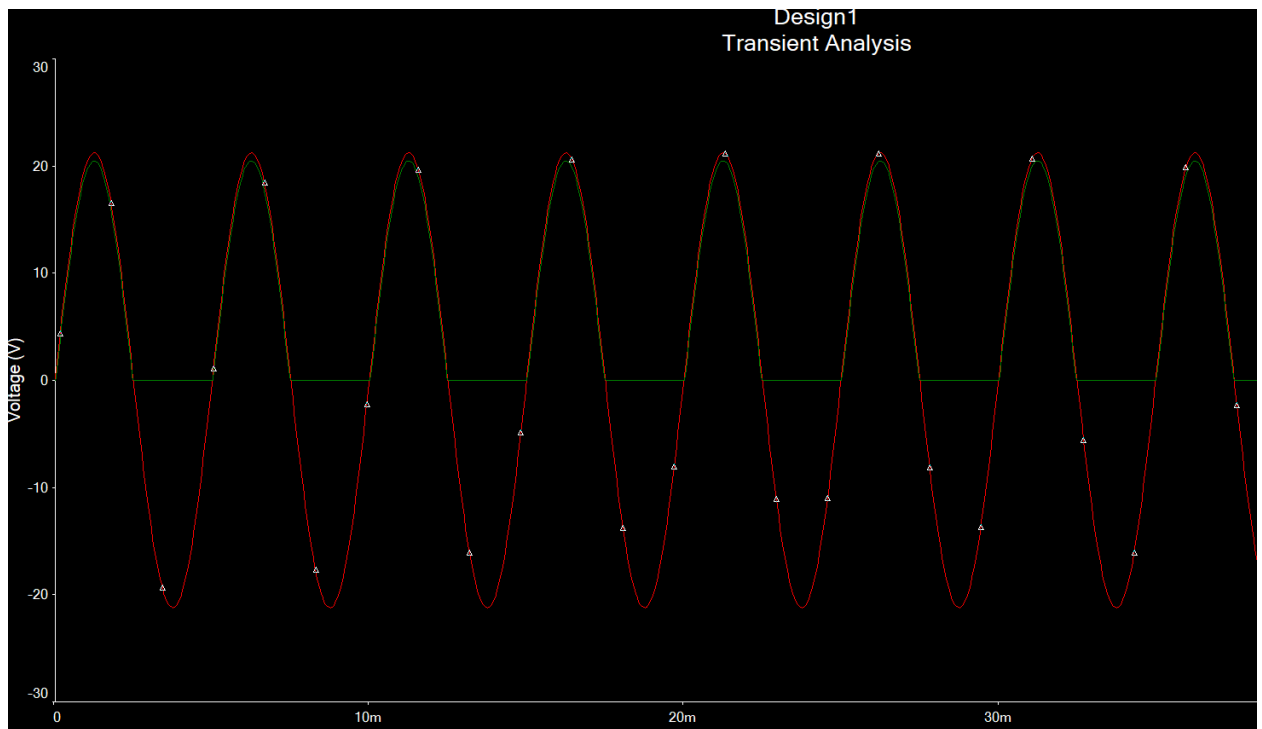


Рисунок 2 - Графики входного и выходного напряжения. Красный – входное, зеленый – выходное

Расчет постоянной составляющей напряжения:

$$U_0 = \sqrt{2} U_{rms} / \pi = 1.414 * 12 / 3.14 = 5,404 \text{ В}$$

Анализ Фурье для сигнала представлен на рисунке 3.

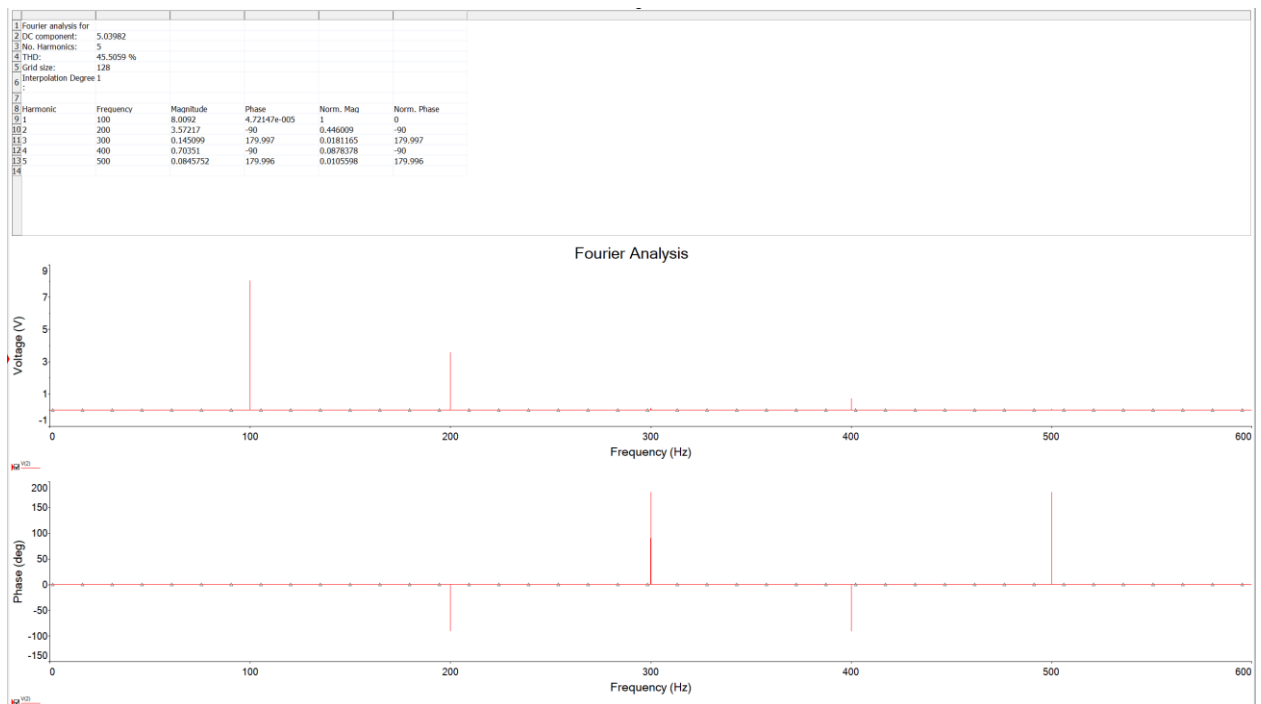


Рисунок 3 - Анализ Фурье

Из анализа Фурье видно, что постоянная составляющая равна 5.04 В.

Некоторые расчеты:

$U_0$  получено вычислениями:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 8.009 / 5.404 = 1.482$$

$U_0$  получено из анализа Фурье:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 8.009 / 5.04 = 1.589$$

Среднее значение выпрямленного тока:

$$I_{cp} = U_0 / R = 5.404 / 800 = 6.775 \text{ мА}$$

Амплитудное значение выпрямленного тока:

$$I_m = U_m / R = \sqrt{2} U_{rms} / R = 21.21 \text{ мА}$$

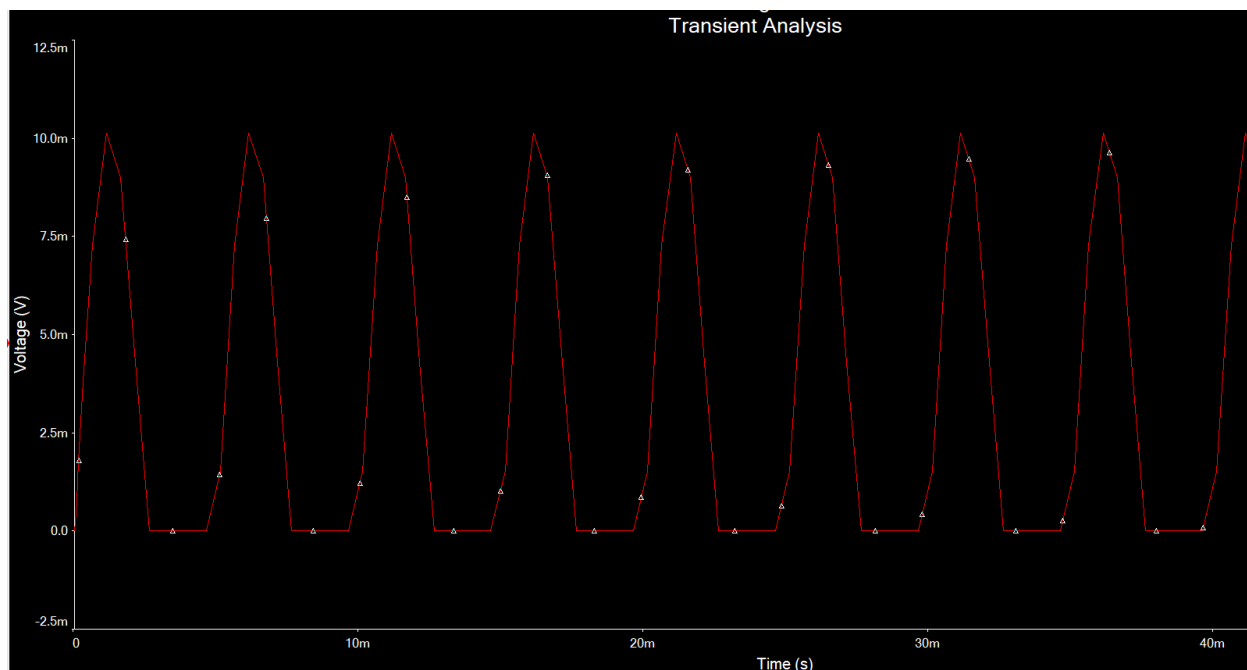


Рисунок 4 - Анализ тока на диоде

## Часть 2. Однополупериодный выпрямитель с фильтром

Схема для исследования представлена на рисунке 5.

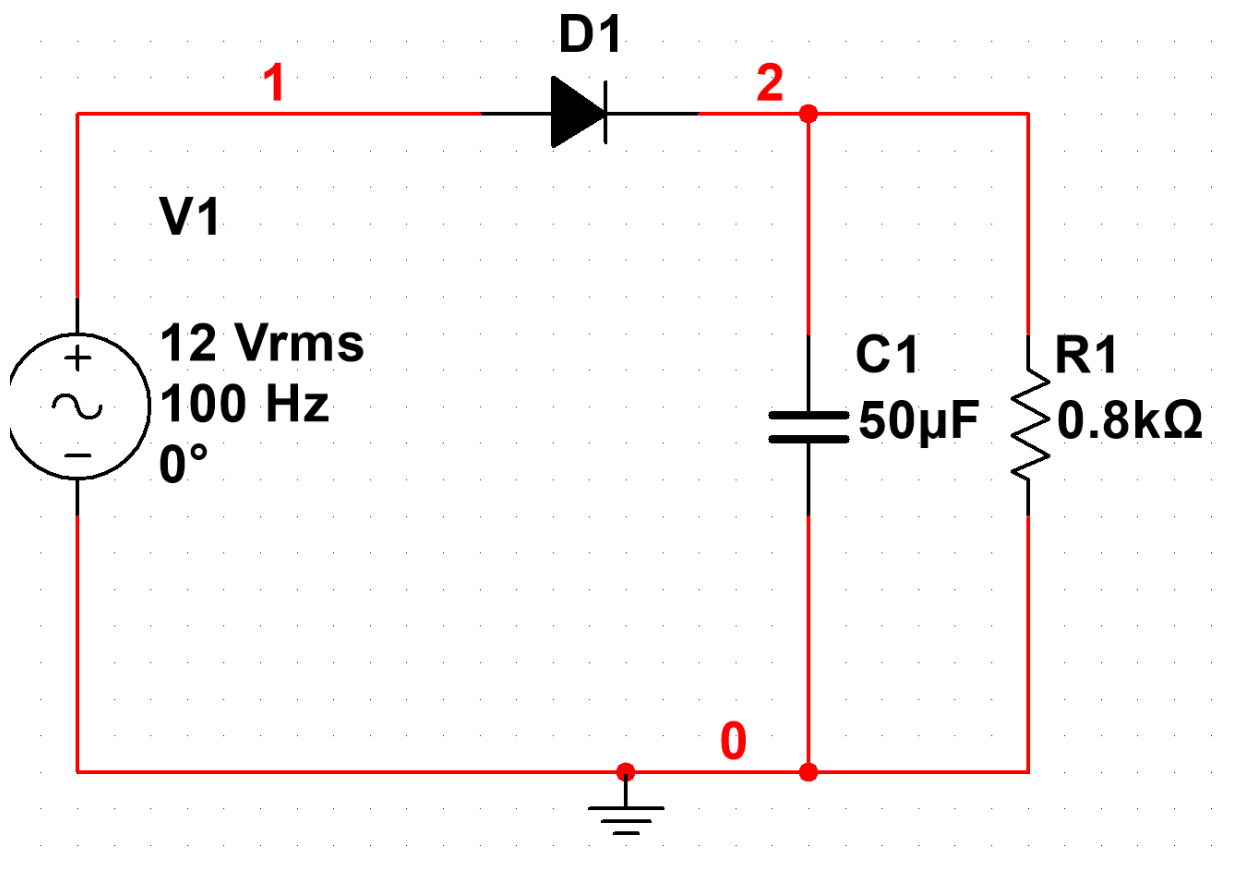


Рисунок 5 - Схема однополупериодного выпрямителя с фильтром

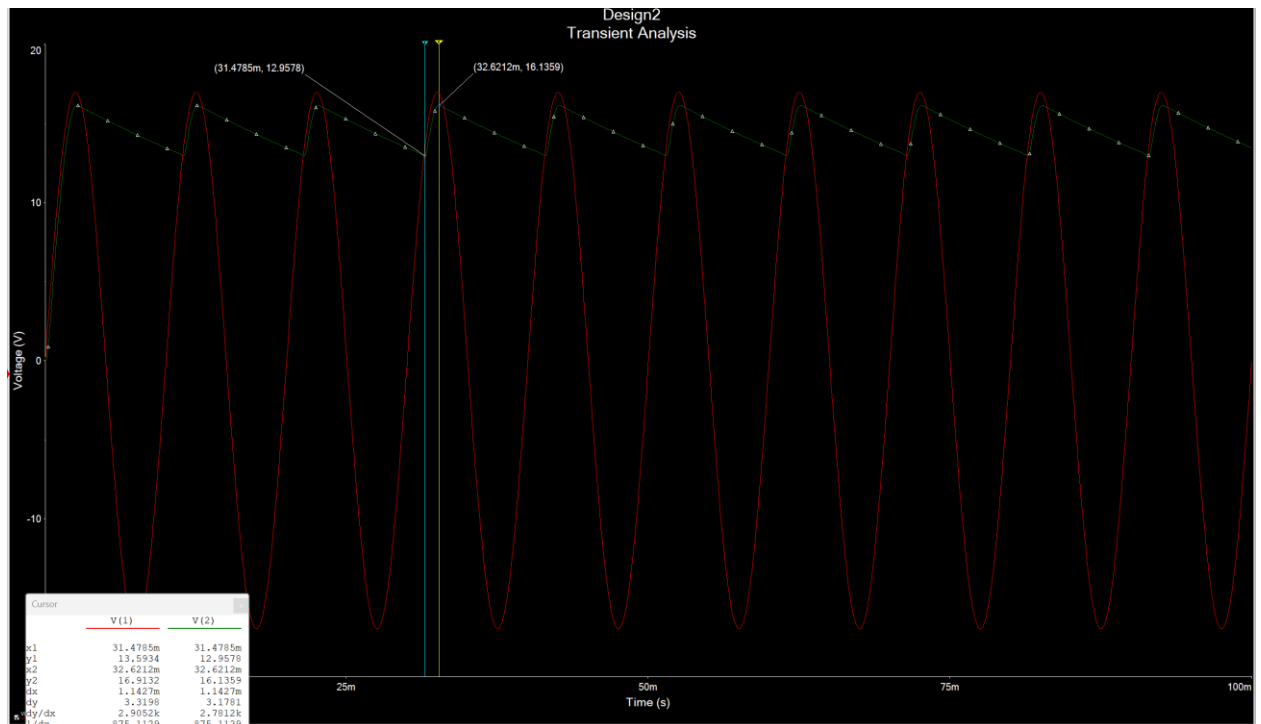


Рисунок 6 - График входного и выходного напряжения с отмеченными точками открытия и закрытия диода

Расчет угла отсечки:

$$t_2 = 32.6212 \text{ мс}$$

$$t_1 = 31.4785 \text{ мс}$$

$$\omega = 2 \pi f = 2 * 3.14 * 100 = 628 \text{ рад/с}$$

$$\tau = (\omega(t_2 - t_1))/2 = (628(32.6212 - 31.4785))/2000 = 0,3588 \text{ рад}$$

Расчет постоянной составляющей:

$$U_0 = U_m \cos \tau = \sqrt{2} U_{rms} \cos \tau = 1.414 * 12 * \cos(0.3588) = 15,887 \text{ В}$$

Анализ Фурье представлена на рисунке 7.

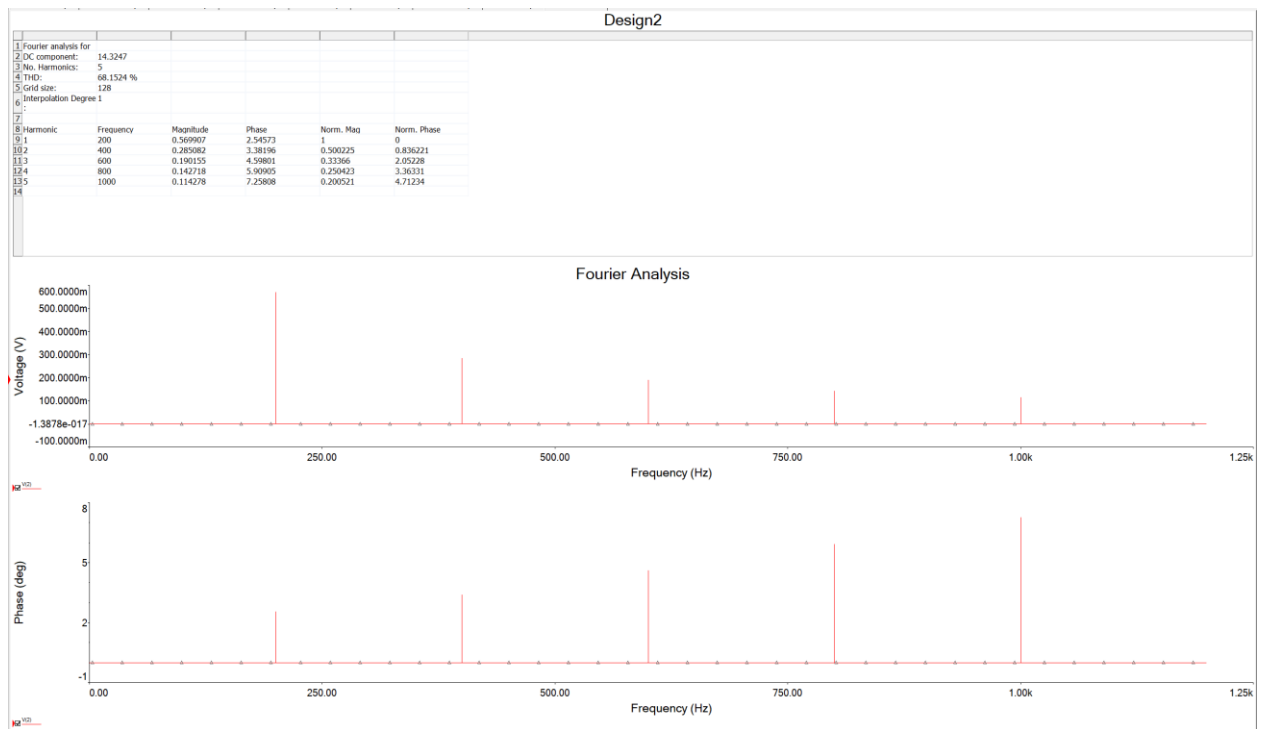


Рисунок 7 - Анализ Фурье

Расчет коэффициента пульсации:

$U_0$  получено вычислениями:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 0.5699 / 15.887 = 0.03587$$

$U_0$  получено из анализа Фурье:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 0.5699 / 14.3247 = 0.03978$$

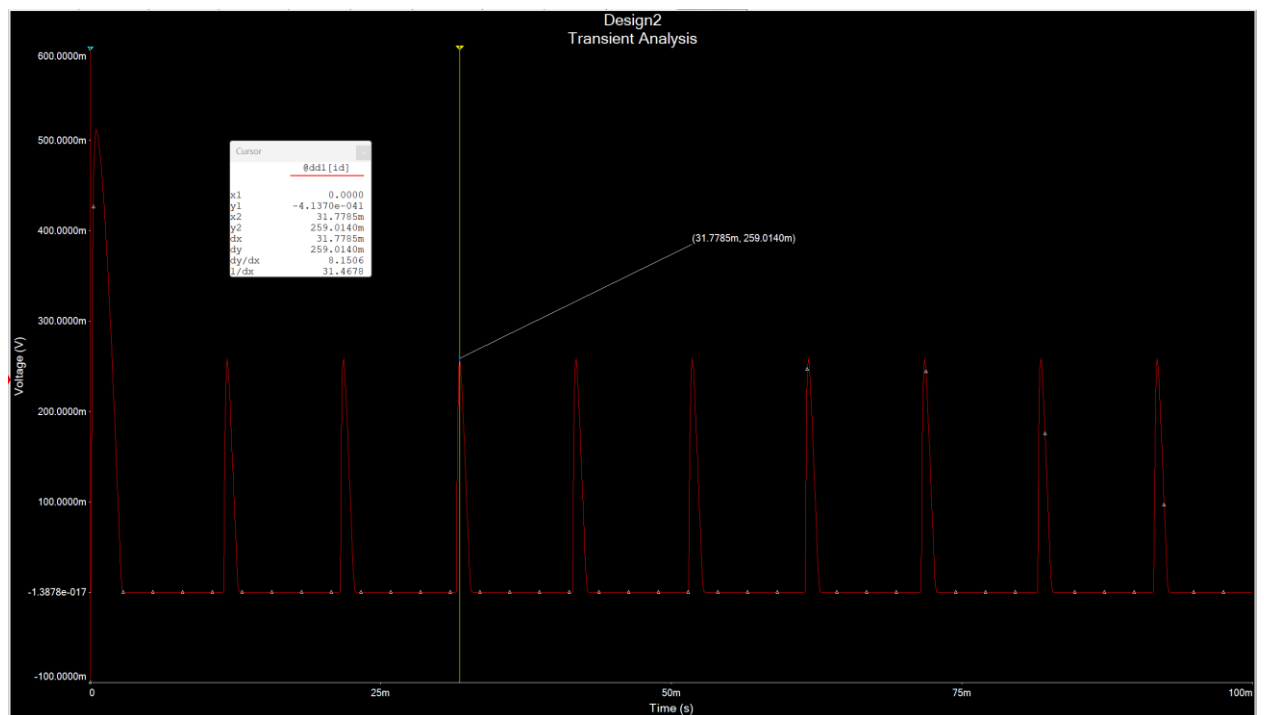


Рисунок 8 - График тока на диоде. Амплитудное значение – 31.8 мА

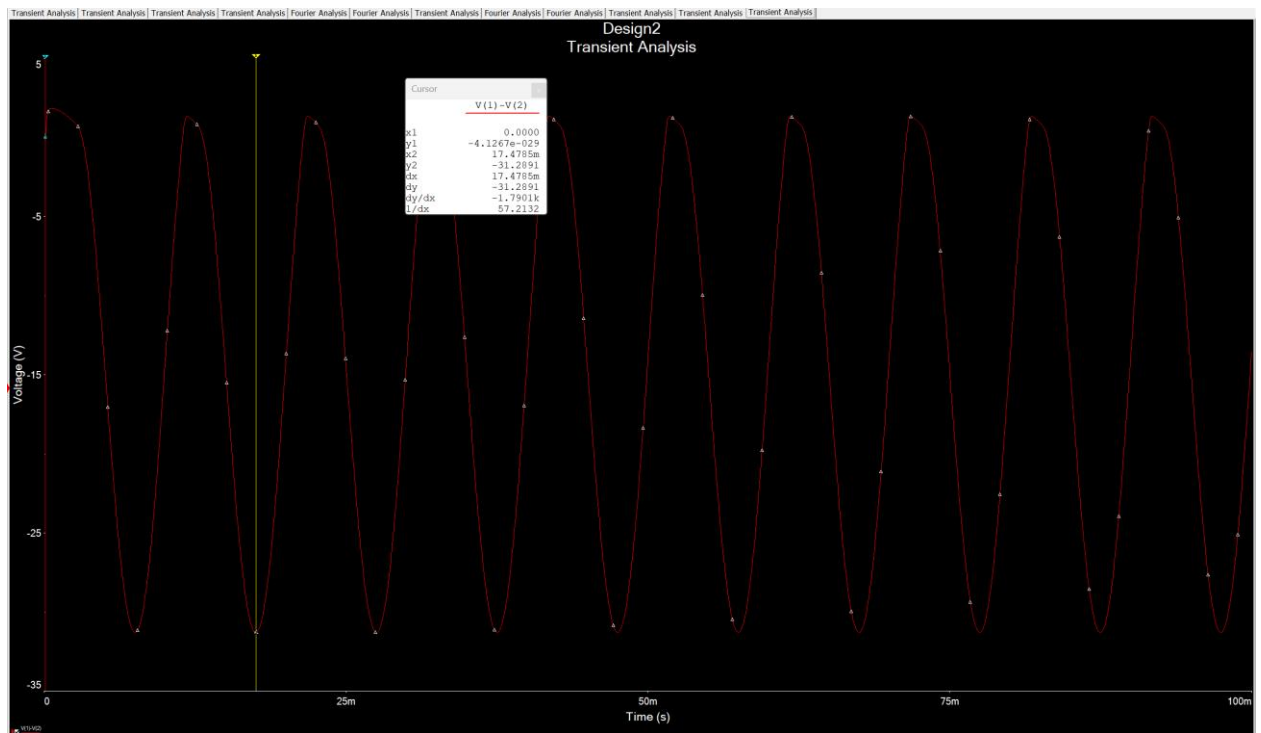


Рисунок 9 - Обратное напряжение на диоде.  $U_{обр} = 31.28V$

На выходе диода действует двойное амплитудное напряжение входного сигнала. От обратной полуволны источника и разряженного конденсатора

### Часть №3. Мостовой выпрямитель без фильтра

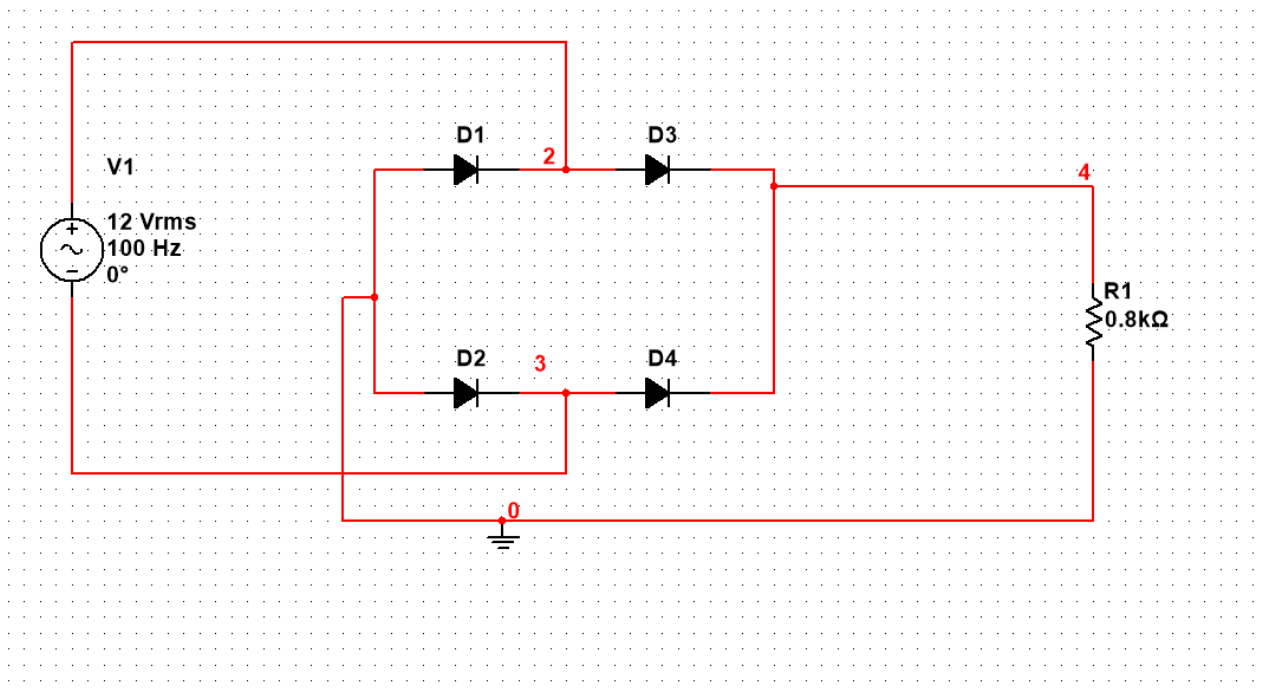


Рисунок 10 - Схема мостового выпрямителя без фильтра



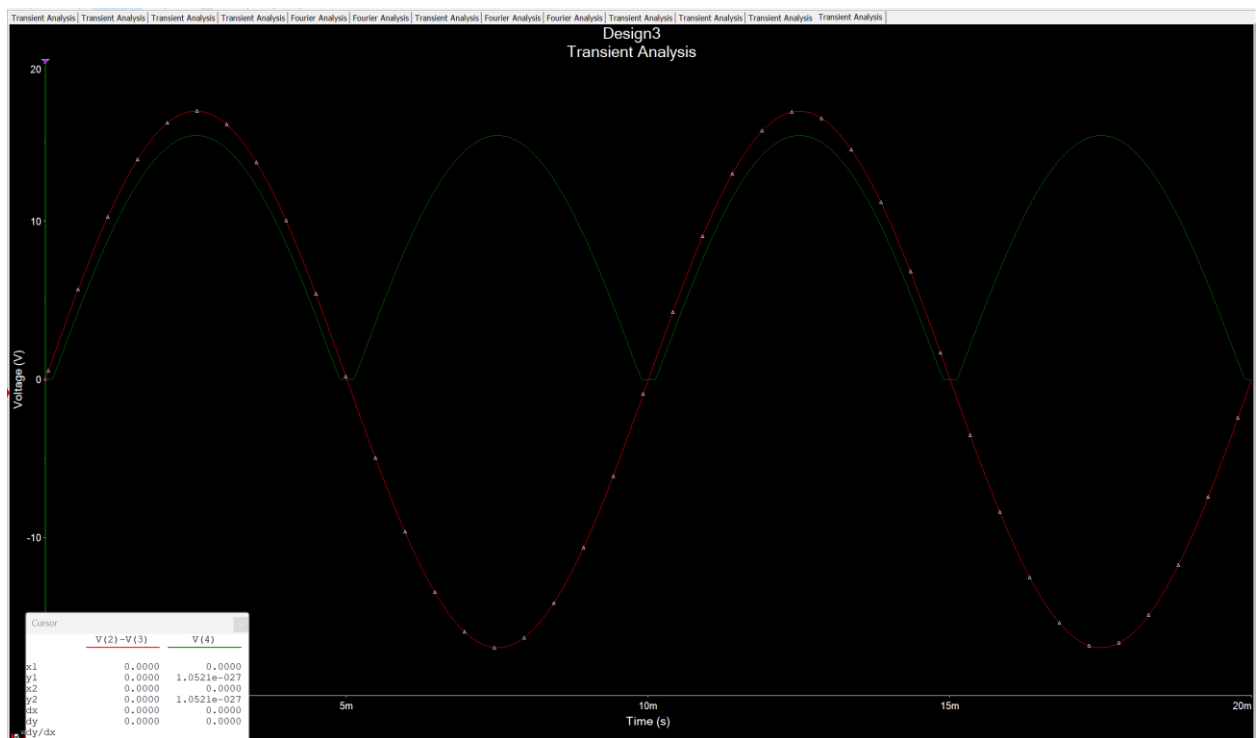


Рисунок 11 - График входного и выходного напряжения

Красные график – входное напряжение. Зелёный – выходное.

Мостовой выпрямитель отражает отрицательную полуволну. Удваивается частота после прохождения моста. При следующих анализах будем повышать частоты в 2 раза\* Рассчитаем постоянную составляющую напряжения:

$$U_0 = \sqrt{2} U_{\max} / \pi = 2\sqrt{2} U_{\text{rms}} / \pi = 2 * 1.414 * 12 / 3.14 = 10.808 \text{ В}$$

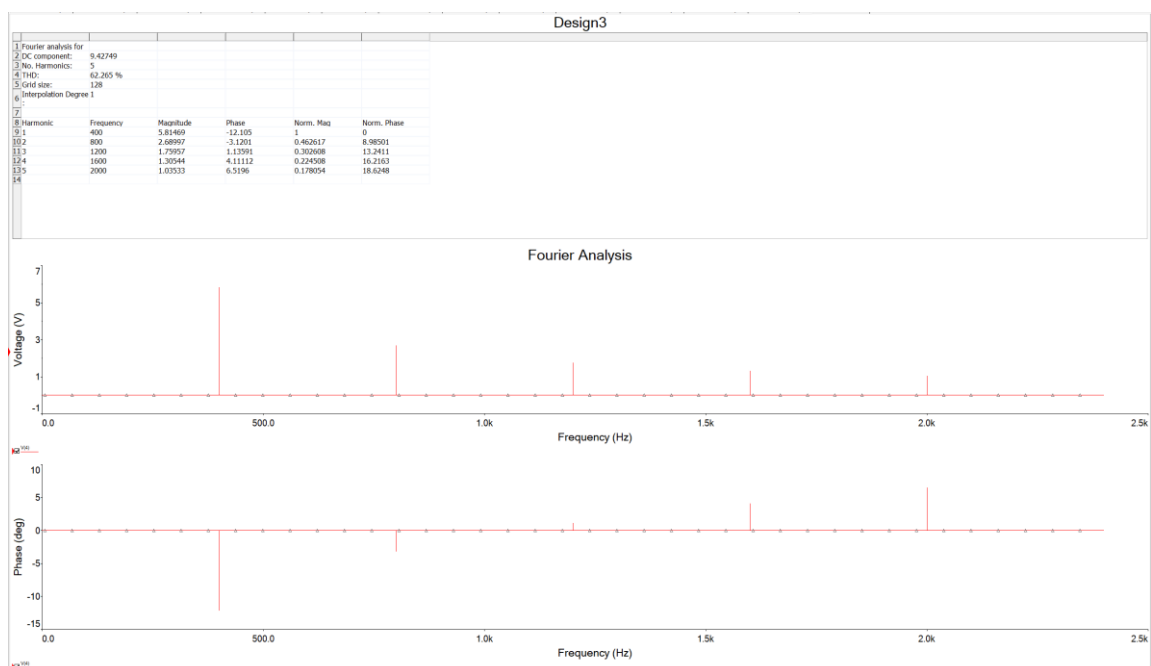


Рисунок 12 - Анализ Фурье

Рассчитаем коэффициент пульсации

$U_0$  получено вычислениями:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 5.814 / 10.808 = 0.5379$$

$U_0$  получено из анализа Фурье:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 5.814 / 9.4275 = 0.6167$$

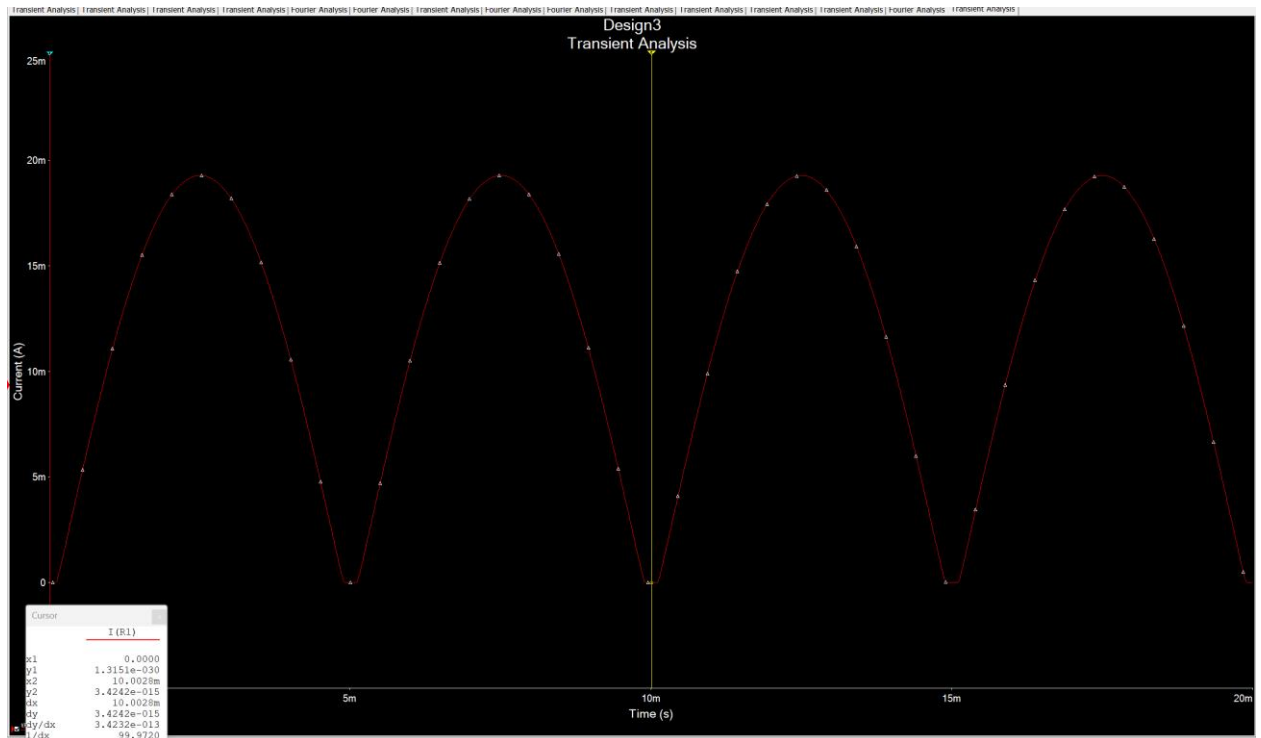


Рисунок 13 - Амплитудное значение тока в цепи: 10 мА

#### Часть №4. Мостовой выпрямитель с фильтром

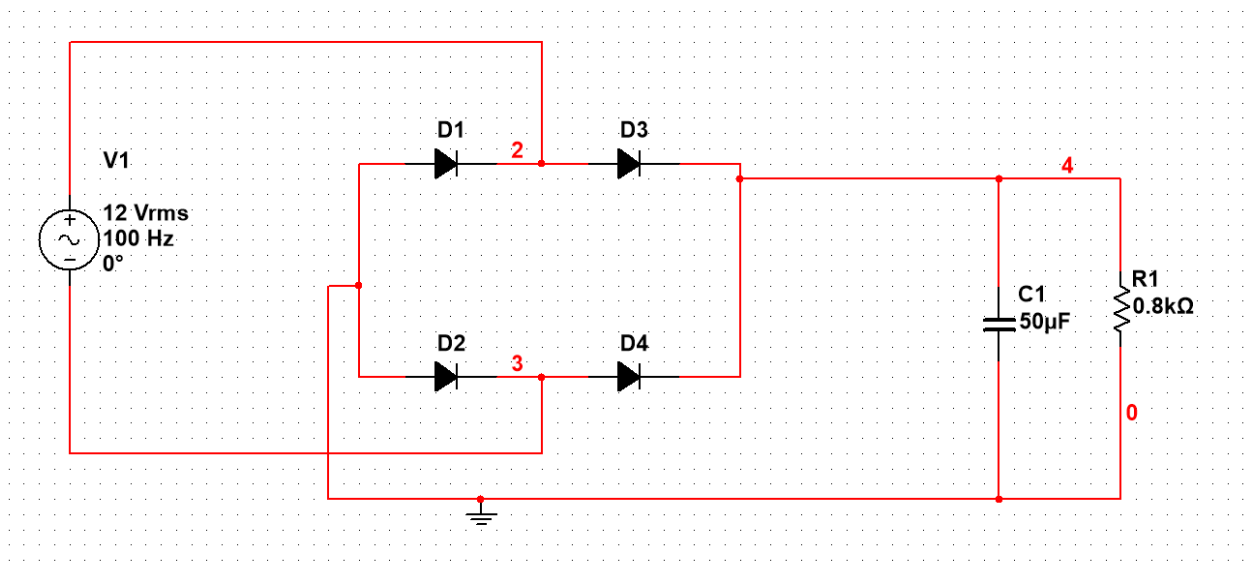


Рисунок 14 - Мостовой выпрямитель с фильтром

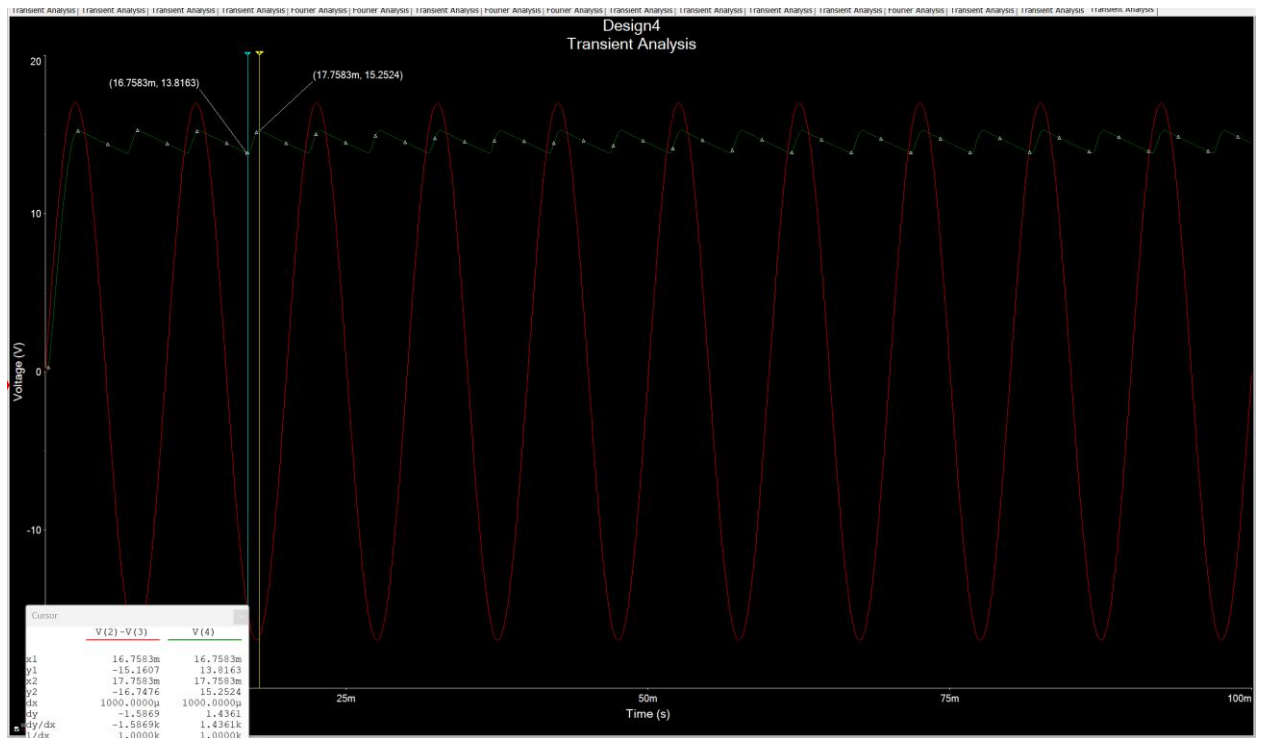


Рисунок 15 - Графики входного и выходного напряжений

Рассчитаем угол отсечки:

$$t_2 = 17.7583 \text{ мс}$$

$$t_1 = 16.7583 \text{ мс}$$

$$\omega = 2\pi f = 2 * 3.14 * 100 = 628 \text{ рад/с}$$

$$\tau = (\omega(t_2 - t_1))/2 = (628(17.7583 - 16.7583))/2000 = 0,314 \text{ рад}$$

Рассчитаем постоянную составляющую:

$$U_0 = U_m \cos \tau = \sqrt{2} U_{rms} \cos \tau = 1.414 * 12 * \cos(0.314) = 16,138 \text{ В}$$

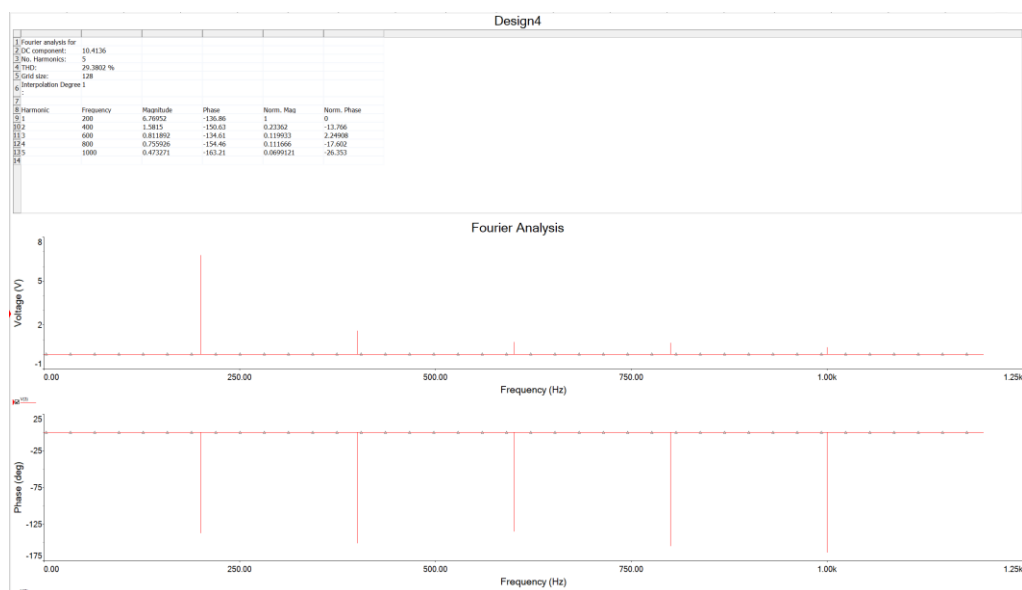


Рисунок 16 - Анализ Фурье

Рассчитаем коэффициент пульсации

$U_0$  получено вычислениями:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 6.769 / 16.138 = 0.4194$$

$U_0$  получено из анализа Фурье:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 6.769 / 10.4136 = 0.6500$$

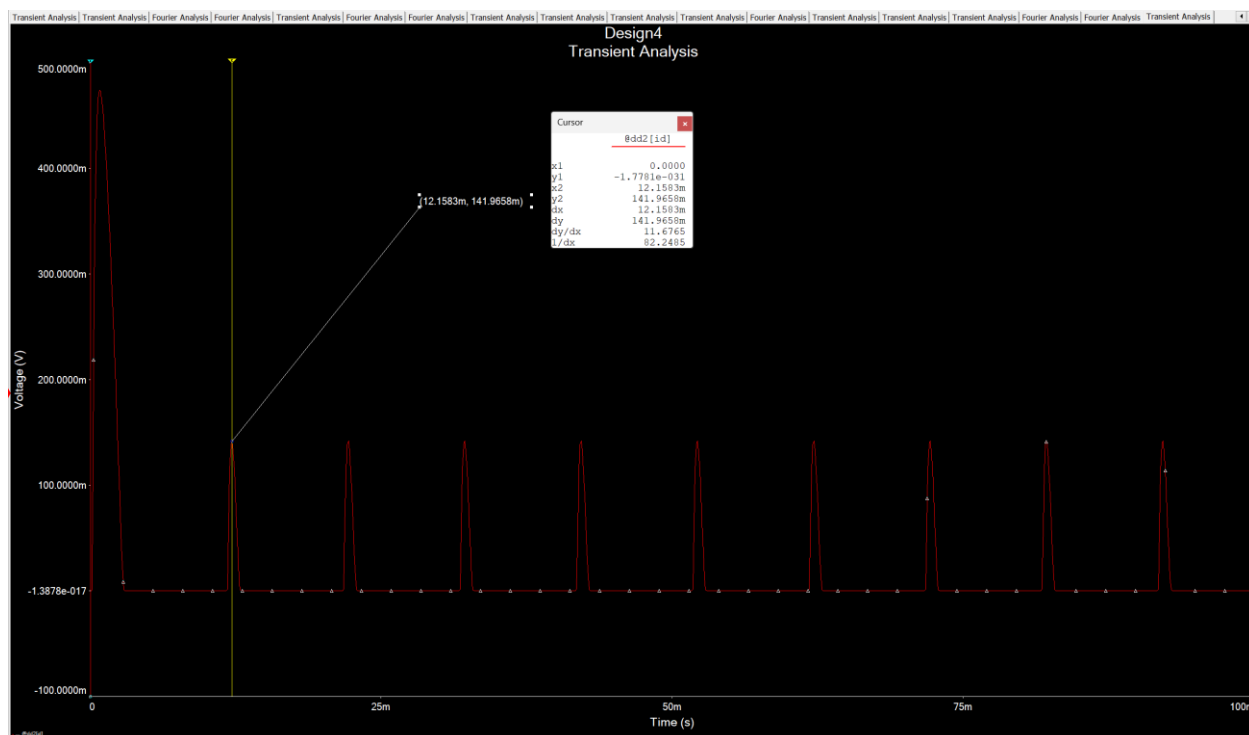


Рисунок 17 - График тока на выходе. Амплитудное значение – 141.97 мА

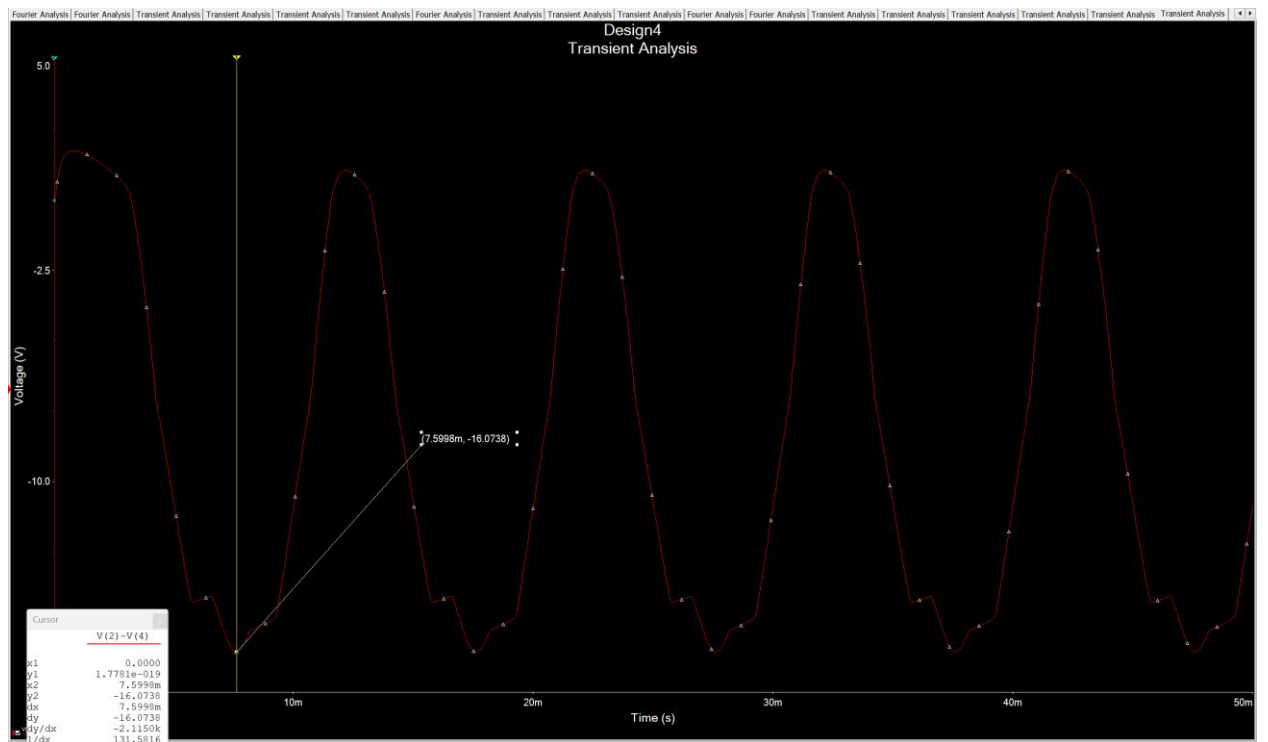


Рисунок 18 - Обратное напряжение на диоде.  $U_{обр} = 16.07 \text{ В}$

### Часть №5. Однополупериодная схема с П-образным фильтром

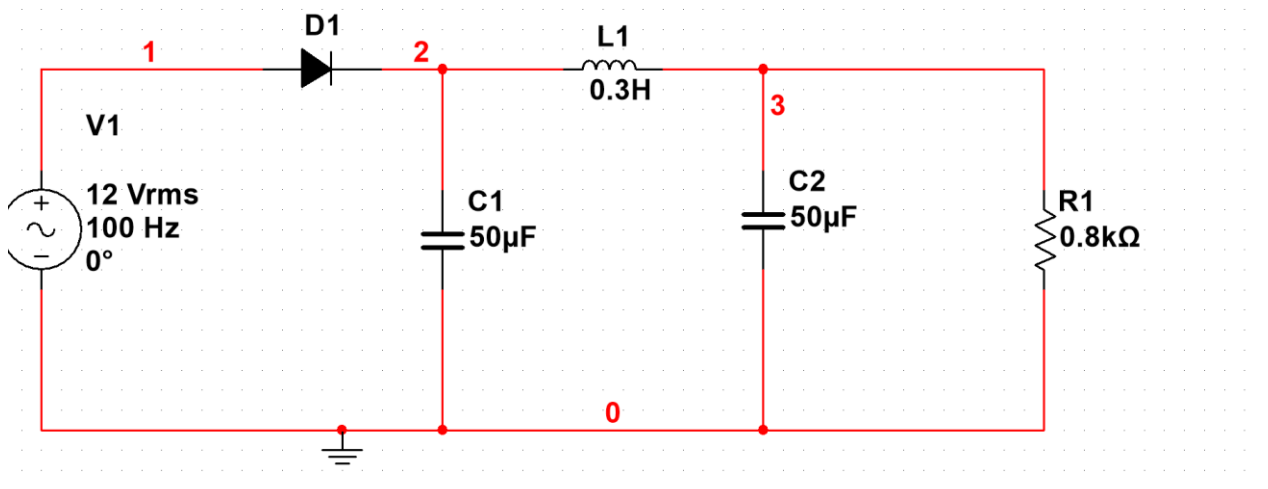


Рисунок 19 - Схема однополупериодного П-образного фильтра

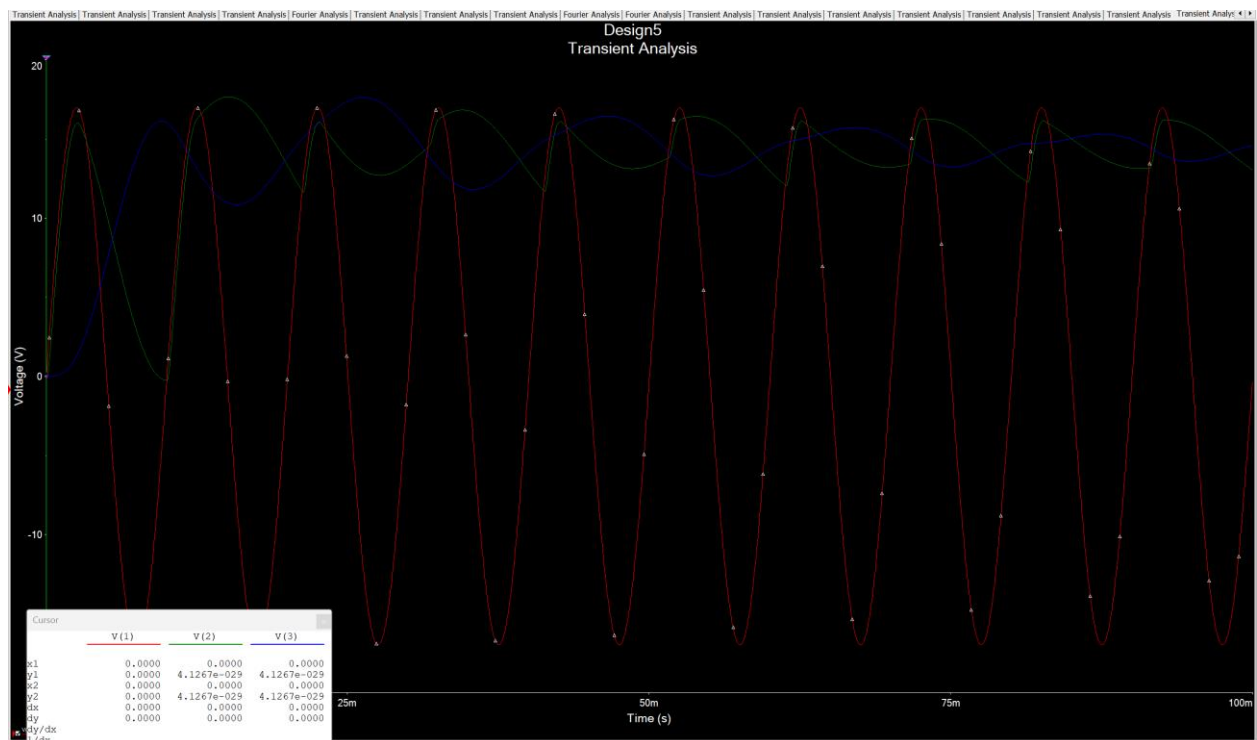


Рисунок 20 - Напряжения на элементах в схеме

Красный график – входное напряжение. Зелёный – напряжение на выходе диода. Синий – напряжение на нагрузке.

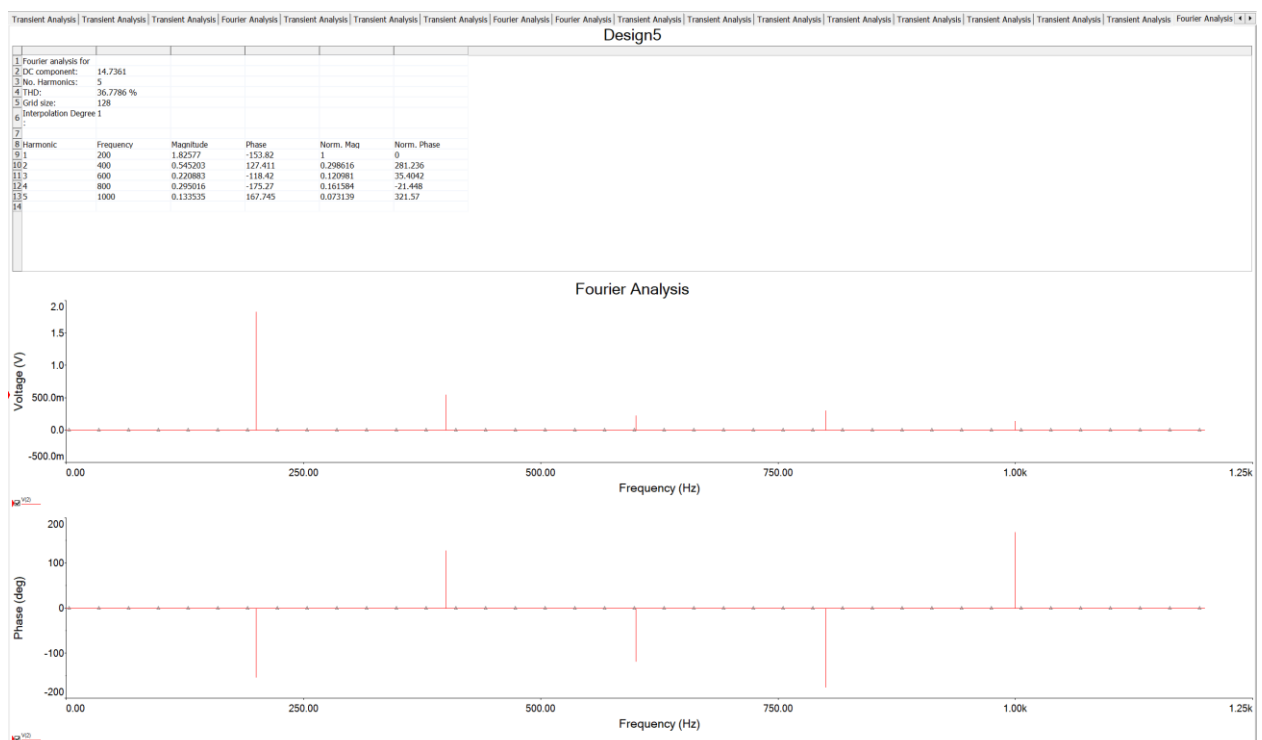


Рисунок 21 – Анализ Фурье

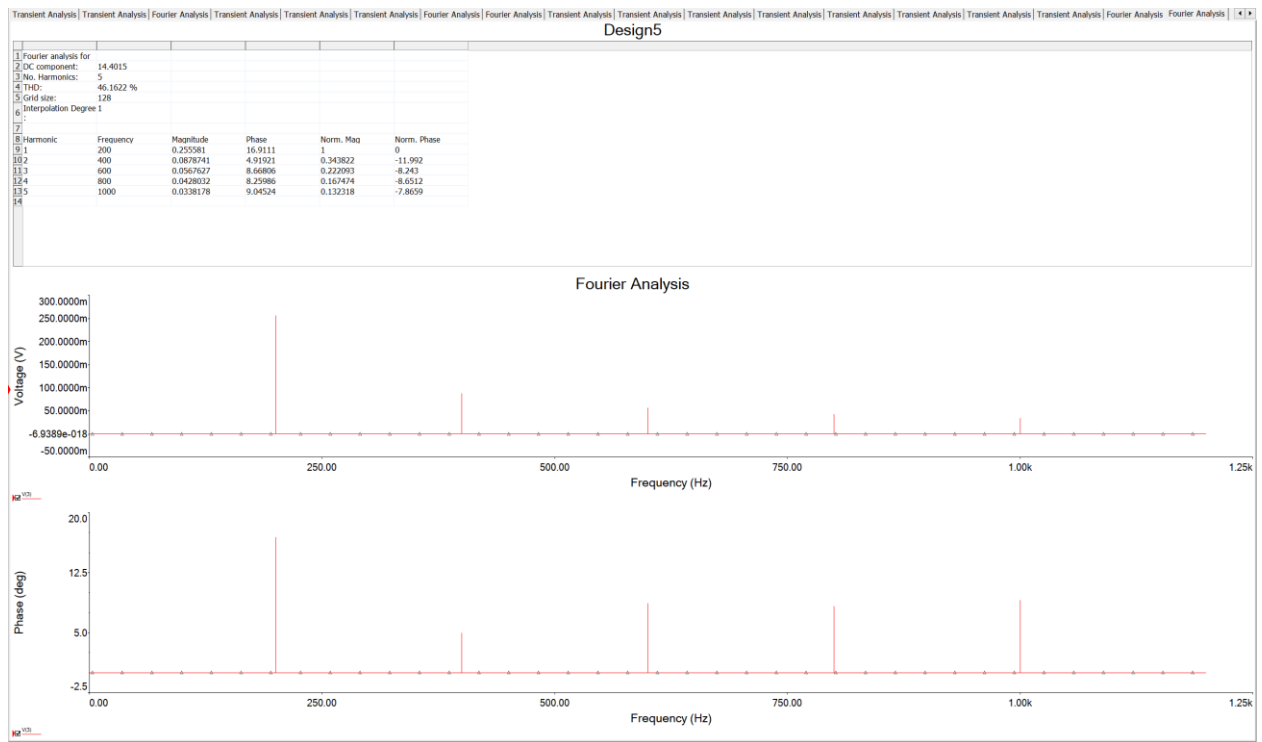


Рисунок 22 – Анализ Фурье

Рассчитаем коэффициент сглаживания:

Подсчет входного коэффициента пульсации:

$$K_n = U_{m1}/U_o = 1.825 / 14.7361 = 0.124$$

Подсчет выходного коэффициента пульсации:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 0.255 / 14.4015 = 0.0177$$

Найдем коэффициент сглаживания:

$$K_{\text{сгл}} = K_{\text{пвх}}/K_{\text{пвых}} = 0.124 / 0.0177 = 7.005$$

### Часть №6. Мостовая схема с П-образным фильтром

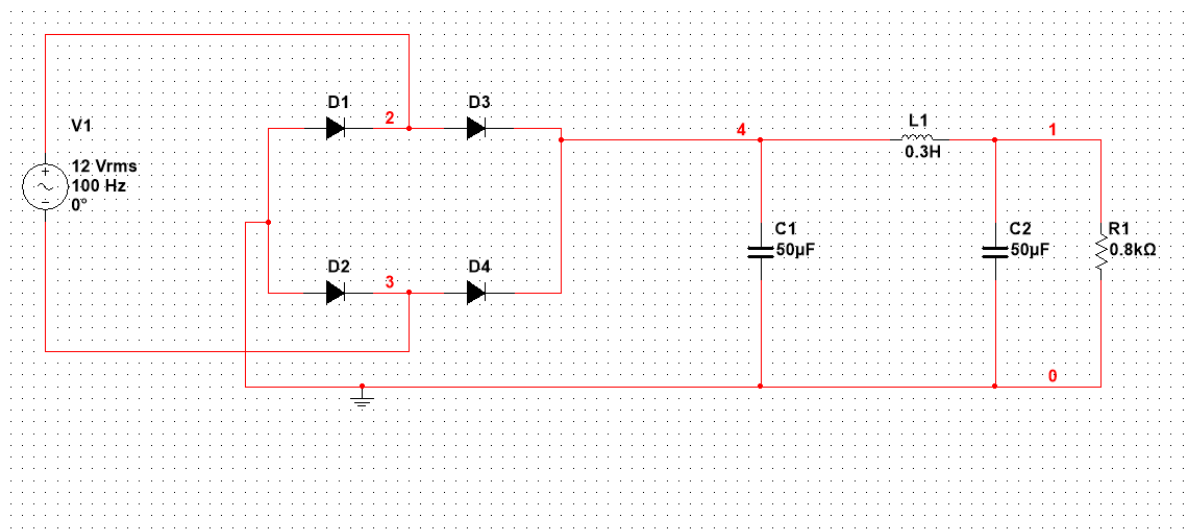


Рисунок 23 - Схема мостового П-образного фильтра

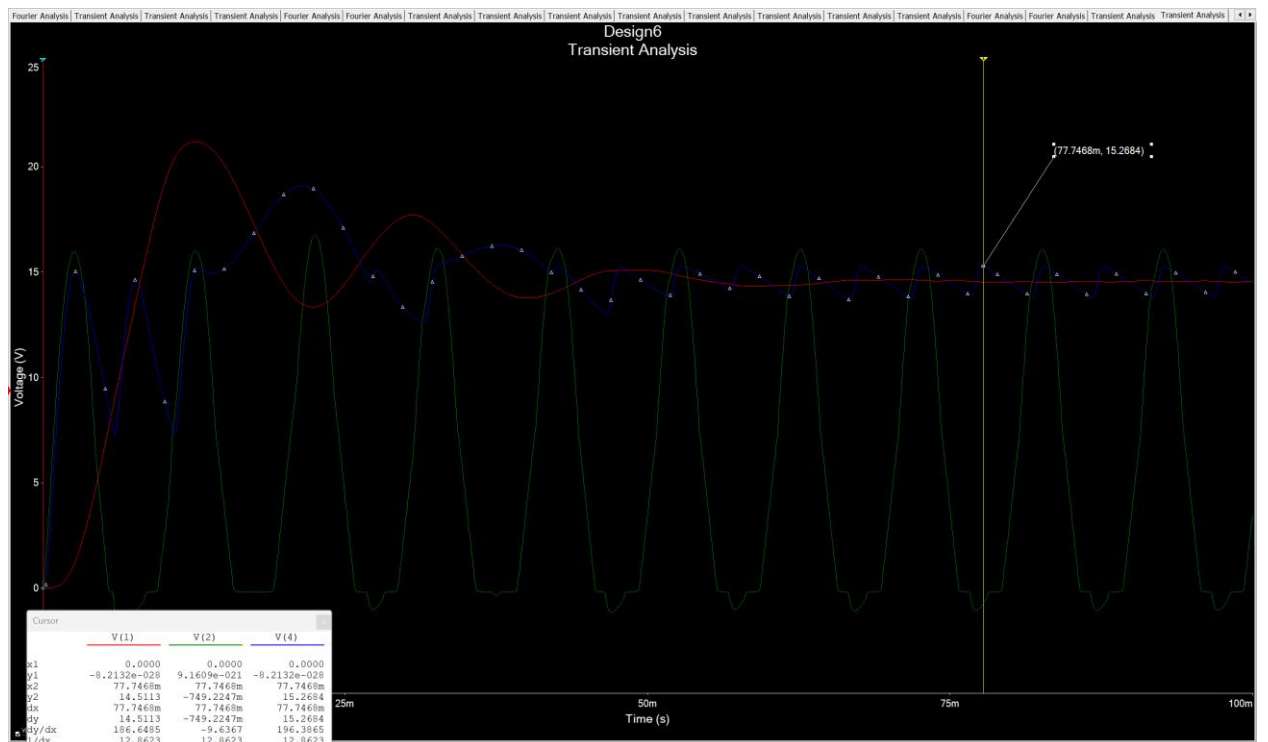


Рисунок 24 - Напряжения на элементах в схеме

Зеленый – входное напряжение. Синий – напряжение на выходе диода.

Красный – напряжение на нагрузке.

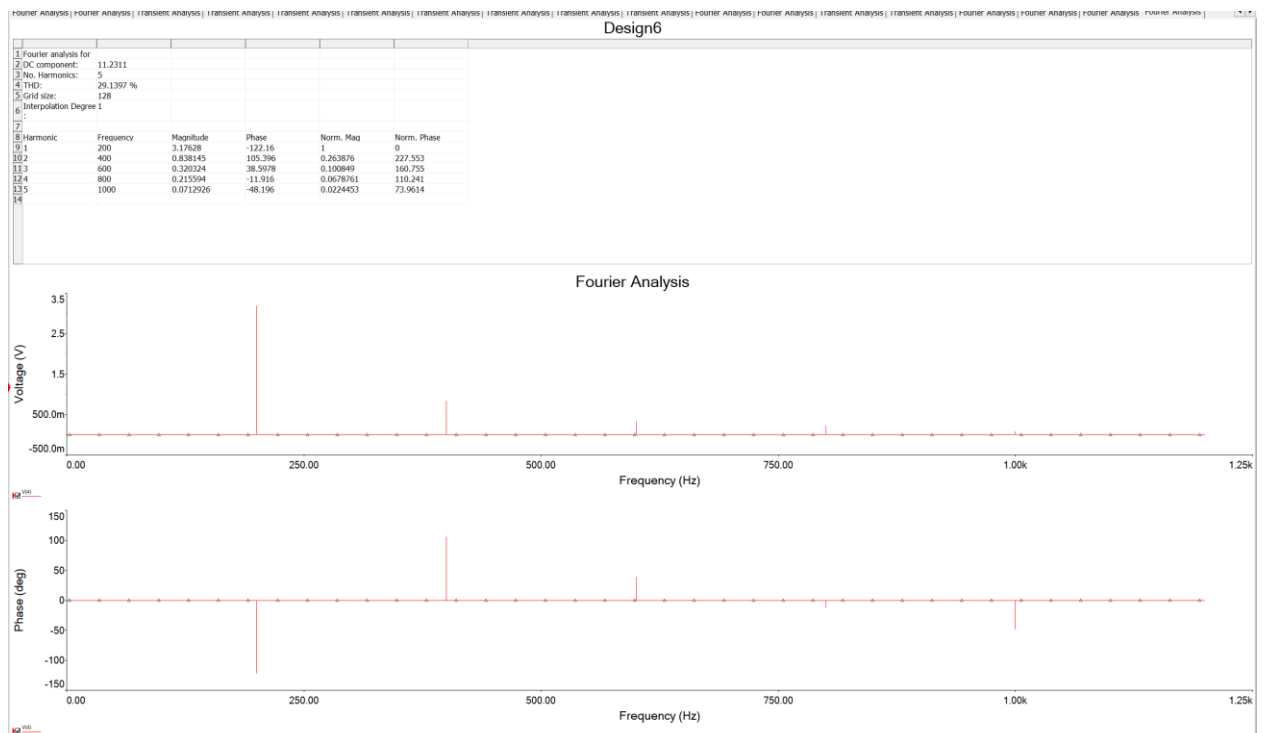


Рисунок 25 - Анализ Фурье входной / выходной



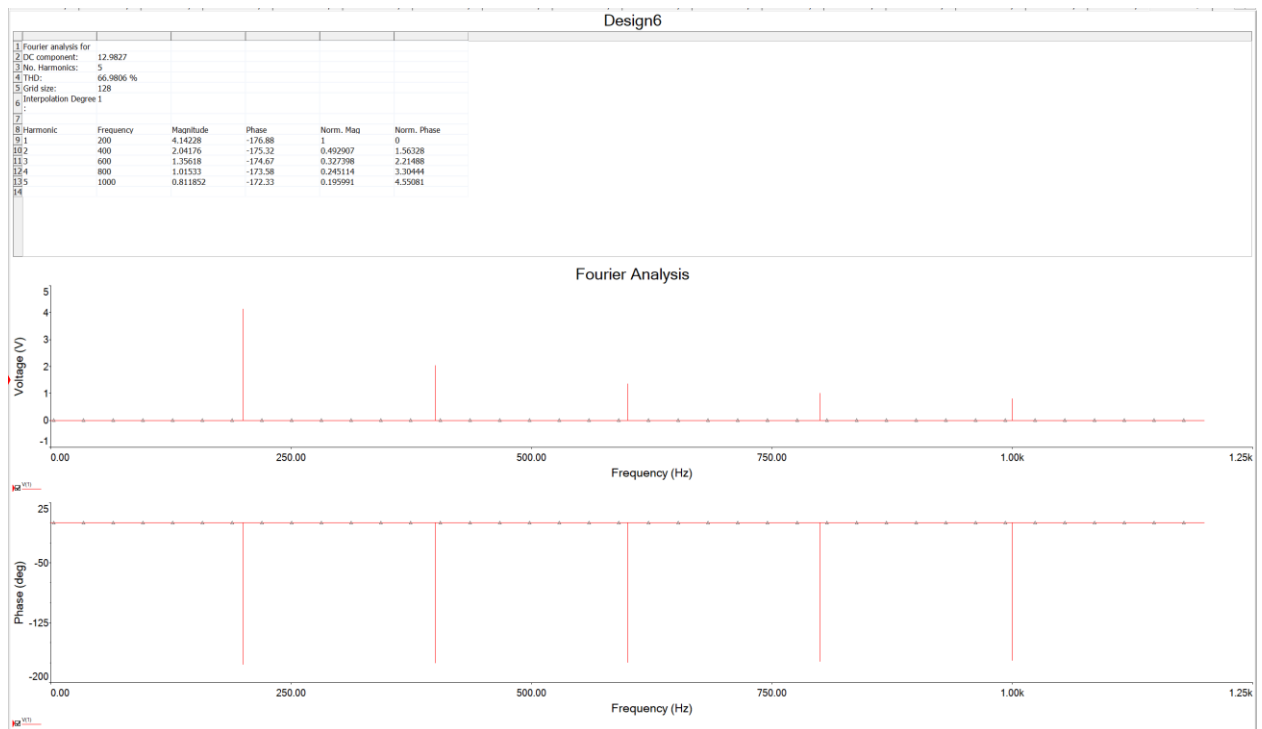


Рисунок 26 - Анализ Фурье входной / выходной

Рассчитаем коэффициент сглаживания:

Подсчет входного коэффициента пульсации:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 3.176 / 11.2311 = 0.282$$

Подсчет выходного коэффициента пульсации:

$$K_n = U_{m1}/U_0 = 4.142 / 12.9827 = 0.319$$

Найдем коэффициент сглаживания:

$$K_{\text{СГЛ}} = K_{\text{ПВХ}}/K_{\text{ПВЫХ}} = 0.282 / 0.319 = 0.884$$

### Часть №7. Однополупериодная схема с П-образным фильтром

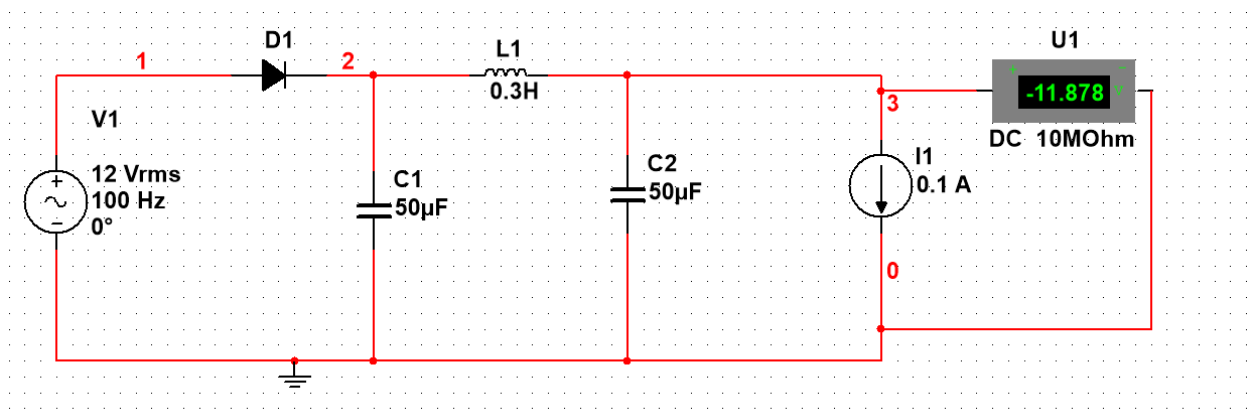


Рисунок 27 - Схема однополупериодного П-фильтра

I, A	0.1	0.7	1.3	1.9	2.5	3.1	3.7	4.3	4.9	5.5
U, В	17.905	12.776	11.56	10.35	9.143	7.937	6.732	5.529	4.325	3.122

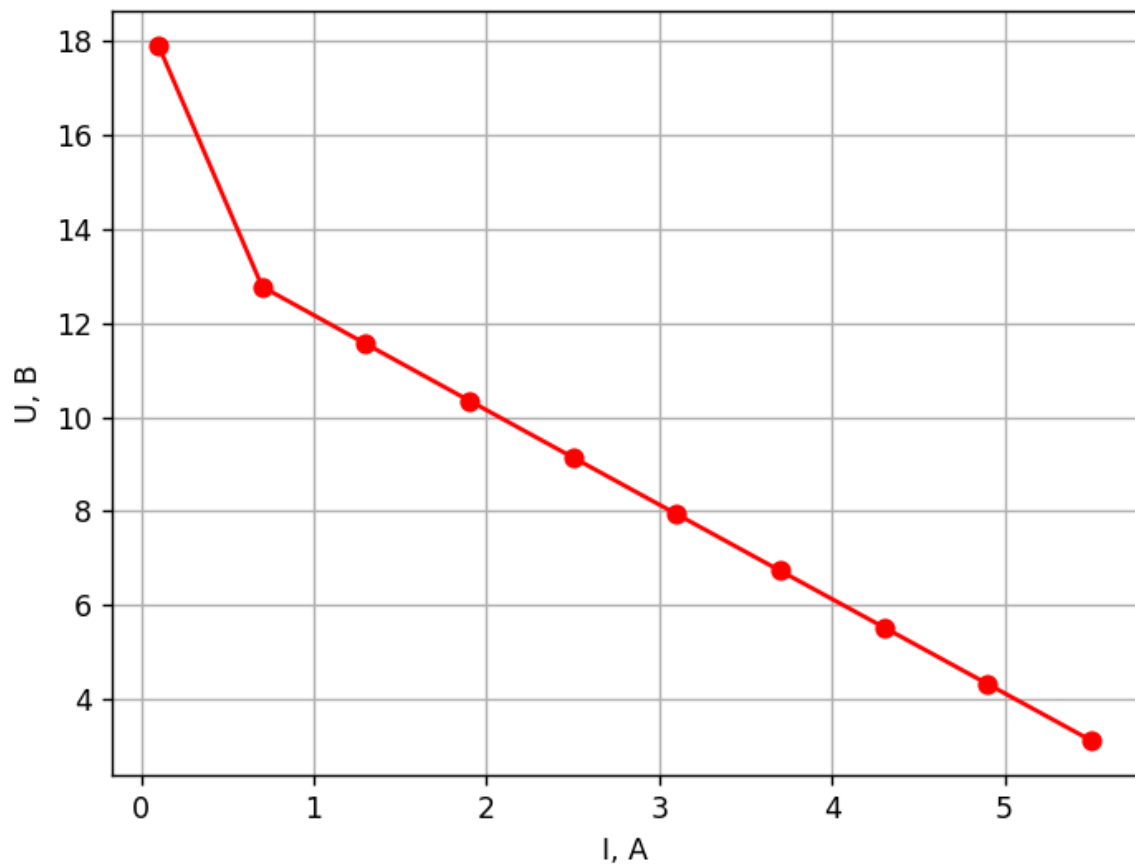


Рисунок 28 - Нагрузочная характеристика

Найдем дифференциальное сопротивление:

1. В начале характеристики:

$$R_{\text{ВЫХ}} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = 8.548 \text{ Ом}$$

2. В конце характеристики:

$$R_{\text{ВЫХ}} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = 2.005 \text{ Ом}$$

### Часть №8. Мостовая схема с П-образным фильтром

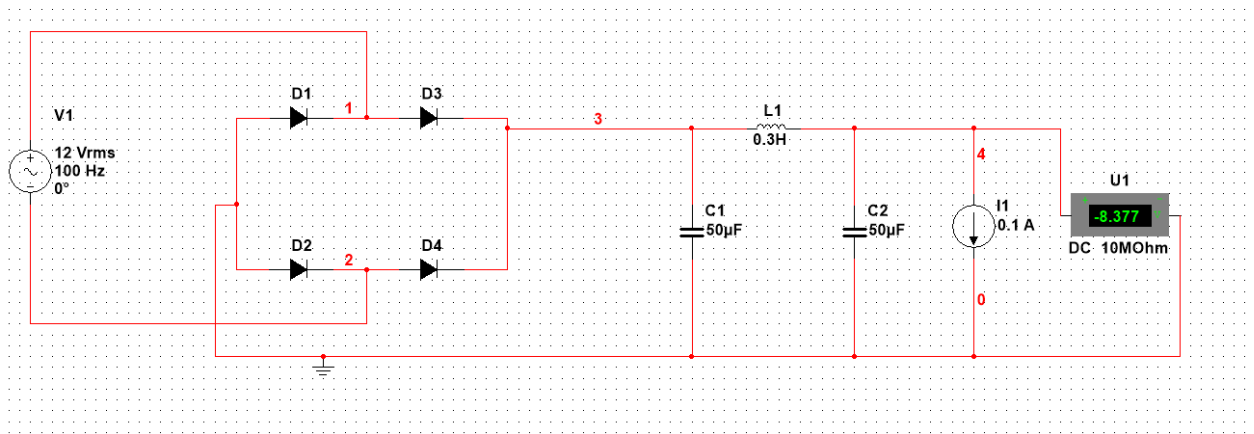


Рисунок 29 - Схема мостового П-образного фильтра

I, A	0.1	0.7	1.3	1.9	2.5	3.1	3.7	4.3	4.9	5.5
U, B	26.327	24.083	21.724	19.422	17.169	14.964	12.807	10.696	8.635	6.623

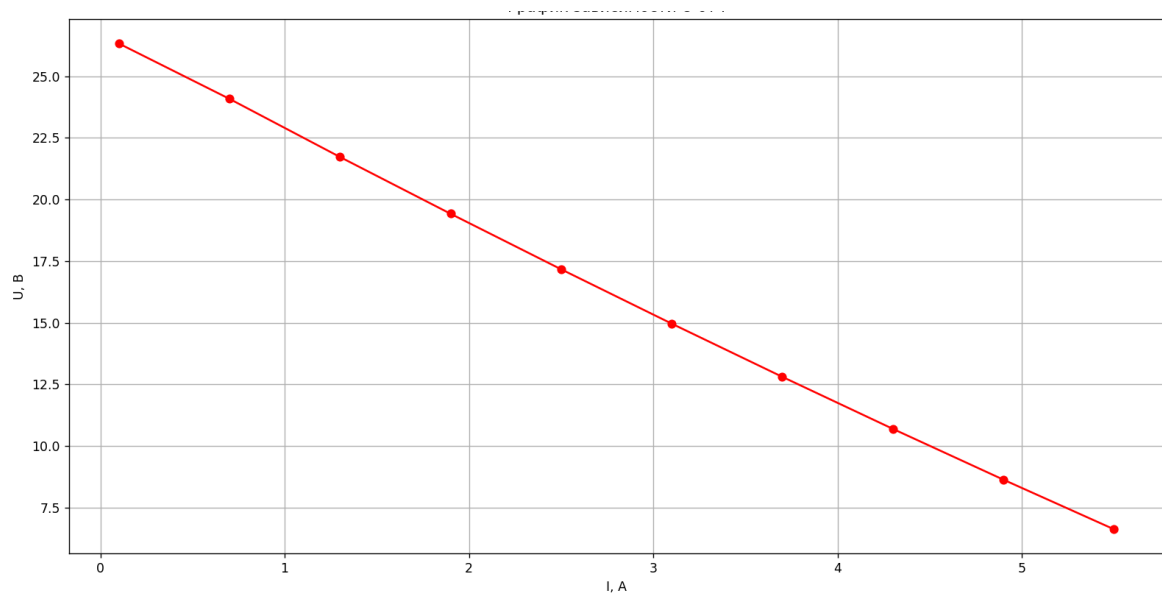


Рисунок 30 - Нагрузочная характеристика

Найдем дифференциальное сопротивление:

1. В начале характеристики:

$$R_{\text{ВЫХ}} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = 4.488 \text{ Ом}$$

2. В конце характеристики:

$$R_{\text{ВЫХ}} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = 3.353 \text{ Ом}$$

## Часть №9. Мостовая схема с фильтром и стабилизатором

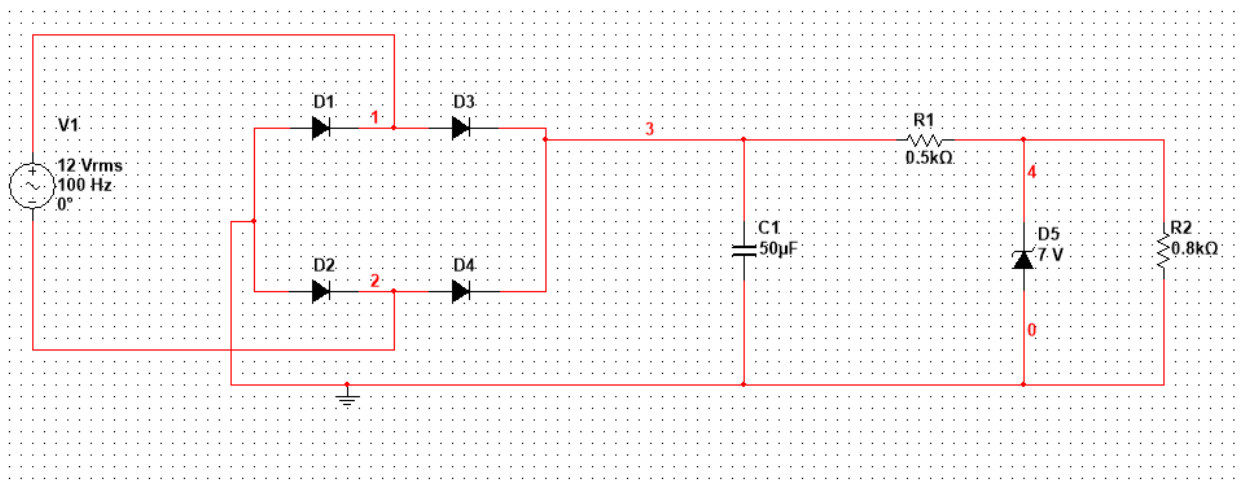


Рисунок 31 - Мостовая схема с фильтром и стабилизатором

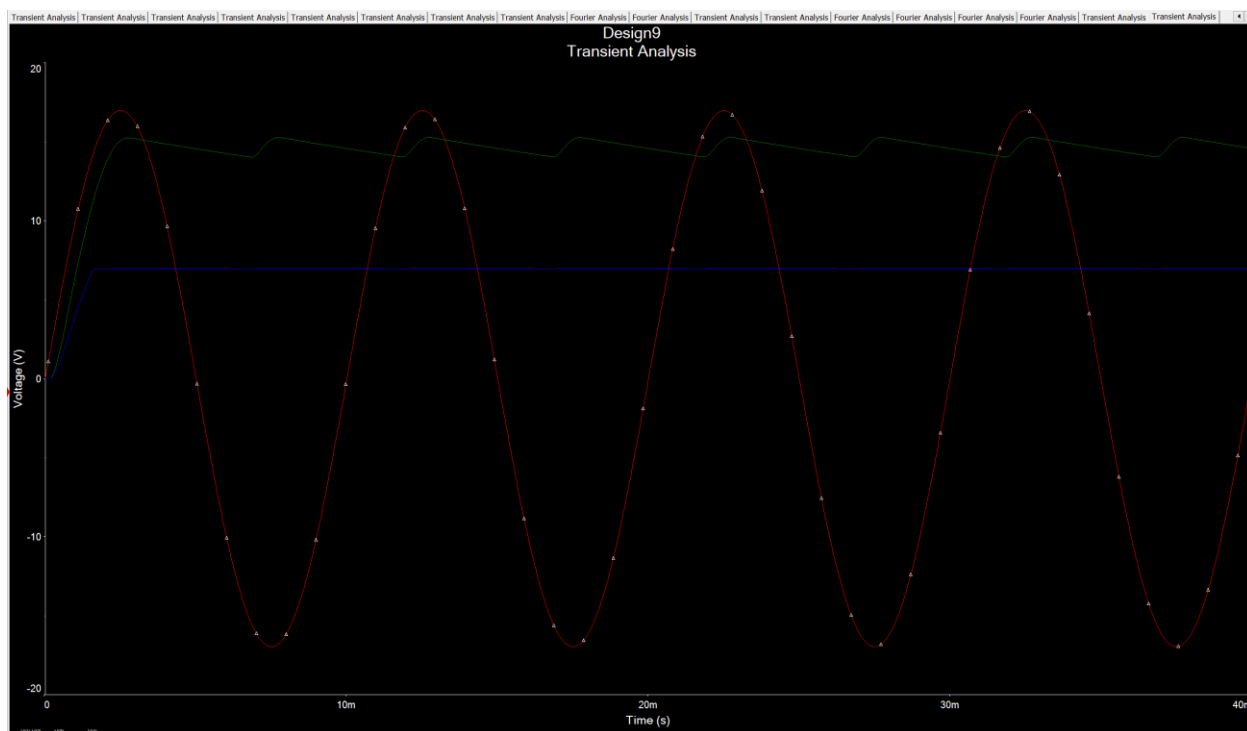


Рисунок 32 - Графики входного /выходного напряжений

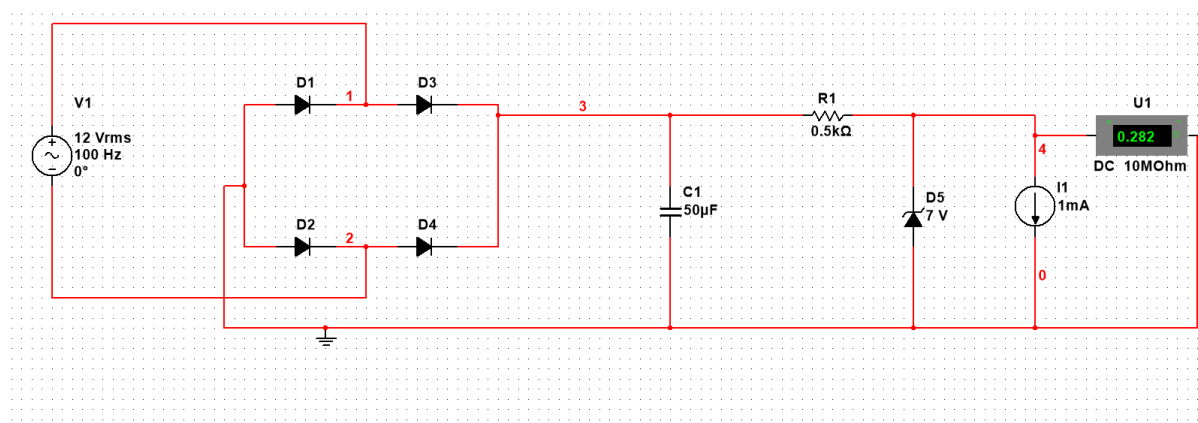


Рисунок 33 - Мостовая схема с фильтром, стабилизатором и вольтметром

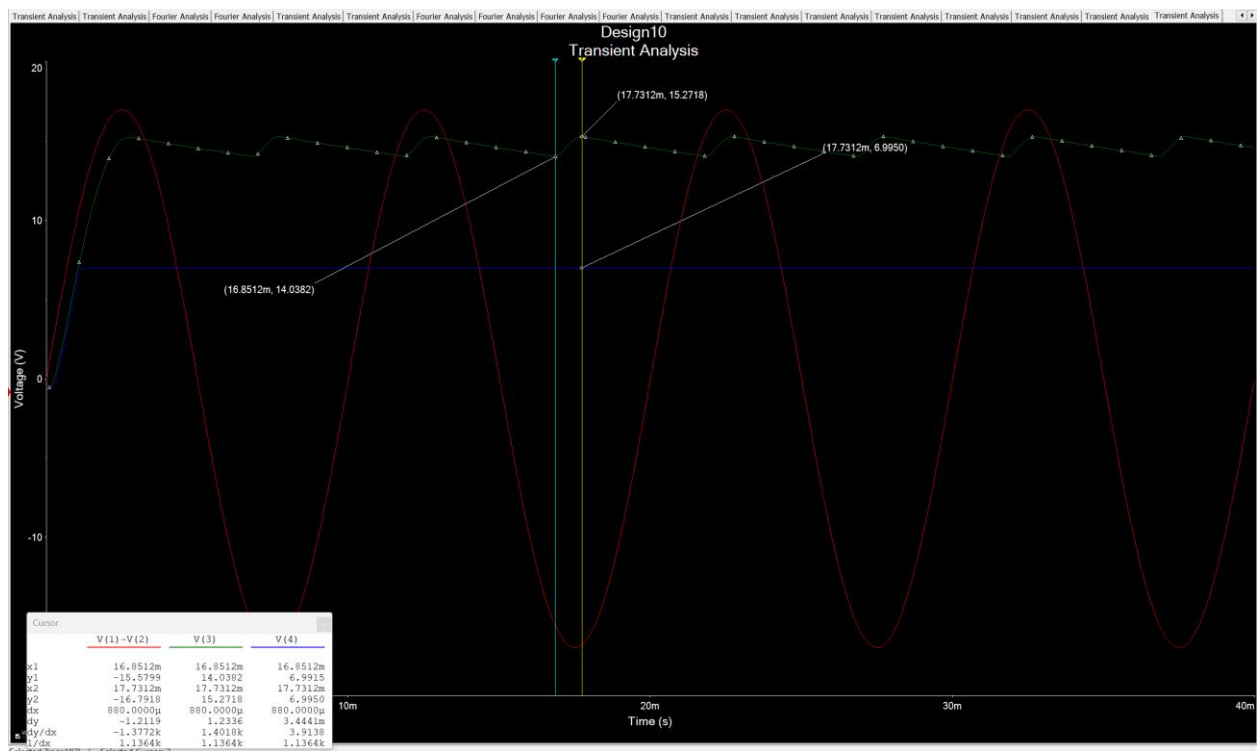


Рисунок 34 - Определение значений напряжений

$$R_{\text{бал}} = 500 \text{ Ом}$$

$$U_{\text{ВЫХ\_НОМ}} = 6.9950 \text{ В}$$

$$U_{\text{ВХ\_НОМ}} = 16.9703 \text{ В}$$

I, mA	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
U, В	7.949	7.901	7.484	6.588	5.5	4.411	3.322	2.235	1.154	0.282

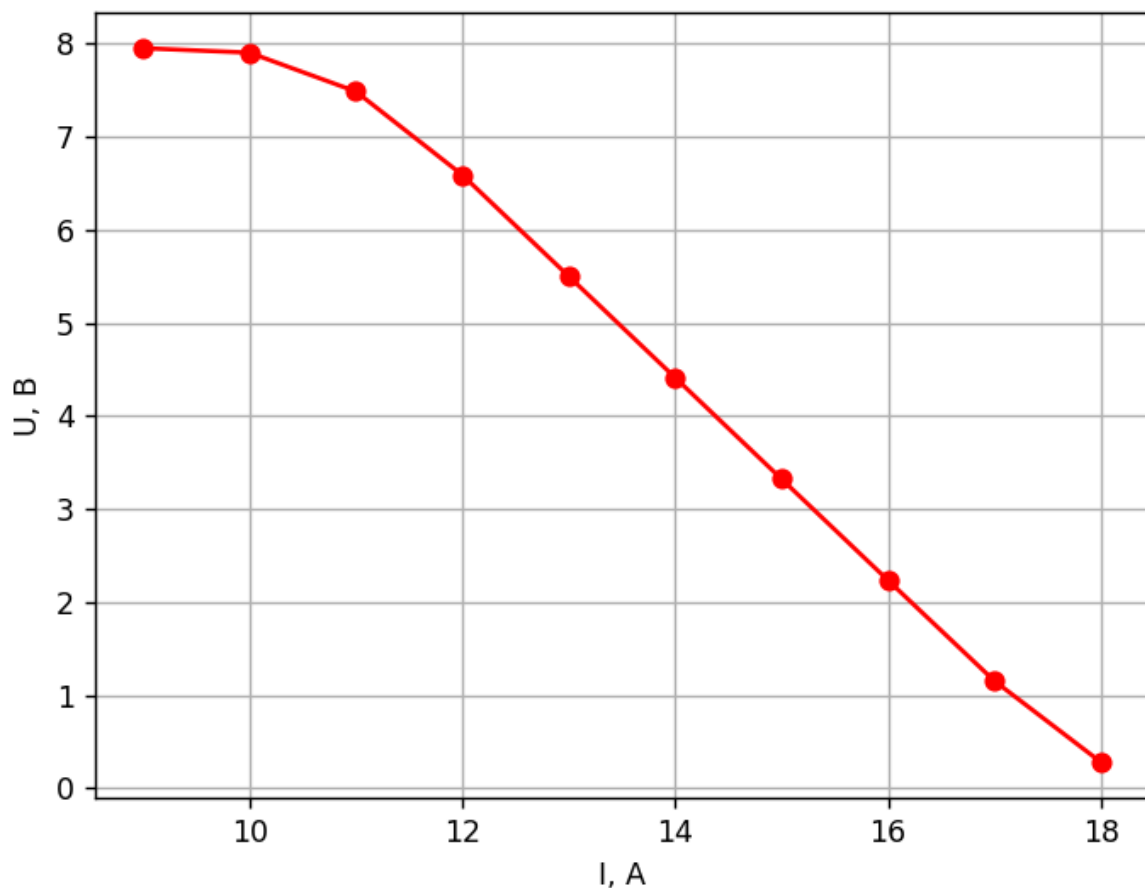


Рисунок 35 - Нагрузочная прямая

Найдем дифференциальное сопротивление:  $r_{\text{дин}} = 872 \text{ Ом}$  (отношение изменения напряжения к тому при выходе из рабочего режима)

Найдем коэффициент стабилизации:  $K_{\text{ст}} = (R_{\text{бал}}/r_{\text{дин}} + 1) * U_{\text{вых\_ном}}/ U_{\text{вх\_ном}} = 0.648$

### Вывод

В ходе лабораторной работы было изучено поведение диода, а также различные выпрямительные схемы и стабилизаторы напряжения. Также рассмотрено влияние фильтра на выходной сигнал таких схем. Рассчитаны основные параметры таких схем.