

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»**

**(РУДН)**

**Инженерная академия**

**Департамент механики и процессов управления**

**Отчет по лабораторным работам по курсу  
«Электроника»**

**Выполнил:**

Туманова Екатерина Дмитриевна

**Группа:**

ИУСбз-02-21

**№ студ. Билет:**

1132210196

**Проверил:**

**Дата:**

**Подпись:**

**МОСКВА**

**2023**

## Оглавление

<b>1</b>	<b>Лабораторная работа №1 «Исследование независимого источника постоянного напряжения».....</b>	<b>3</b>
1.1	Цель работы.....	3
1.2	Содержание лабораторной работы.....	3
<b>2</b>	<b>Лабораторная работа №2 «Моделирование аналогового сигнала» .....</b>	<b>6</b>
2.1	Цель работы.....	6
2.2	Содержание лабораторной работы.....	6
<b>3</b>	<b>Лабораторная работа №3 «Исследование модели конденсатора в Micro-Cap».....</b>	<b>9</b>
3.1	Цель работы.....	9
3.2	Содержание лабораторной работы.....	9
<b>4</b>	<b>Лабораторная работа №4 «Исследование модели индуктивности в Micro-Cap».....</b>	<b>14</b>
4.1	Цель работы.....	14
4.2	Содержание лабораторной работы.....	14
<b>5</b>	<b>Лабораторная работа №5 «Моделирование неразветвленной RLC цепи».....</b>	<b>19</b>
5.1	Цель работы.....	19
5.2	Содержание лабораторной работы.....	19
<b>6</b>	<b>Лабораторная работа №6 «Последовательный резонансный контур» .....</b>	<b>23</b>
6.1	Цель работы.....	23
6.2	Содержание лабораторной работы.....	23

# 1 Лабораторная работа №1 «Исследование независимого источника постоянного напряжения»

## 1.1 Цель работы

Исследование параметров и характеристик независимых источников напряжения в Micro-CAP 9.0.

## 1.2 Содержание лабораторной работы

Туманова Екатерина Дмитриевна

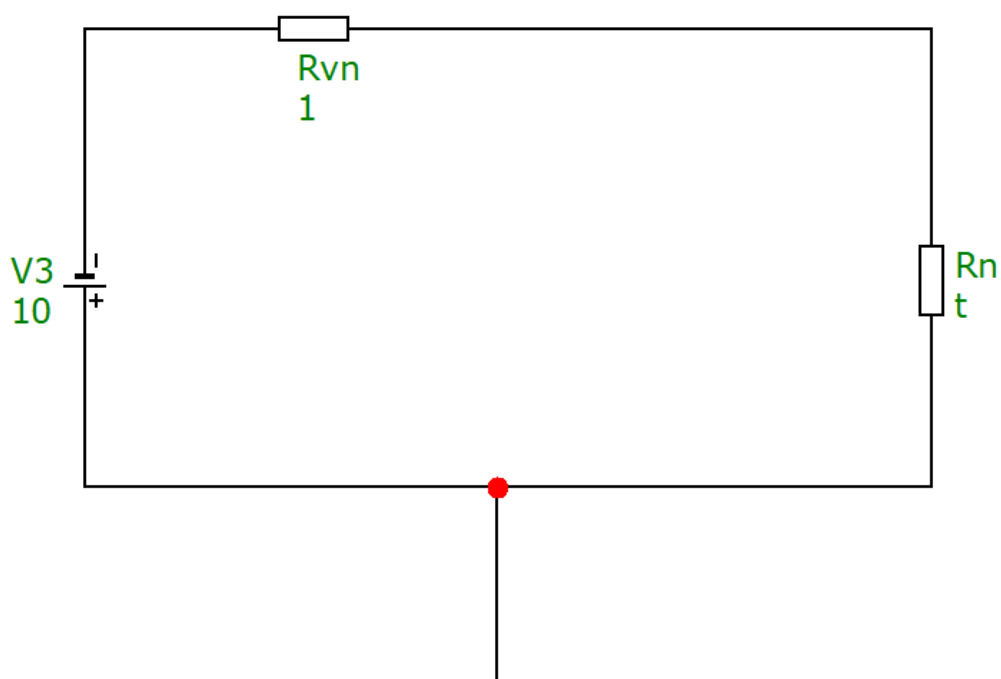


Рисунок 1.1 Схема с источником постоянного напряжения и резистивной нагрузкой

<b>Rn, Ом</b>	0	1	2	3	4	5
<b>In, A</b>	10	5	3.333	2.5	2	1.667
<b>Un, В</b>	0	5	6.667	7.5	8	8.333

<b>Rn, Ом</b>	6	7	8	9	10
<b>In, A</b>	1.429	1.25	1.111	1	0.909
<b>Un, В</b>	8.571	8.75	8.889	9	9.091

Таблица 2.1 - Исследование влияния изменения нагрузки на напряжение реального источника постоянного напряжения

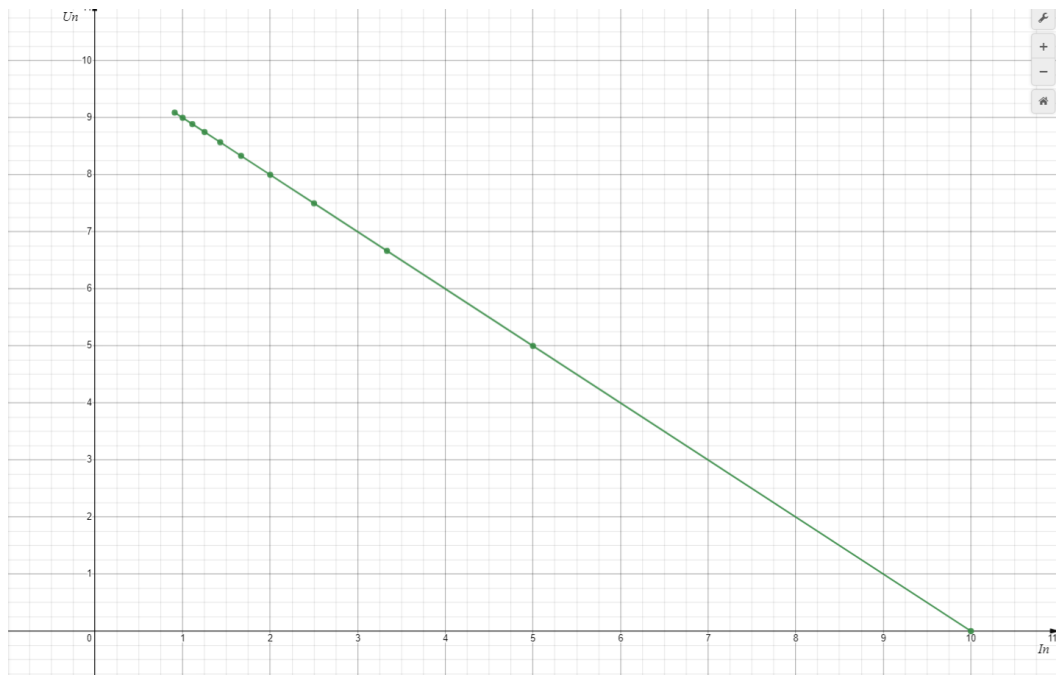


Рис.1.2 График зависимости напряжения на выходе источника от тока нагрузки

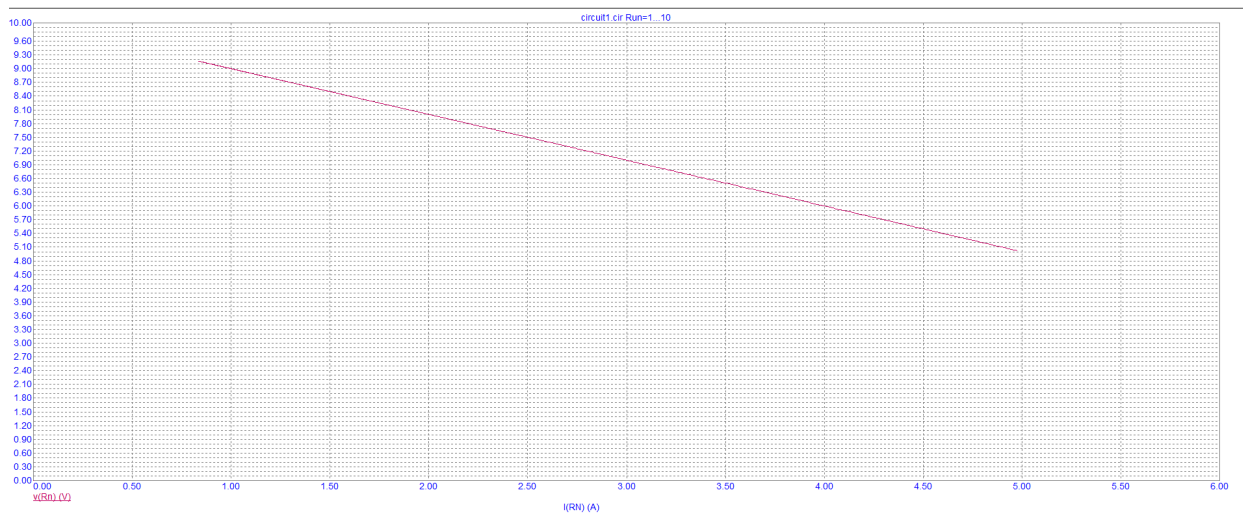


Рис. 1.3 График зависимости напряжения на нагрузке от тока нагрузки полученный в

Как мы можем заметить графики 1.2 и 1.3 идентичны.

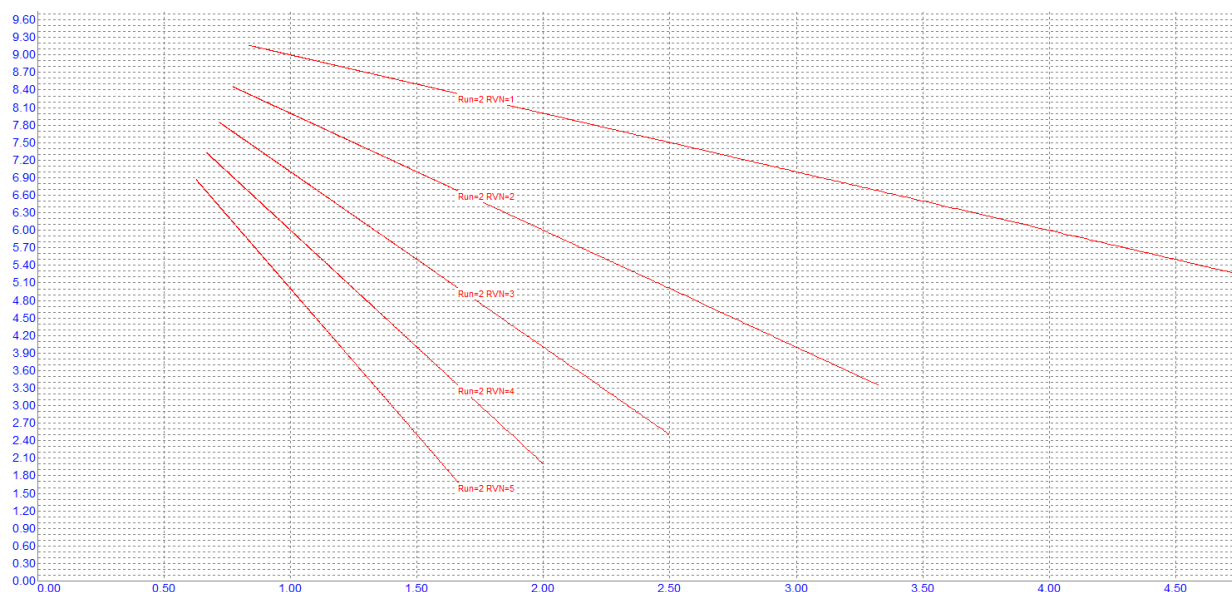


Рис. 1.4 Семейство внешних характеристик

При увеличении внутреннего сопротивления источника напряжения угол наклона внешней характеристики увеличивается.

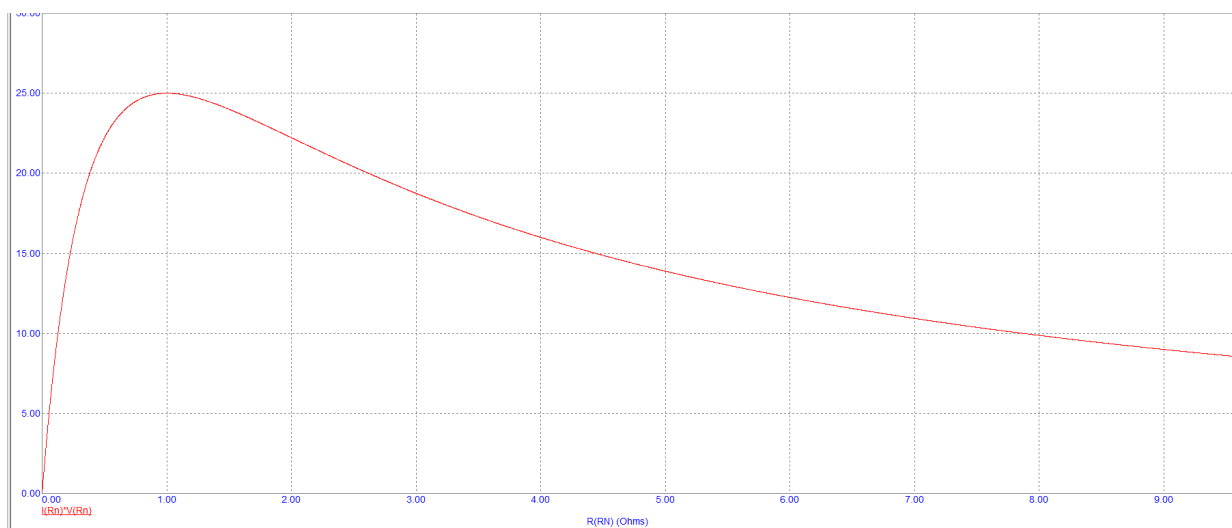


Рис. 1.5 График зависимости мощности, рассеиваемой на нагрузке  $Rn$  при изменении сопротивления нагрузки

По данному графику можно заметить, что максимальное значение мощности будет при сопротивлении нагрузки равной 1 Ом. Следовательно, максимальная рассеиваемая мощность на нагрузке будет, когда

сопротивление нагрузки равно внутреннему сопротивлению источника  
напряжения

## 2 Лабораторная работа №2 «Моделирование аналогового сигнала»

### 2.1 Цель работы

Ознакомиться с возможностями программы Microcap 9.0. Научиться моделировать аналоговые сигналы.

### 2.2 Содержание лабораторной работы

Туманова Екатерина Дмитриевна

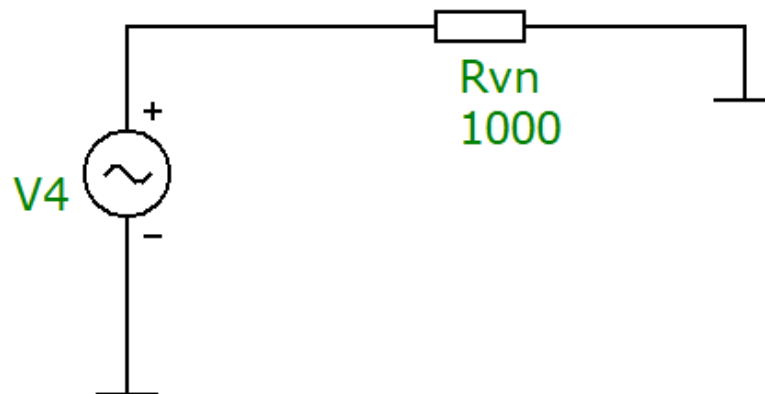


Рис. 2.1 Аналоговый генератор

Параметры генератора, представленного на рисунке 2.1:  $A=1m$ ,  $DC=0$ ,  $F=1MEG$ ,  $PH=0$ ,  $RS=1m$ ,  $TAU=0$ .

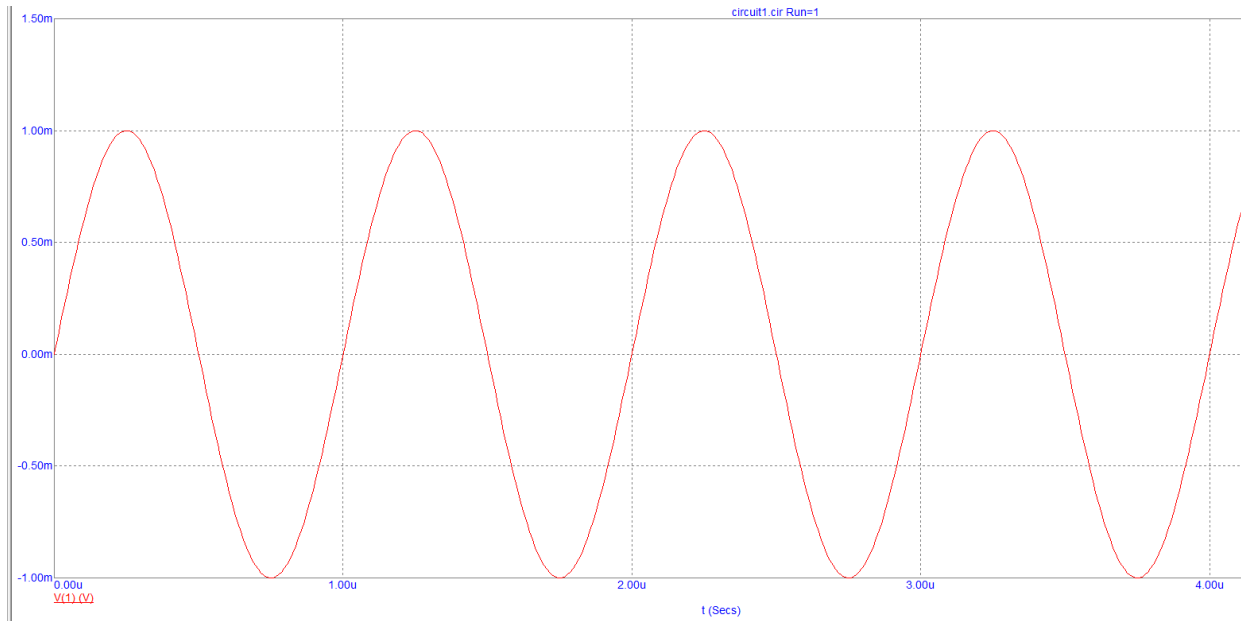


Рис. 2.2 Временные характеристики на выходе генератора

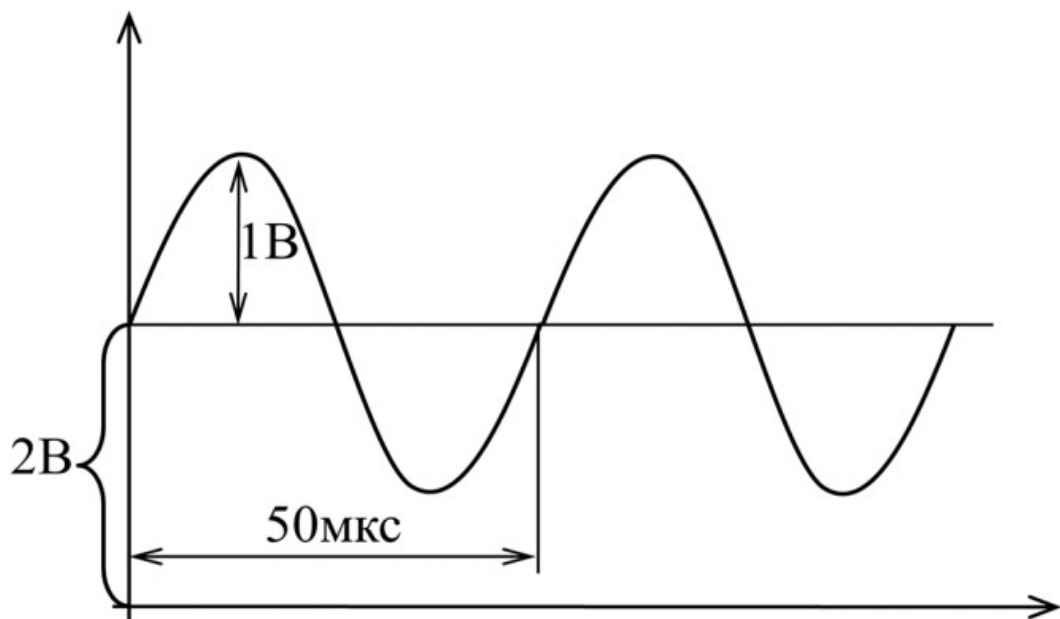


Рисунок 2.1 - Синусоидальный сигнал для моделирования

Из графика видно, что параметры выходного сигнала будут:  $A=1\text{m}$ ,

Для определения частоты этого сигнала нужно возвести значение периода в -1 степень:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{50 \text{ мкс}} = 0.02 \text{ МГц}$$



Из графика видно, что параметры генератора будут:  $A=1$ ,  $DC=2$ ,  $F=0.02\text{MEG}$ ,  $PH=0$ ,  $RS=1\text{m}$ ,  $TAU=0$ .

Необходимо чтобы на графике помещалось 10 полупериодов, необходимо посчитать временной интервал моделирования:

$$t = \frac{10 * T}{2} = \frac{10 * 50 \text{ мкс}}{2} = 250 \text{ мкс}$$

По оси Y выставляем диапазон отображения графика от 0 В до 3.5 В. Остальные параметры Transient оставляем такими же.

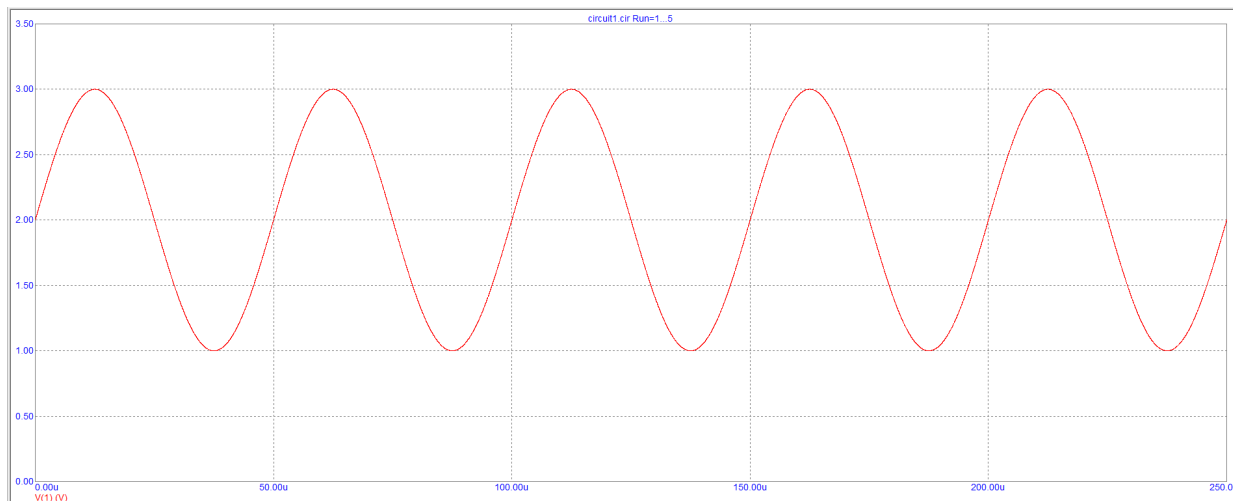


Рисунок 2.4 Полученный синусоидальный сигнал

Полученный сигнал соответствует условию, следовательно, параметры генератора и анализа выставлены верно.

### 3 Лабораторная работа №3 «Исследование модели конденсатора в Micro-Cap»

#### 3.1 Цель работы

Исследование параметров и характеристик модели идеального конденсатора.

#### 3.2 Содержание лабораторной работы

Туманова Екатерина Дмитриевна

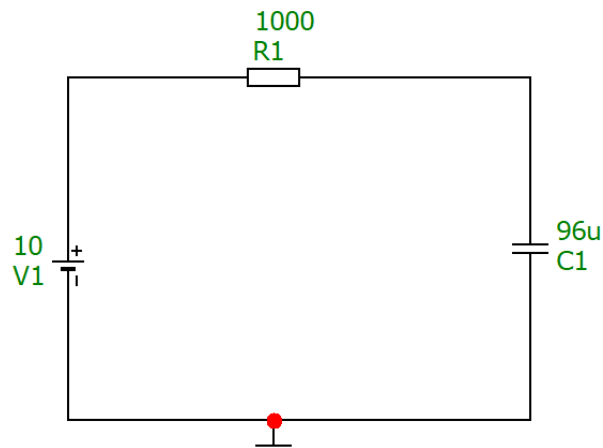


Рисунок 3.2 Схема для исследования идеального конденсатора с батареей

Время расчета:  $t = 5 * R1 * C1 = 5 * 1000 * 49 * 96^{(-6)} = 0.48 c$

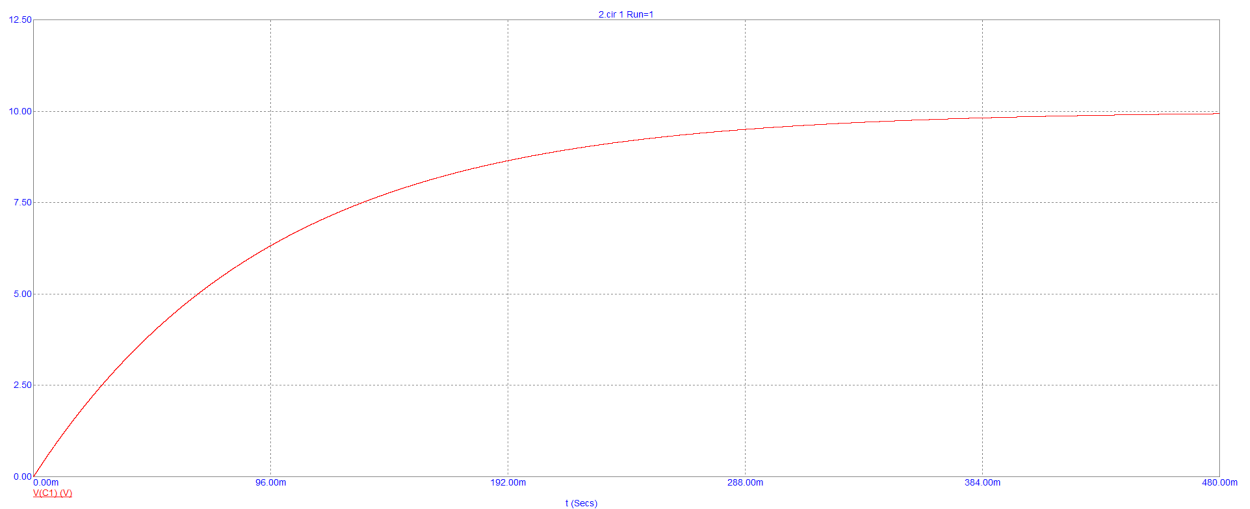


Рисунок 3.2 Временная диаграмма напряжения на конденсаторе

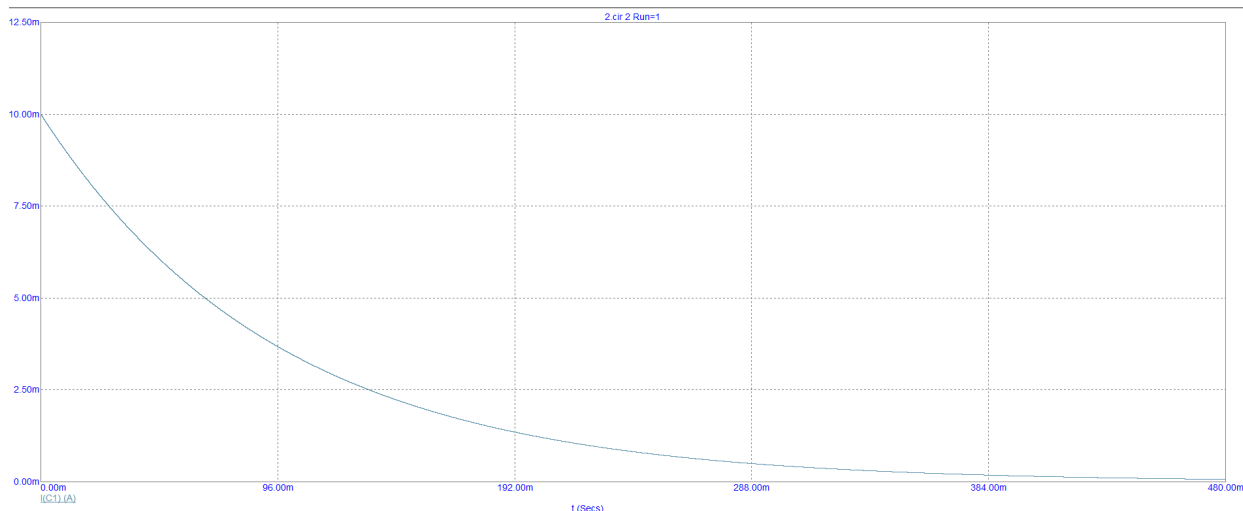


Рисунок 3.3 Временная диаграмма тока через конденсатор

По рисунку 3.2 определим, что конденсатор заряжается до 95 % от установившегося значения за 287 мс. Также по рисунку 3.3. определим максимальный ток заряда конденсатора – 10 мА.

Когда мы поменяем сопротивление резистора на  $R1=100 \text{ Ом}$ , то и время расчета станет:  $t=5 * R1 * C = 5 * 100 * 96 * 10^{(-6)} = 0.048 \text{ с}$

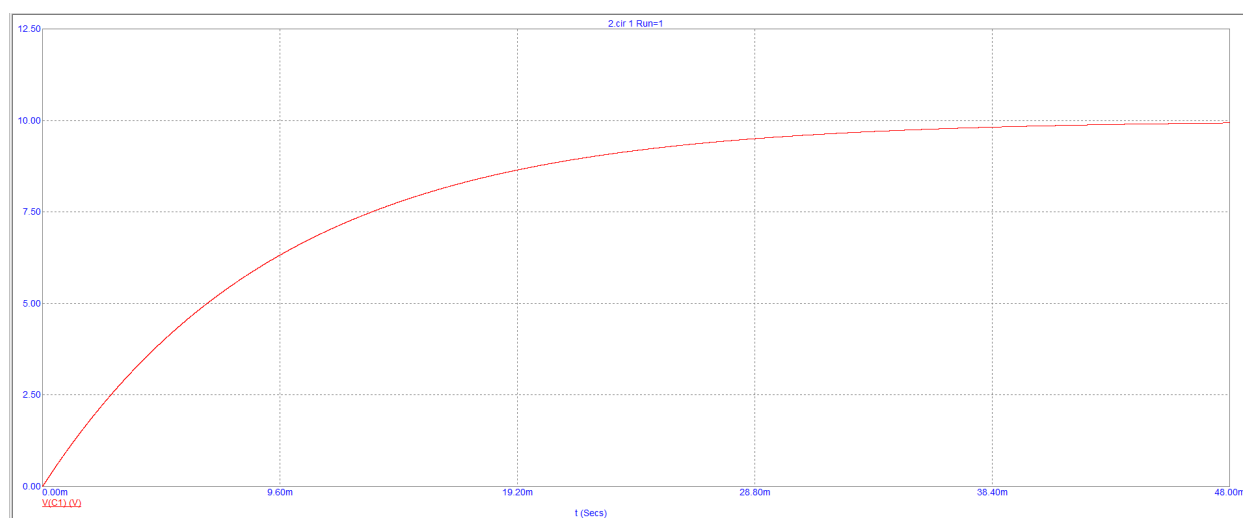


Рисунок 3.4 Временная диаграмма напряжения на конденсаторе при  $R1=100 \text{ Ом}$

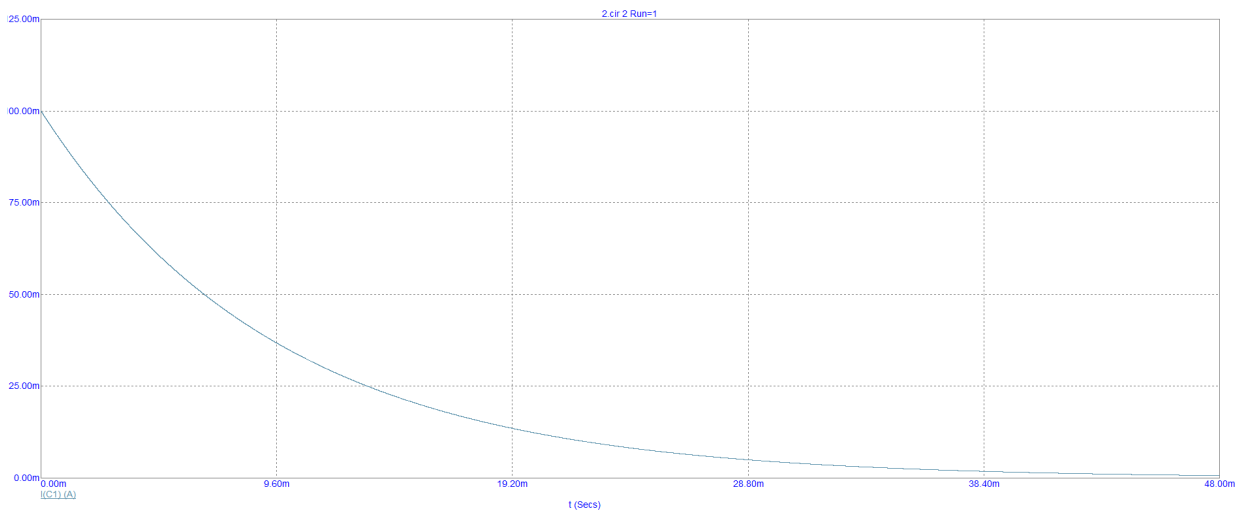


Рисунок 3.5 Временная диаграмма тока через конденсатор R1=100 Ом

Когда мы поменяли сопротивление резистора на R1=100 Ом, по рисунку 3.4 определим, что конденсатор заряжается до 95 % от установившегося значения за 28.7 мс. Также по рисунку 3.3. определим максимальный ток заряда конденсатора – 100 мА.

Туманова Екатерина Дмитриевна

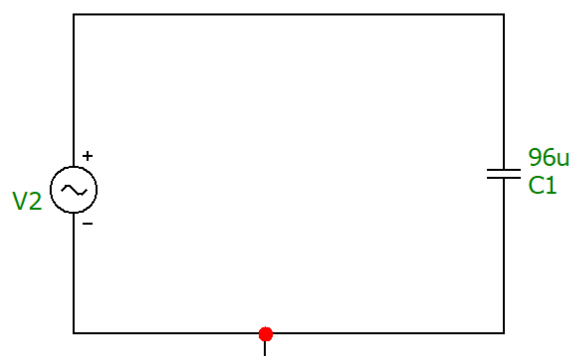


Рисунок 3.6 Схема для исследования идеального конденсатора с источником переменного напряжения

Параметры генератора-(DC=0 AC=1 Sin PH=0 RS=0 F=100 Rp=0 TAU=0).

$$\text{Время расчета: } t = 2 * T = \frac{2}{f} = \frac{2}{100} = 0.02 \text{ c}$$

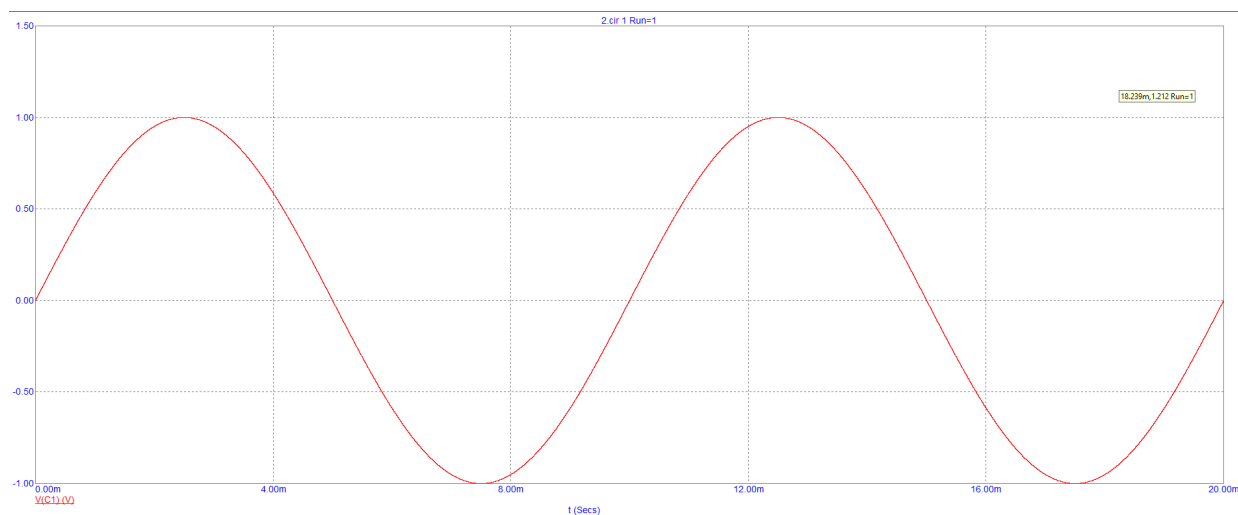


Рисунок 3.7 Временная диаграмма напряжения на конденсаторе при синусоидальном сигнале

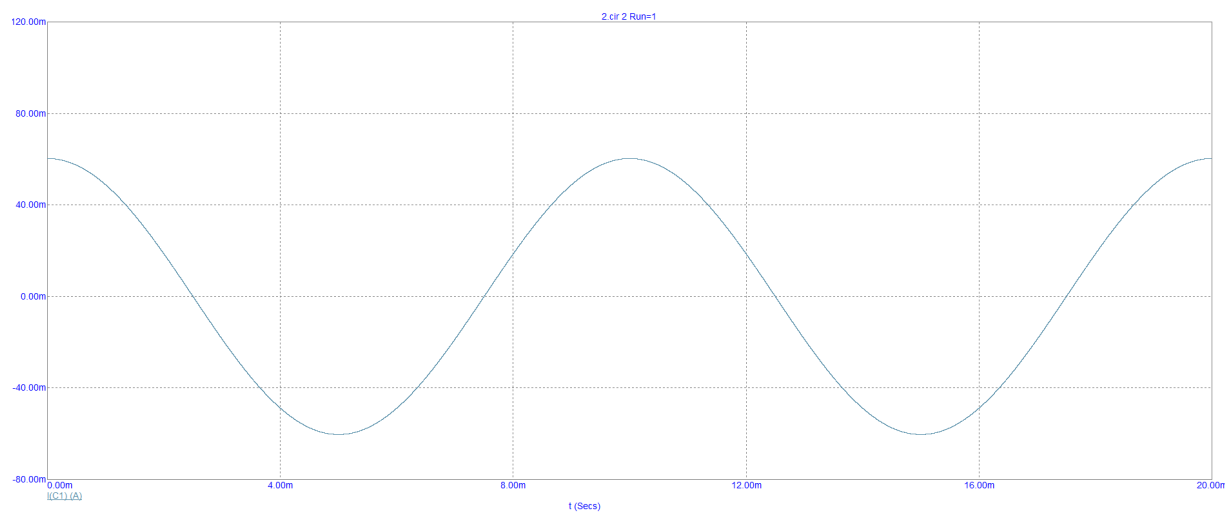


Рисунок 3.8 Временная диаграмма тока через конденсатор при синусоидальном сигнале

Максимальное значение тока:  $I_m = 60 \text{ mA}$

Максимальное значение напряжения:  $U_m = 1 \text{ V}$

Действующее значение тока:  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{60}{\sqrt{2}} = 42.426 \text{ мА}$

Действующее значение напряжения:  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707 \text{ В}$

Реактивное сопротивление конденсатора по формуле:

$$X_c = \frac{1}{2\pi * f * C} = \frac{1}{2\pi * 100 * 96 * 10^{-6}} = 16.6 \text{ Ом}$$

$$X_c = \frac{U}{I} = \frac{0.707}{42.426 * 10^{-3}} = 16.6 \text{ Ом}$$

Реактивное сопротивление конденсатора, полученное с помощью Micro-Cap, совпало с полученным аналитически.

## **4 Лабораторная работа №4 «Исследование модели индуктивности в Micro-Cap»**

### **4.1 Цель работы**

Исследование параметров и характеристик идеальной катушки индуктивности.

## 4.2 Содержание лабораторной работы

Туманова Екатерина Дмитриевна ИУСбз-02-21

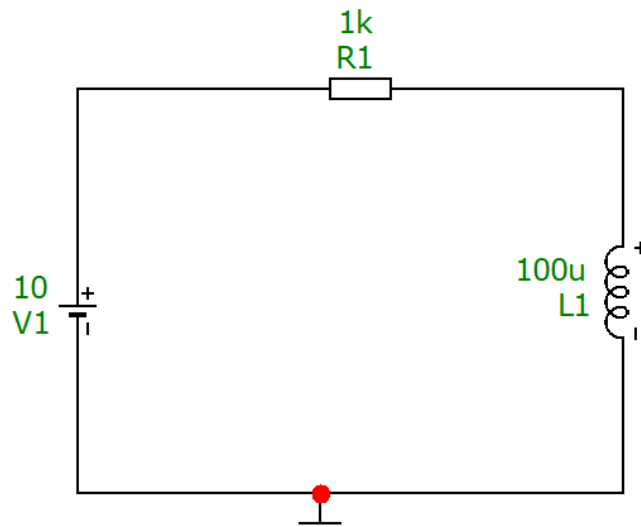


Рисунок 4.3 Схема для исследования идеальной катушки индуктивности

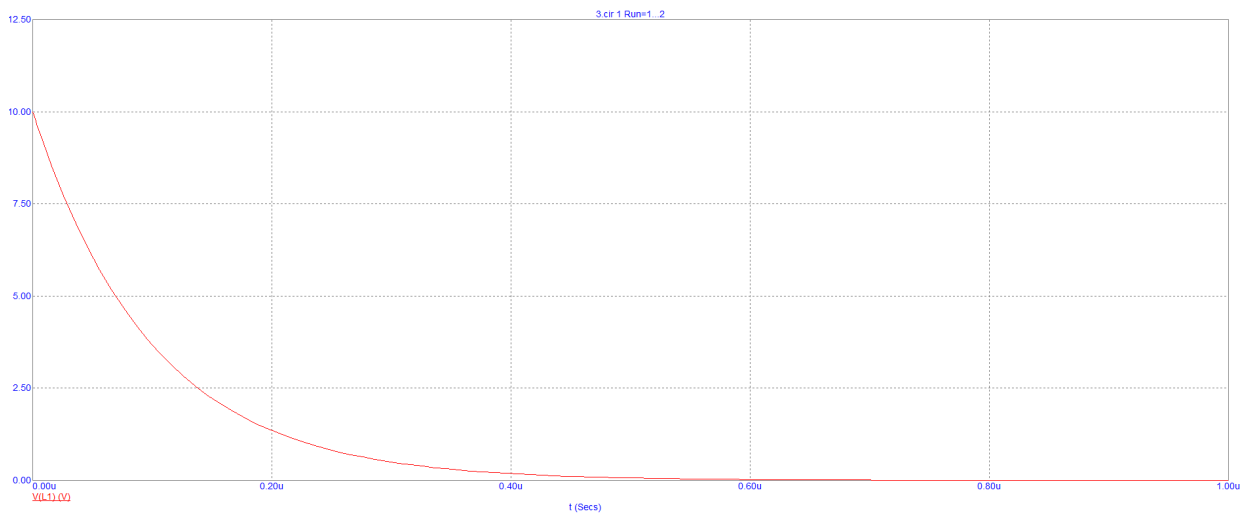


Рисунок 4.2 Временная диаграмма напряжения на катушке

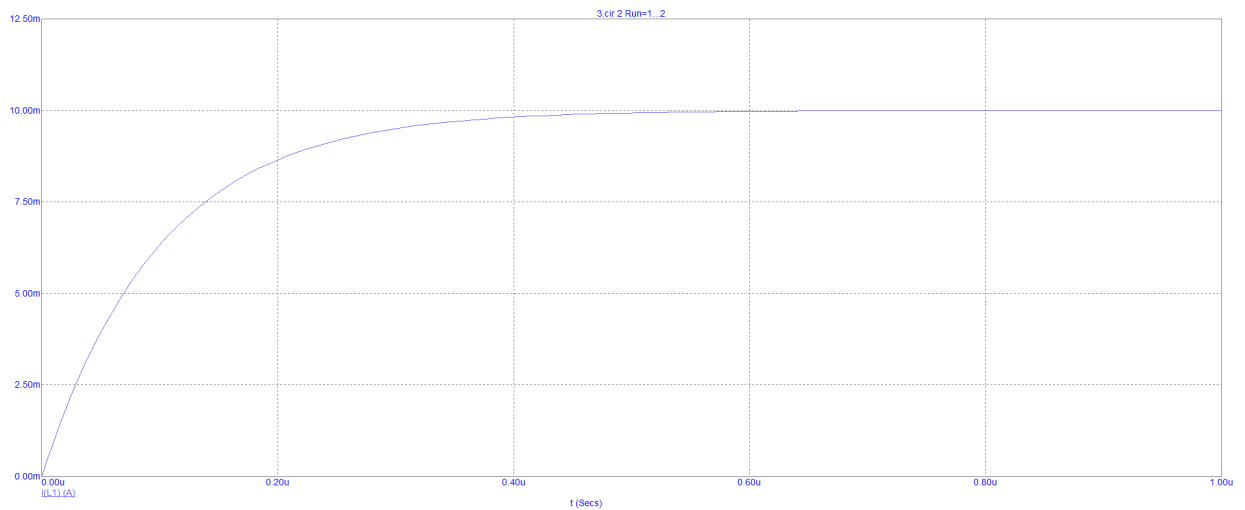


Рисунок 4.3 Временная диаграмма тока через катушке

По графику определим  $t_{уст} = 300 \text{ нс}$

Также мы можем посчитать  $t_{уст} = \frac{3L}{R} = \frac{3 * 100 * 10^{-6}}{1000} = 300 * 10^{-9} \text{ с} = 300 \text{ нс}$

Можем убедиться, что значение расчетное совпадает с определенным по графику.

Поменяем сопротивление резистора на 100 Ом.

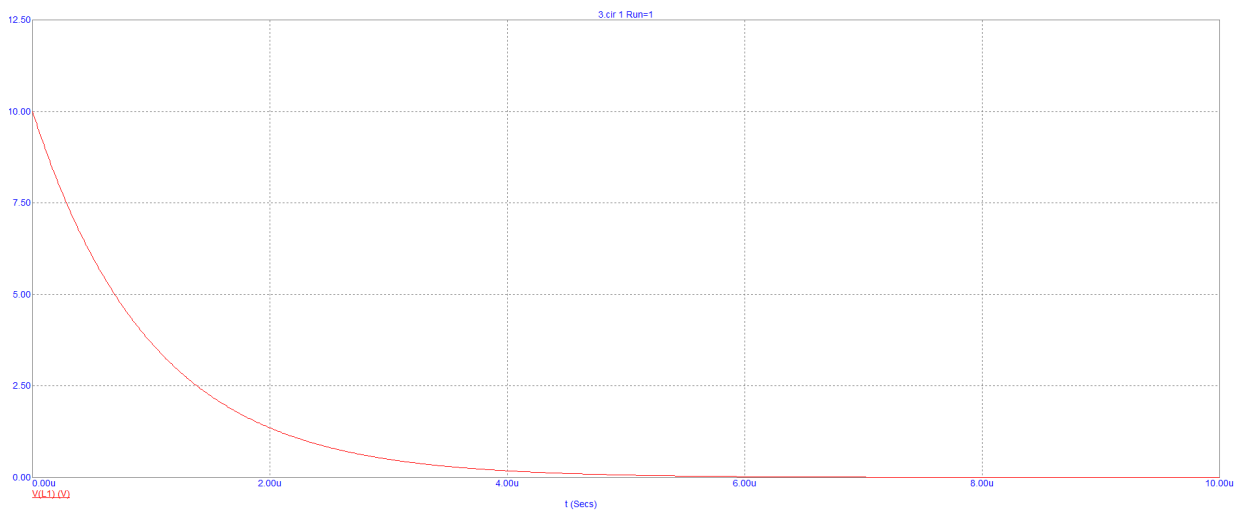


Рисунок 4.4 Временная диаграмма напряжения на катушке при R1=100 Ом



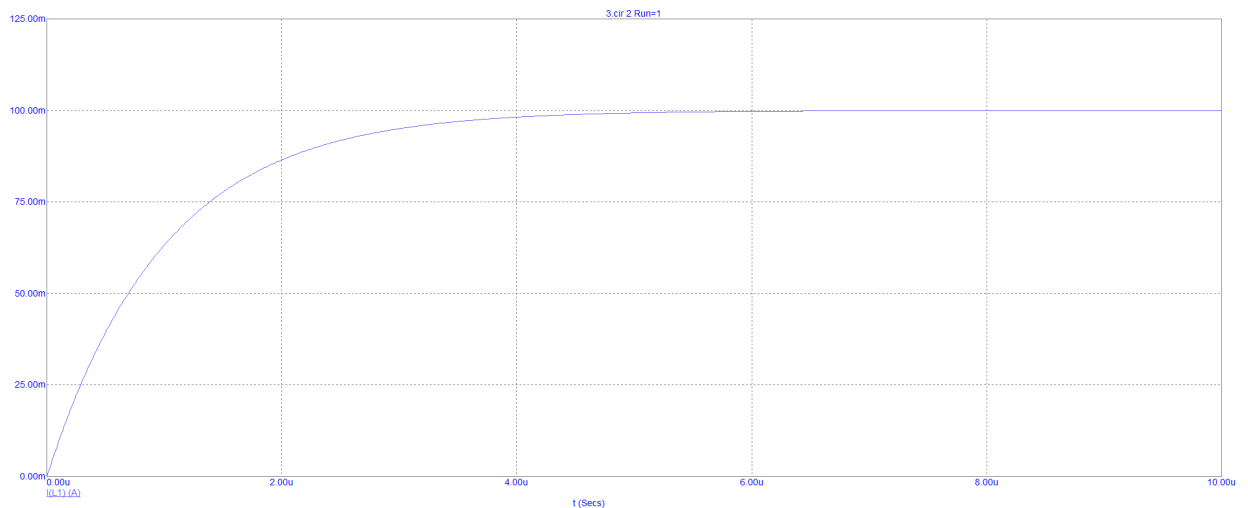


Рисунок 4.5 Временная диаграмма тока через катушке R1=100 Ом

По графику определим  $t_{уст} = 3 \text{ мкс}$

Также мы можем посчитать  $t_{уст} = \frac{3L}{R} = \frac{3 * 100 * 10^{-6}}{100} = 3 * 10^{-6} \text{ с} = 3 \text{ мкс}$

Можем убедиться, что значение расчетное совпадает с определенным по графику.

Туманова Екатерина Дмитриевна ИУСбз-02-21

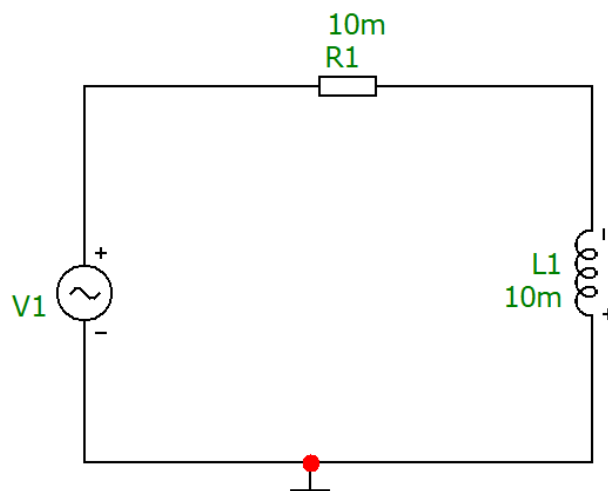


Рисунок 4.6 Схема для исследования катушки индуктивности с источником переменного напряжения

Параметры генератора-(DC=0 AC=10 Sin PH=0 RS=0 F=100 Rp=0 TAU=0).

$$\text{Время расчета: } t = 3 * T = \frac{3}{f} = \frac{3}{100} = 0.03 \text{ c}$$

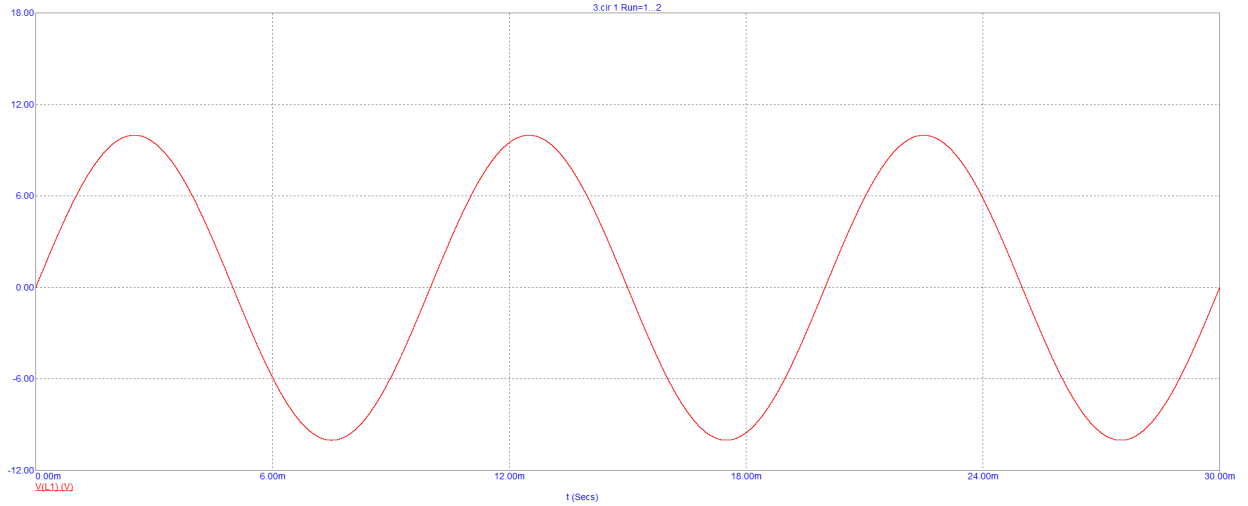


Рисунок 4.7 Временная диаграмма напряжения на катушки индуктивности при синусоидальном сигнале

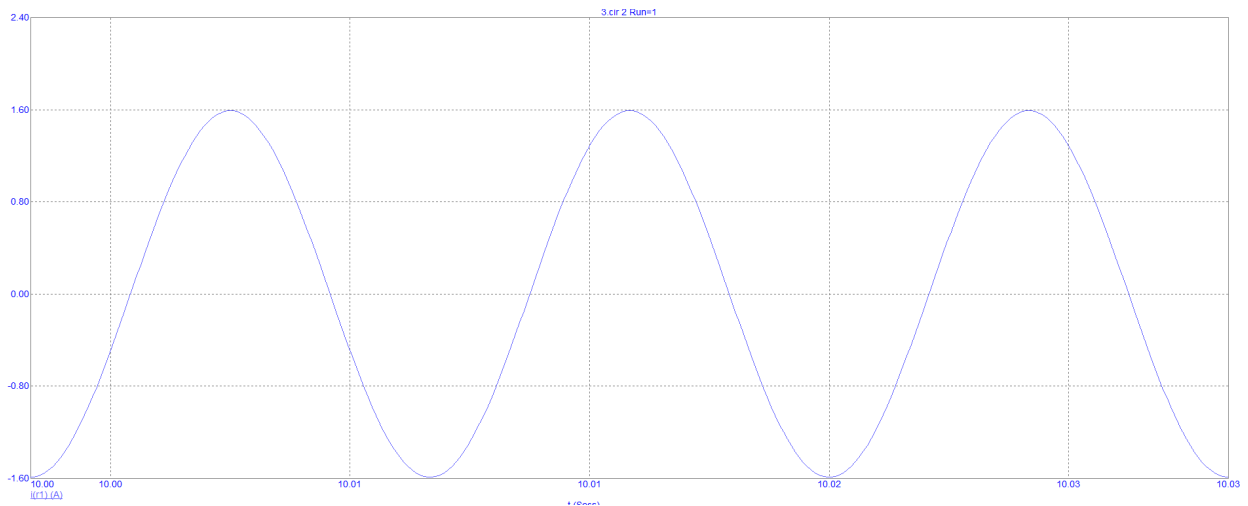


Рисунок 4.8 Временная диаграмма тока через катушки индуктивности при синусоидальном сигнале

Максимальное значение тока:  $I_m = 1.59 \text{ A}$

Максимальное значение напряжения:  $U_m = 9.984 \text{ B}$

Действующее значение тока:  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{1.59}{\sqrt{2}} = 1.124 \text{ A}$

Действующее значение напряжения:  $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{9.984}{\sqrt{2}} = 7.06 \text{ B}$

Реактивное сопротивление конденсатора по формуле:

$$X_C = 2\pi * f * L = 2\pi * 100 * 10 * 10^{-3} = 6.28 \text{ Ом}$$

$$X_C = \frac{U}{I} = \frac{7.06}{1.124} = 6.28 \text{ Ом}$$

Реактивное сопротивление конденсатора, полученное с помощью Micro-Cap, совпало с полученным аналитически.

## **5 Лабораторная работа №5 «Моделирование неразветвленной RLC цепи»**

### **5.1 Цель работы**

Провести моделирование и анализ последовательной RLC цепи.

### **5.2 Содержание лабораторной работы**

Мгновенное значение источника ЭДС должно изменяться по закону:

$$e(t) = 200 \sin(1000t)$$

Следовательно, генератор имеет следующие параметры:  $A = 200 \text{ B}$ ,  
 $F = 1000 \text{ Гц}$ .

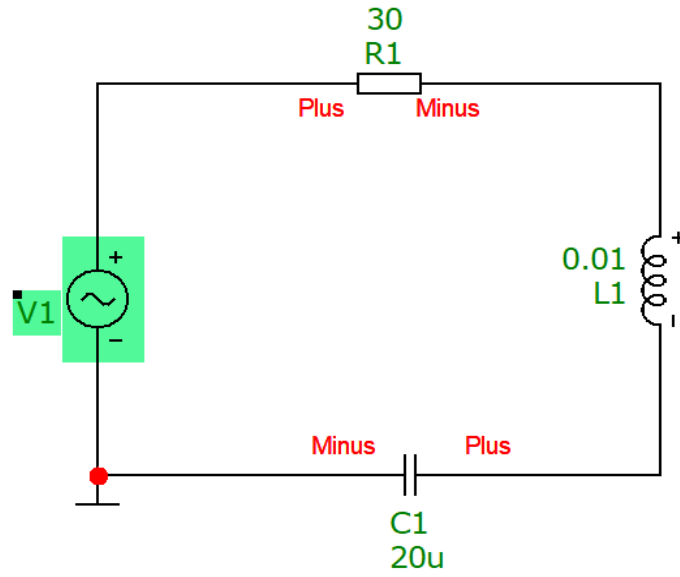


Рисунок 5.4 - Схема для моделирования последовательной RLC цепи.

Время расчета:  $t = 5 * T = \frac{3}{f} = \frac{5}{1000} = 0.005 \text{ c}$

Все графики показаны в установившемся режиме.

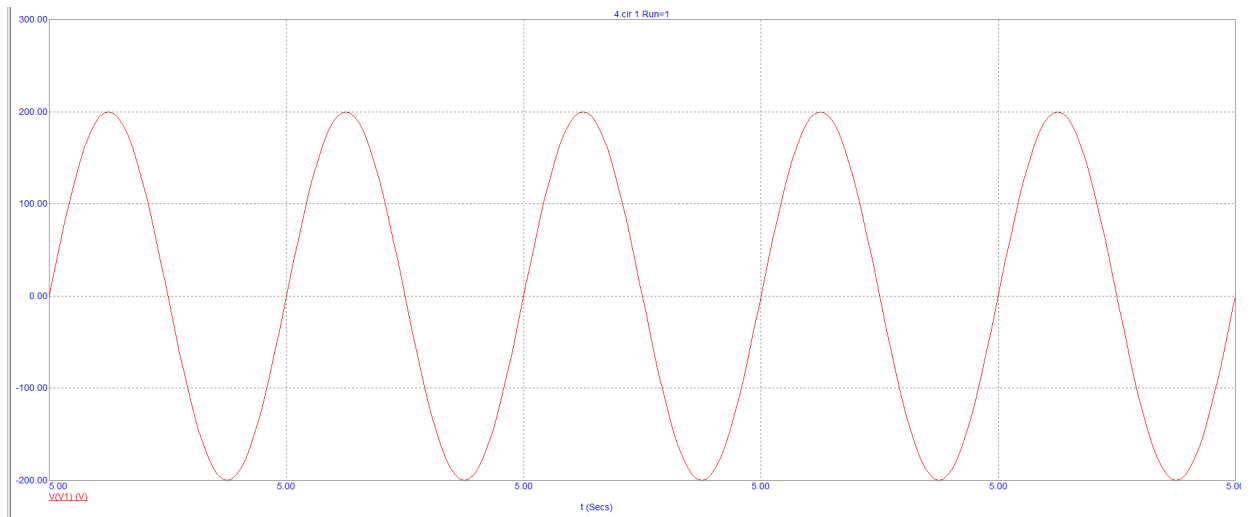


Рисунок 5.3 Временная диаграмма напряжения на источнике

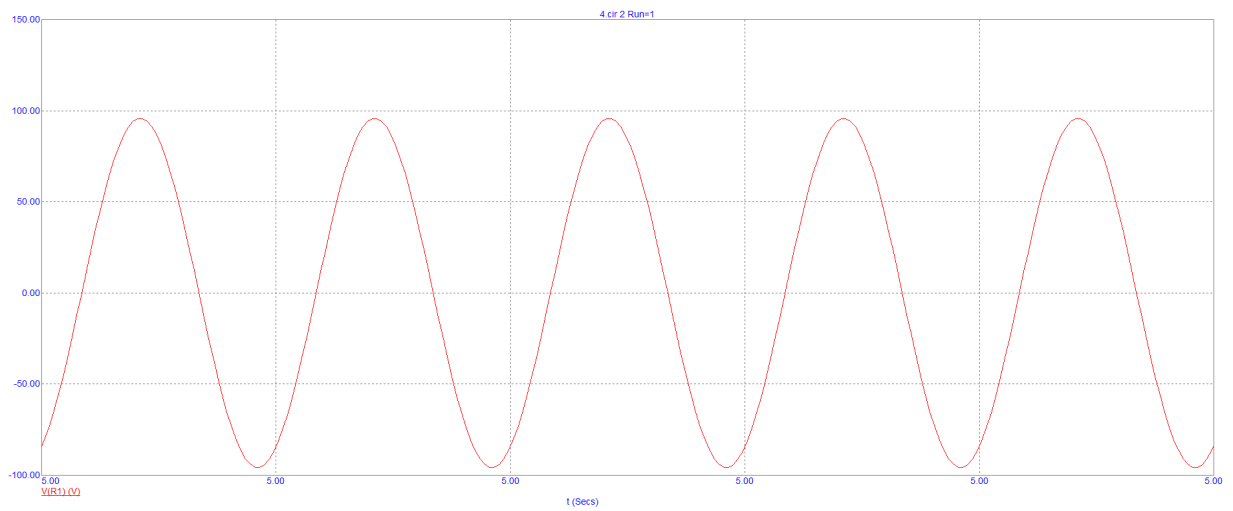


Рисунок 5.4 Временная диаграмма напряжения на резисторе

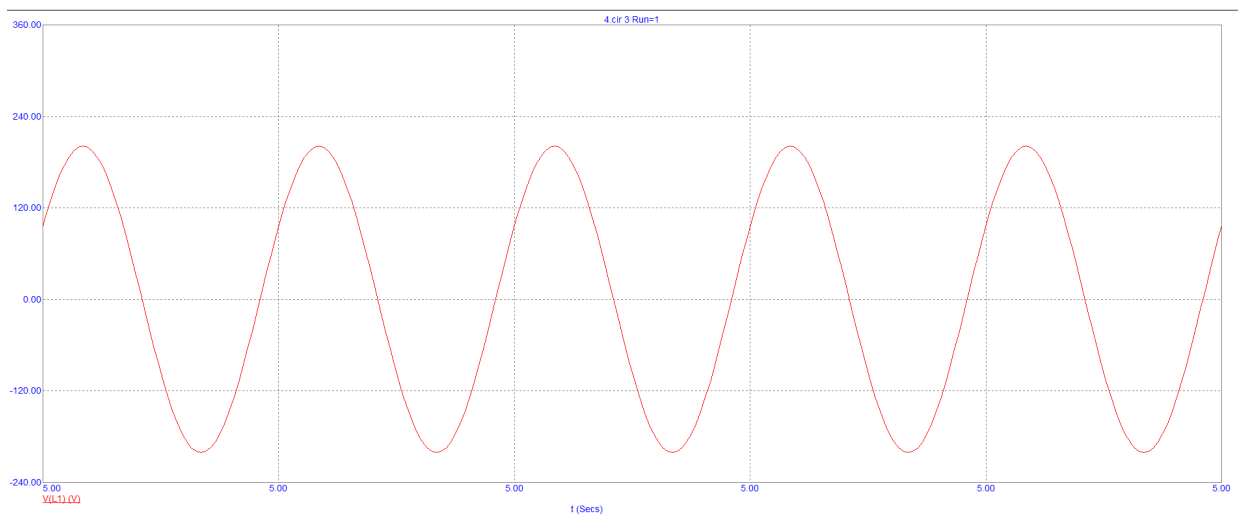


Рисунок 5.5 Временная диаграмма напряжения на катушки индуктивности

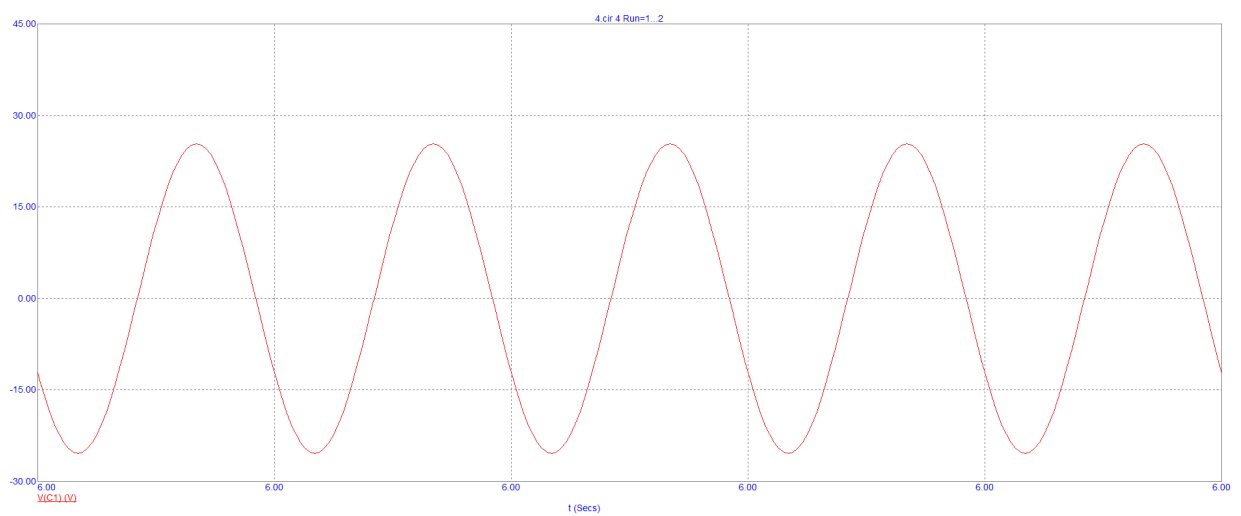


Рисунок 5.6 Временная диаграмма напряжения на конденсаторе

Напряжения амплитудные:

$$U_R = 95.7 \text{ В} ;$$

$$U_L = 200.9 \text{ В} ;$$

$$U_C = 25.4 \text{ В}$$

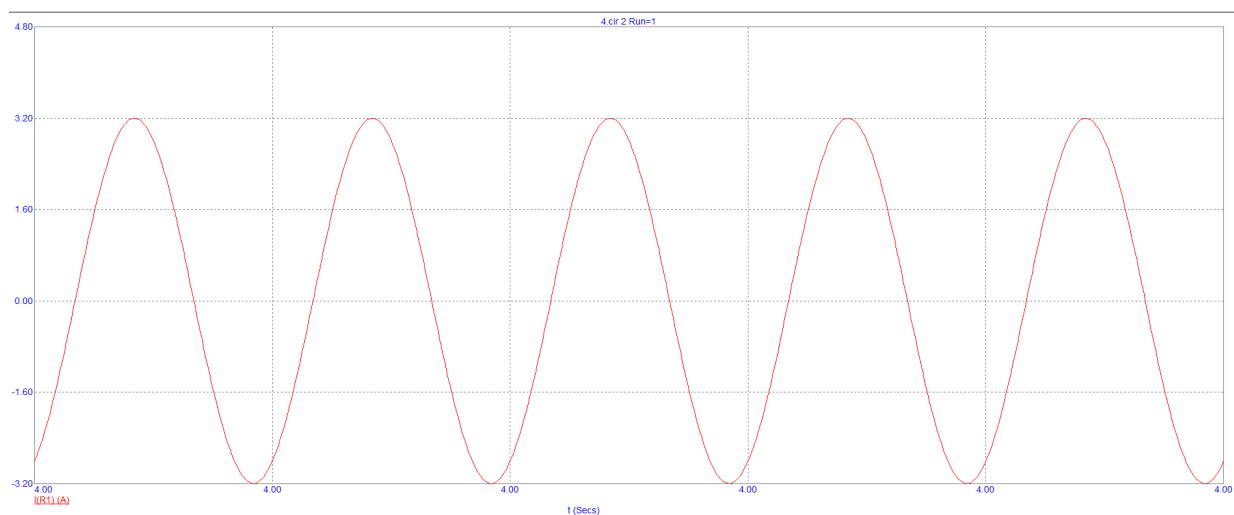


Рисунок 5.7 График тока неразветвленной RLC цепи

Амплитудное значение тока:

$$I = 3.2 \text{ А}$$

Проверим формулы:

$$X_L = \frac{U_{Lm}}{I_m} = \frac{200.9}{3.2} = 62.8 \text{ Ом}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi fL = 2\pi * 1000 * 0.01 = 62.8 \text{ Ом}$$

$$X_C = \frac{U_{Cm}}{I_m} = \frac{25.4}{3.2} = 7.9 \text{ Ом}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi * 1000 * 20 * 10^{-6}} = 8.0 \text{ Ом}$$

Расчетные данные совпадают с данными определенными по графику, погрешность возникла из-за математического округления.

## **6 Лабораторная работа №6 «Последовательный резонансный контур»**

### **6.1 Цель работы**

Математическое моделирование явлений электрического резонанса в последовательном RLC-контуре.

### **6.2 Содержание лабораторной работы**

L = 5,6 мГн	C = 0,05 мкФ	R = 110 Ом
-------------	--------------	------------

$$\text{Резонансная угловая частота- } \omega_{рез} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{5,6 * 10^{-3} * 0,05 * 10^{-6}}} = 60 \text{ КГц}$$

Резонансная частота-  $f_{рез} = \frac{\omega_{рез}}{2\pi} = \frac{60 * 10^3}{2\pi} = 9.549 \text{ КГц}$

Характеристическое сопротивление контура-

$$p = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{5,6 * 10^{-3}}{0,05 * 10^{-6}}} = 334.664 \text{ Ом}$$

Добротность-  $Q = \frac{p}{R} = \frac{334.664}{110} = 3.042$

Размах частоты для полосы-

$$f_{1,2} = f_{рез} \left( 1 \pm \frac{1}{2Q} \right) = 9.549 * 10^3 * \left( 1 \pm \frac{1}{2 * 3.042} \right) = 11.12 \text{ КГц}, 7.98 \text{ КГц}$$

Туманова Екатерина Дмитриевна ИУСбз-02-21

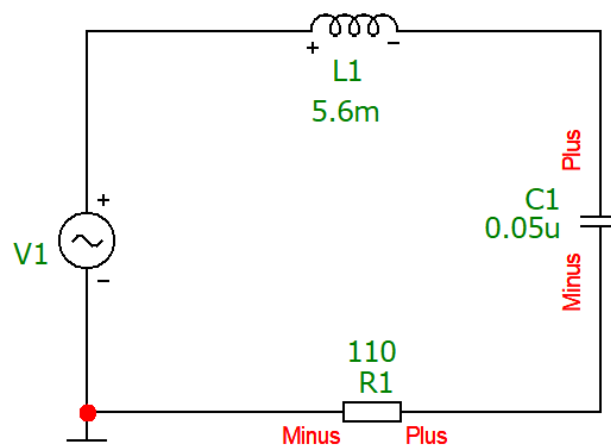


Рисунок 6.5 Схема для моделирования резонанса последовательной RLC цепи.



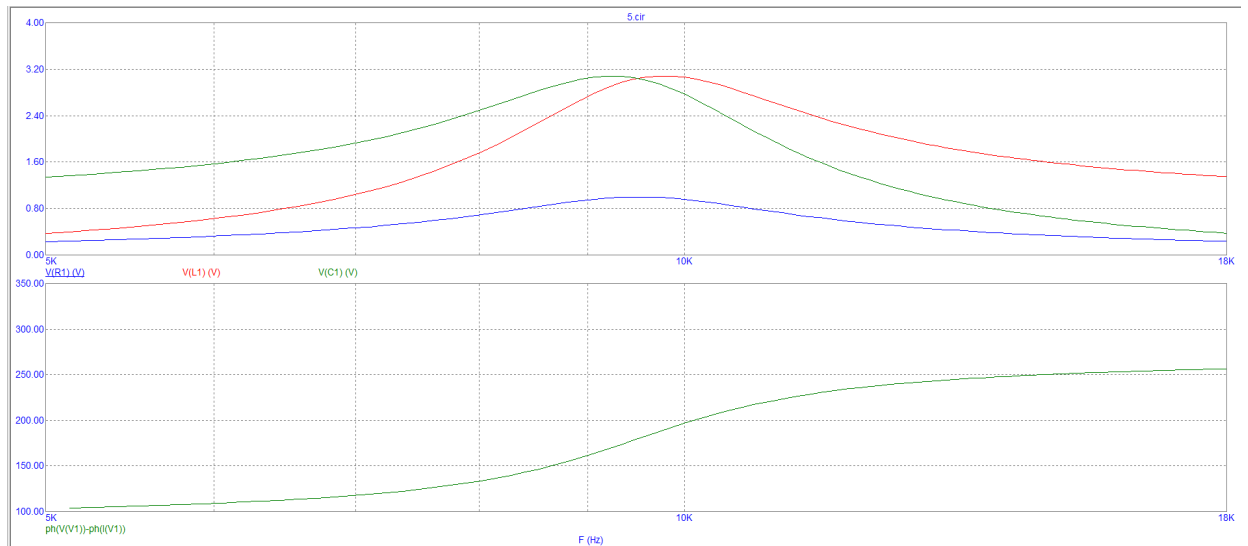


Рисунок 6.6 АЧХ и ФЧХ исследуемого резонансного контура

На рисунке 6.2:

V(R1) – напряжение на резисторе- синий

V(L1) – напряжение на катушке индуктивности-красный

V(C1) - напряжение на конденсаторе-зеленый

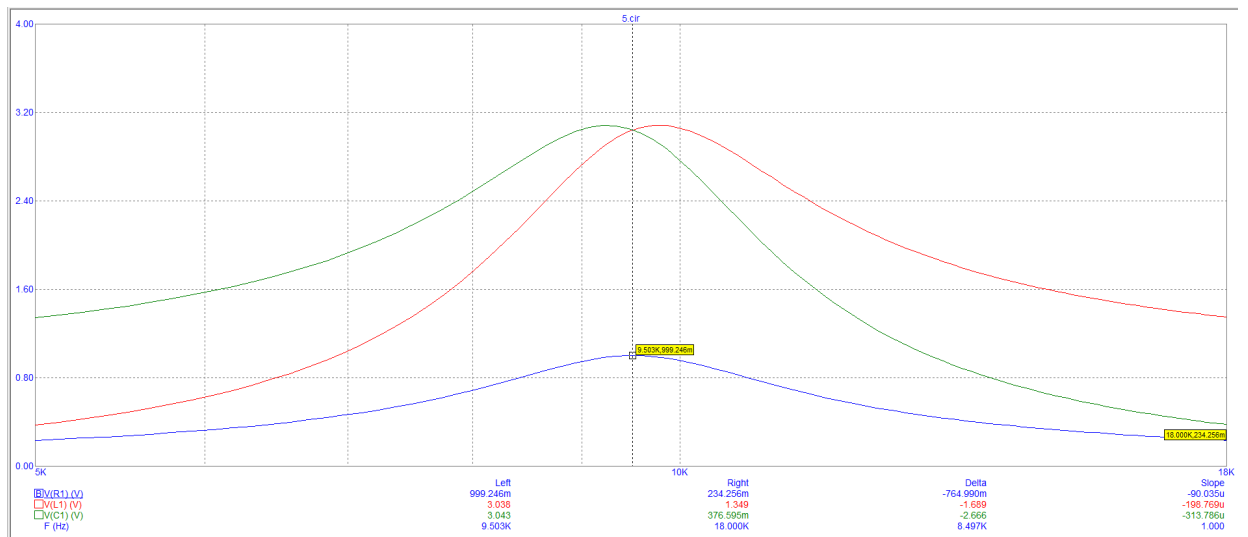


Рисунок 6.3 График с маркерами для определения резонансной частоты

Резонансная частота по графику на рисунке 6.3:  $f_{рез} = 9.5 \text{ KГц}$ .

Резонансная частота совпала с найденной аналитически.

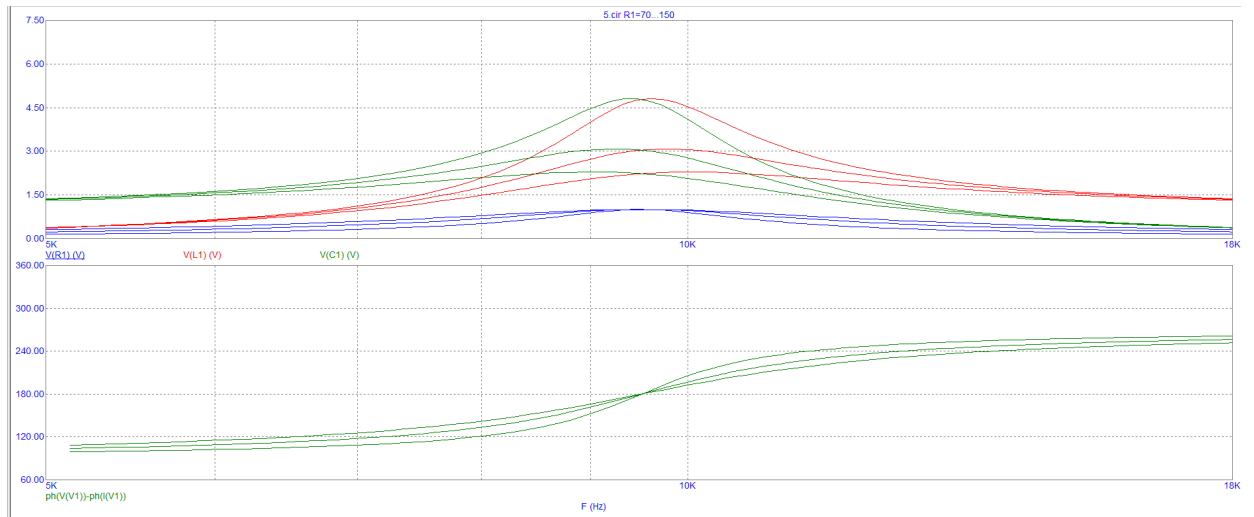


Рисунок 6.4 Графики АЧХ и ФЧХ исследуемого резонансного контура при разных значения добротности

$R1, \text{ Ом}$	$U_{Lm}, \text{ В}$	$U_{Cm}, \text{ В}$
70	4.806	4.799
110	3.083	3.082
150	2.289	2.289

Табл. 6.1 Таблица значений максимумов напряжений на катушке индуктивности и конденсаторе в зависимости от добротности контура.