**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеративное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**“УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”**

Кафедра «Измерительно-вычислительные комплексы»

Лабораторная работа №2

По дисциплине “Схемотехника”

Тема “Исследование электрических цепей на переменном токе”

Вариант №4

**Выполнил:**

студент группы ЦИСТбв-51

Нгуен Хыу Ан

**Проверил:**

доцент, к.т.и.

Ефимов И.П.

Ульяновск

УлГТУ

2023

# Цели лабораторной работы

* Знакомство с реактивными элементами;
* Изучение теоретических основ электрических цепей переменного тока
* Исследование электрических цепей переменного тока;

# Порядок выполнения работы

# 1. Провести исследование цепи

### 1.1. Построить схему (рис. 1).

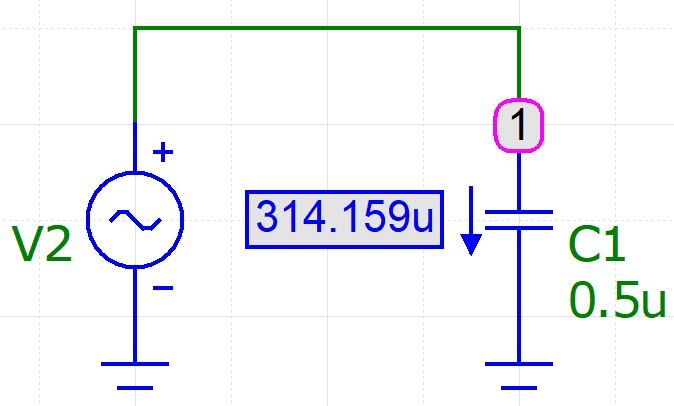


Рисунок 1 – При частоте 100 Гц

### 1.2. Для заданной частоты f записать значения силы тока в цепи

Амплитудное значение силы тока составляет 314.159 мкА при частоте f = 100 Гц.

### 1.3. Определить сопротивление конденсатора по данным эксперимента и сравнить его значения с расчетной величиной;

Практическое сопротивление конденсатора

Расчётное сопротивление конденсатора

### 1.4. Определить зависимость силы тока в цепи и реактивного сопротивления конденсатора для заданного диапазона частот (не менее пяти точек), результаты испытаний занести в табл. ;

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частота сигнала f, Гц | Сила тока в цепи , мА | Реактивное сопротивление  конденсатора, Ом |
| 50 | 0.111 | 6369 |
| 100 | 0.222 | 3184 |
| 150 | 0.333 | 2123 |
| 200 | 0.444 | 1592 |
| 250 | 0.555 | 1273 |
| 300 | 0.666 | 1061 |
| 350 | 0.777 | 909 |
| 400 | 0.888 | 795 |
| 450 | 0.999 | 707 |
| 500 | 1.111 | 636 |
| 550 | 1.222 | 578 |
| 600 | 1.333 | 530 |
| 650 | 1.444 | 490 |
| 700 | 1.555 | 455 |

### 1.5. Построить график зависимости реактивного сопротивления конденсатора от частоты переменного тока (рис. 2)

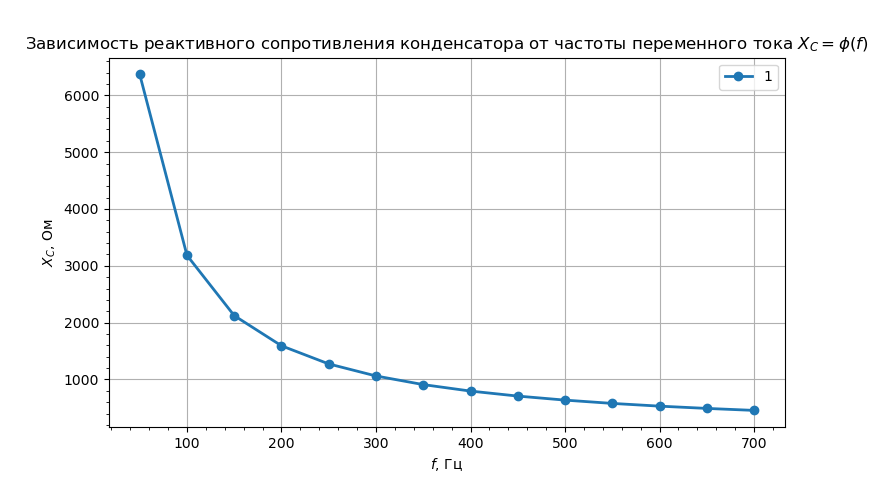


Рисунок 2 – График зависимости реактивного сопротивления конденсатора от частоты переменного тока

### 1.6. Для заданной частоты f = 100 Гц определить диапазоны возможных значений силы тока в цепи и реактивного сопротивления конденсатора с учетом заданного допуска на значение емкости конденсатора 0.5±20% мкФ;

Вывод: при расчётах электрических цепей на переменном токе конденсатор является источником сопротивления, подобно резистору при постоянном токе. Теоретическое значение отличается от практического значения сопротивления конденсатора на 1 Ом, но относительно самого значения это всего 0.0314%, что можно считать допустимым отклонением.

# 2. Исследование схемы

### 2.1. Построить схему (рис. 3)

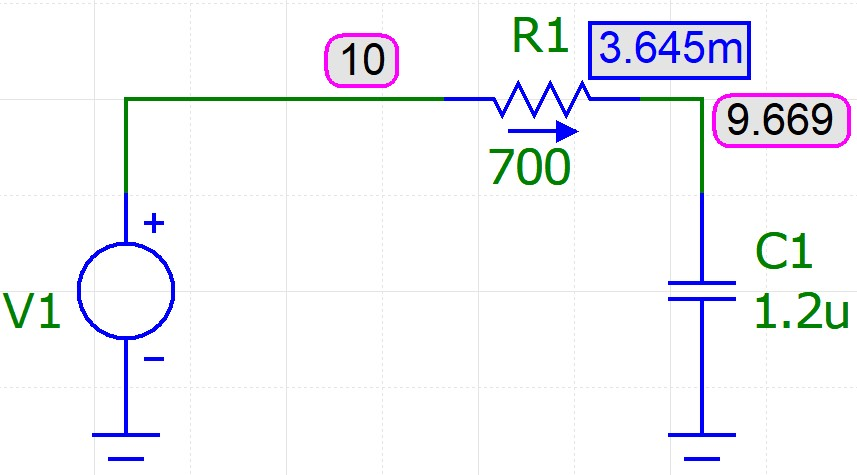


Рисунок 3 – При частоте 50 Гц

### 2.2. Для заданной частоты f записать значение силы тока в цепи

Исходя из эксперимента амплитудное значение силы тока составляет 3.645 мА.

### 2.3. Определить полное сопротивление цепи по данным эксперимента и сравнить его значение с расчетной величиной

Экспериментальное сопротивление цепи

где – сопротивление резистора R1.

Расчётное сопротивление цепи

### 2.4. Проверить, попадает ли значение силы тока в заданный диапазон изменения 2 мА…3 мА

Амплитудное значение силы тока составляет 3.645 мА и из этого следует что не попадает в диапазон изменении тока 2 мА…3 мА.

### 2.5. Если значение тока цепи не входит в указанный диапазон, добиться требуемого результата за счет изменение параметров схемы (выполнить регулировку). Записать два-три варианта сочетаний параметров элементов схемы, удовлетворяющих поставленному условию

В таблице 2 указаны варианты сочетаний параметров

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **f, Гц** | ***, В*** | **R, Ом** | **C, мкФ** |
| 50 | 10 | **3000** | 1.2 |
| 50 | 10 | 700 | **0.8** |
| **35** | 10 | 700 | 1.2 |

### 2.6. Определить зависимость полного сопротивления цепи от емкости конденсатора С, используя параметры элементов, представленные в табл. 4 и изменяя значение емкости в пределах ±50% от начального значения (не менее пяти точек); результаты занести в табл. 3

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Емкость С, мкФ** | **Сила тока в цепи , мА** | **Полное сопротивление**  **цепи, Ом** |
| 0.6 | 1.32 | 5351 |
| 0.7 | 1.54 | 4601 |
| 0.8 | 1.75 | 4040 |
| 0.9 | 1.96 | 3605 |
| 1 | 2.17 | 3259 |
| 1.1 | 2.37 | 2977 |
| 1.2 | 2.58 | 2747 |
| 1.3 | 2.78 | 2546 |
| 1.4 | 2.97 | 2378 |
| 1.5 | 3.16 | 2234 |
| 1.6 | 3.35 | 2109 |
| 1.7 | 3.54 | 1999 |
| 1.8 | 3.72 | 1901 |

### 2.7. Построить график зависимости полного сопротивления цепи от емкости конденсатора Z= φ(C) (рис. 4)

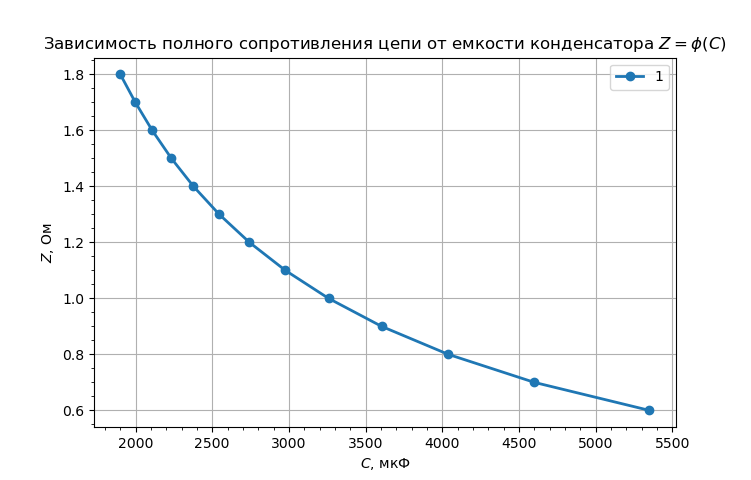


Рисунок 4 – Зависимость полного сопротивления цепи от емкости конденсатора

Вывод: на полное сопротивление RC-цепи влияет не только сопротивление резистора и ёмкость конденсатора, но и частота и действующее напряжение источника переменного тока.

# 3. Исследование схемы

### 3.1. Построить схему (рис. 5)

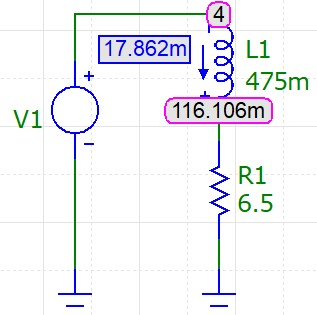


Рисунок 5 – При частоте 75 Гц

### 3.2. Определить сопротивление катушки по данным эксперимента и сравнить его значение с расчетной величиной

Экспериментальное значение сопротивления катушки

Расчётное сопротивление катушки

Процентная разность составляет 0.0031%.

3.3. Определить зависимость силы тока в цепи и реактивного сопротивления катушки индуктивности от частоты сигнала в диапазоне 10…600 Гц результаты занести в табл. 5;

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Частота сигнала f, Гц** | **Сила тока в цепи , мA** | **Реактивное сопротивление**  **катушки индуктивности,**  **Ом** |
| 10 | 92.59 | 29.85 |
| 70 | 13.53 | 208.92 |
| 130 | 7.29 | 387.99 |
| 190 | 4.99 | 567.1 |
| 250 | 3.79 | 746.1 |
| 310 | 3.06 | 925.26 |
| 370 | 2.56 | 1104.34 |
| 430 | 2.2 | 1283.27 |
| 490 | 1.93 | 1462.51 |
| 550 | 1.72 | 1641.35 |
| 600 | 1.58 | 1790.5 |

### 3.3. Построить график зависимости реактивного сопротивления катушки индуктивности от частот переменного тока: X= φ(f) (рис. 6)

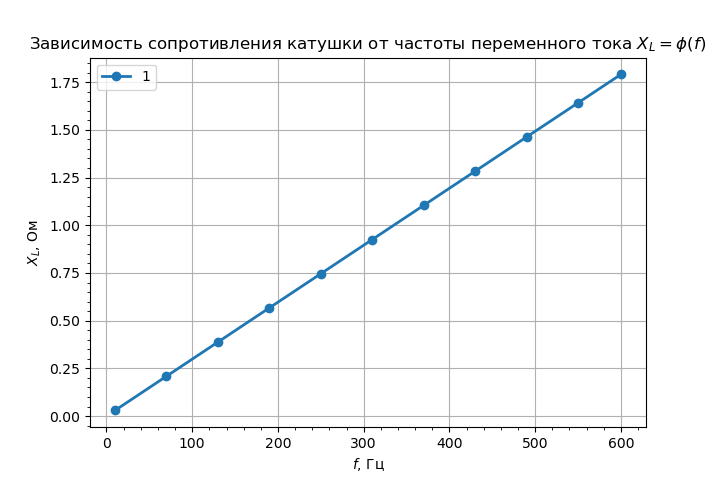


Рисунок 6

### 3.4. Для заданной частоты сигнала f = 75 Гц определить диапазоны возможных значений силы тока в цепи и реактивного сопротивления катушки с учетом заданных допусков на 𝑅\_п и L

Вывод: практическое значение сопротивления катушки отличается от теоретического на 0.101 Ом, то есть отклонение составляет 0.045%, что можно считать допустимым отклонением.

# 4. Исследование схемы

### 4.1. Построить схему (рис. 7)

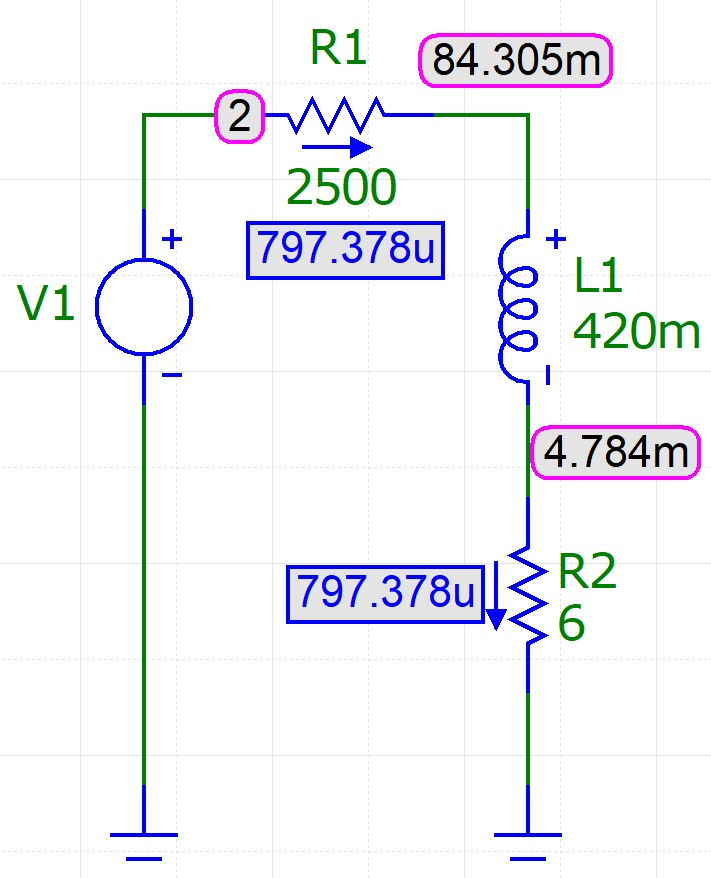


Рисунок 7 – При частоте 40 Гц

### 4.2. Для заданной частоты f записать значение силы тока в цепи

Сила тока цепи = 797.378 мкА.

### 4.3. Определить полное сопротивление цепи и сравнить его значение с расчетной величиной

Экспериментальное полное сопротивление цепи

Расчётное сопротивление

### 4.4. Проверить, попадает ли значение силы тока в заданный диапазон изменения 8…9.5. Если значение тока цепи не входит в указанный диапазон, добиться требуемого результата за счет изменения параметров схемы (выполнить регулировку). Записать два-три варианта сочетаний параметров элементов схемы, удовлетворяющих поставленному условию;

Амплитудное значение силы тока равно 797.378 мкА, значит он не попадает в заданный диапазон.

В следующей таблице 6 предоставлены варианты сочетании параметров.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **f, Гц** | **R, Ом** | **L, мГн** |
| 40 | 200 | 400 |
| 40 | 150 | 700 |
| 20 | 150 | 1300 |

### 4.5. Для заданной частоты сигнала f = 40 Гц определить зависимость полного сопротивления цепи от индуктивности катушки L, используя параметры элементов, представленные в таблице в методичке и изменяя значение индуктивности в пределах ±50% от начального значения (не менее пяти точек); результаты занести в табл. 7.

Пределы значении индуктивности составляет от 260 до 780 мГн.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индуктивность L, мГн | Сила тока в цепи, мA | Полное сопротивление  цепи, Ом |
| 260 | 0.7978 | 2506.89 |
| 340 | 0.7976 | 2507.52 |
| 420 | 0.7973 | 2508.46 |
| 500 | 0.797 | 2509.41 |
| 580 | 0.7967 | 2510.35 |
| 660 | 0.7963 | 2511.62 |
| 740 | 0.7959 | 2512.88 |
| 780 | 0.7956 | 2513.83 |

### 4.6. Построить график зависимости полного сопротивления цепи от индуктивности катушки Z= φ(L) (рис. 8).

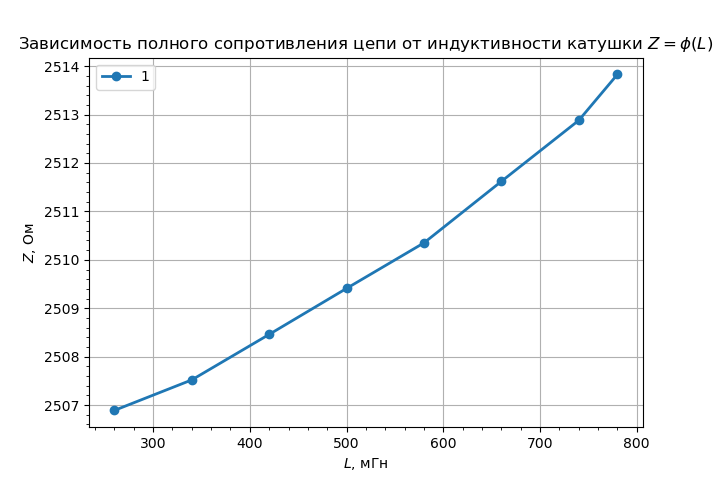


Рисунок 8

Вывод: индуктивность катушки в RL-цепях незначительно влияет на общее сопротивление цепи: при изменении индуктивности от 260 до 780 мГн оно увеличилось всего лишь на 6.94 Ом.

# 5. Исследование последовательного колебательного контура

### 5.1. Построить схему. Определить ток и полное сопротивление цепи для заданной частоты, провести расчет полного сопротивления цепи и сравнить эти значения (рис. 9).

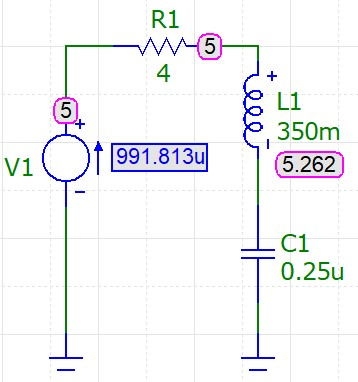


Рисунок 9

Амплитудное значения тока составляет 991.813 мкА. Экспериментальное полное сопротивление цепи составляет

Расчетное сопротивление для RLC-цепи

### 5.2. Определить зависимость тока и полного сопротивления цепи от частоты f, результаты занести в табл. 8 (рекомендуется увеличивать частоту, начиная с единиц Гц, и ограничиться частотой, на которой величина тока упадет до единиц или десятков мкА).

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частота сигнала f, Гц | Сила тока в цепи, мА | Полное сопротивление цепи |
| 120 | 0.991 | 5045.41 |
| 180 | 1.592 | 3140.70 |
| 240 | 2.353 | 1657.82 |
| 300 | 3.419 | 1462.41 |
| 360 | 5.119 | 976.75 |
| 420 | 8.444 | 592.14 |
| 480 | 18.468 | 270.74 |

### 5.3. Построить график зависимостей тока и полного сопротивления цепи от частоты переменного тока и (рис. 10).

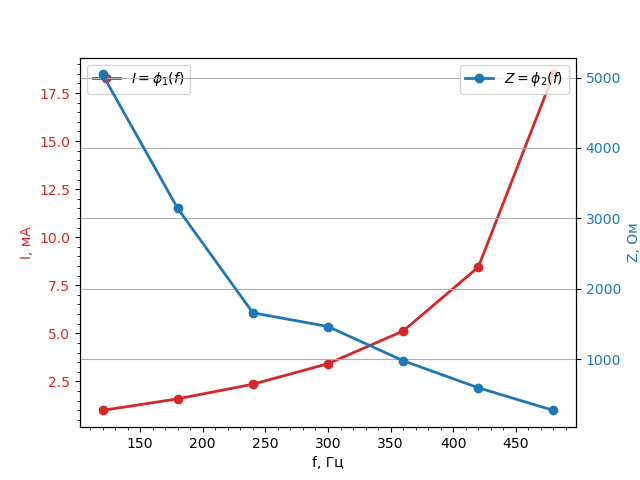


Рисунок 10

Вывод: чем больше частота переменного тока в RLC-цепи, тем больше сила тока или меньше полного сопротивления всей цепи.

# 6. Исследование параллельного колебательного контура

### 6.1. Построить схему (рис. 11)

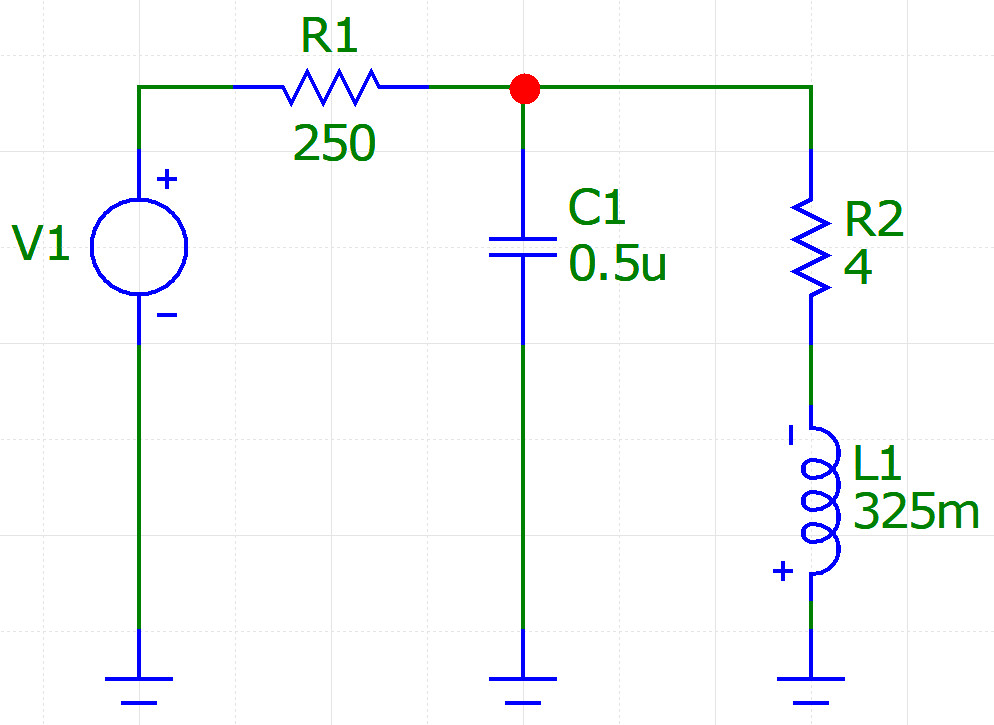


Рисунок 11

6.2. Определить зависимость полного тока цепи и напряжения на колебательном контуре от частоты f, результаты занести в табл. 9 (рекомендуется увеличивать частоту, начиная с единиц Гц, и ограничиться частотой, на которой величина U𝑘 упадет до 0,1...0,2 В).

Показания напряжения будет браться на участке цепи R1, C1 и R2, и затем перемножаться на .

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частота сигнала f, Гц | Полный ток цепи , мА | Напряжение на колебательном контуре, В |
| 1 | 13.92 | 0.062 |
| 5 | 13.91 | 0.153 |
| 10 | 13.87 | 0.288 |
| 50 | 12.88 | 1.34 |
| 100 | 10.55 | 2.301 |
| 250 | 3.97 | 3.38 |
| 500 | 2.07 | 3.49 |
| 750 | 5.54 | 3.25 |
| 1000 | 7.81 | 2.95 |
| 2000 | 11.79 | 1.95 |
| 3000 | 12.98 | 1.40 |
| 5000 | 13.7 | 0.877 |

### 6.3. Построить графики зависимостей полного тока цепи и напряжения на колебательном контуре от частоты переменного тока 𝐼 = φ1(𝑓) и 𝑈𝑘 = φ1(𝑓) (рис. 12).

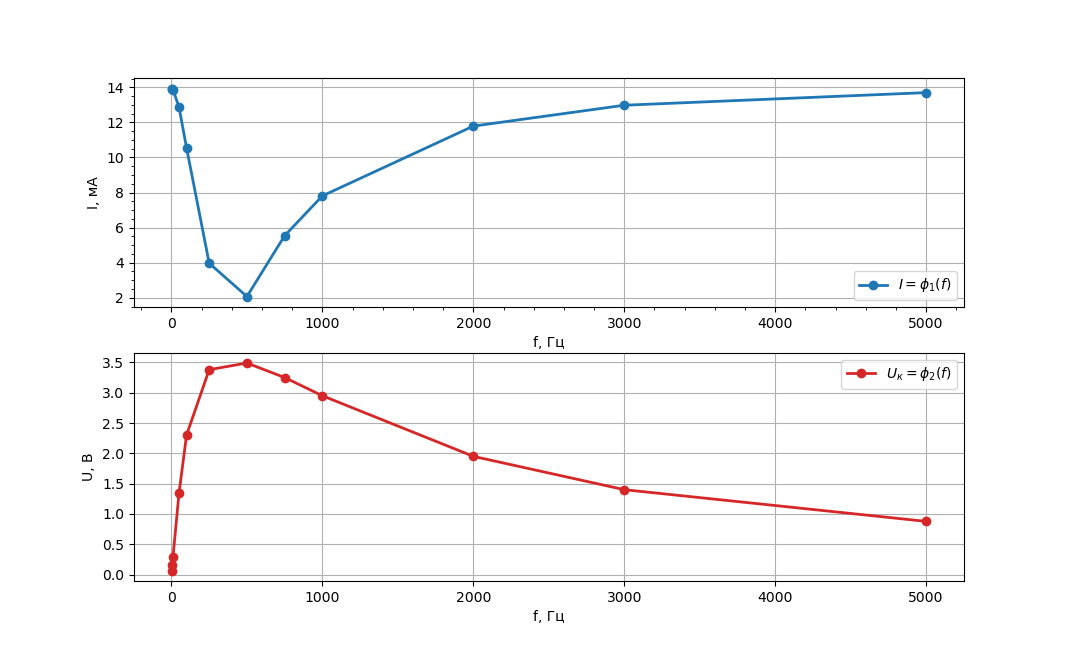


Рисунок 12

### 6.4. Определить резонансную частоту контура

Вывод: при приближении частоты источника синусоидальных импульсов к его резонансной частоте, ток резко понижается, а напряжение повышается, что может говорить о резком повышении полного сопротивления цепи в этих условиях.

# 7. Определение полного сопротивления электрической цепи на переменном токе

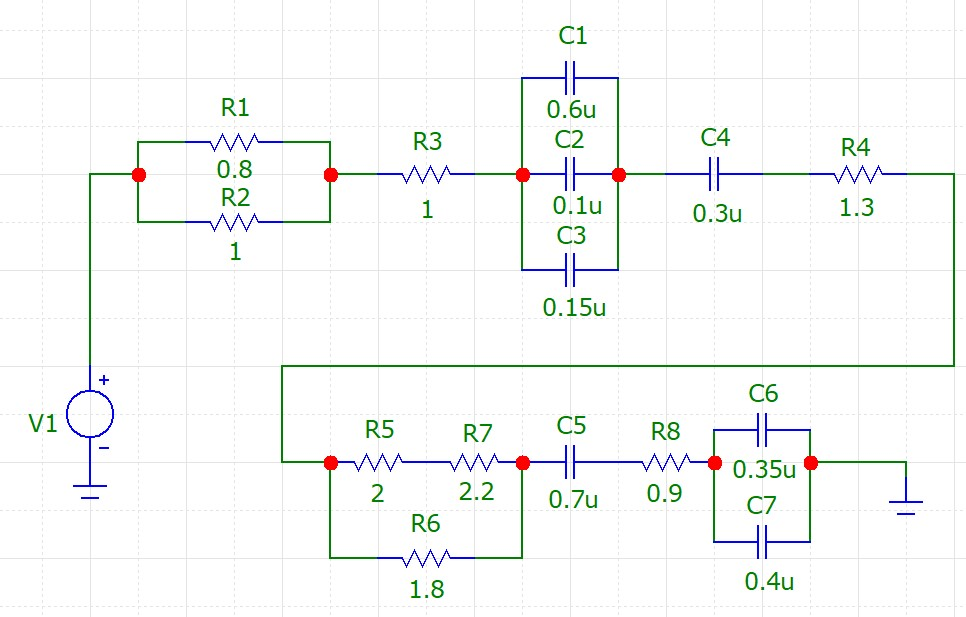


Рисунок 13

### 7.1. Рассчитать полное сопротивление цепи (рис. 13)

### 7.2. Определить экспериментальное значение тока цепи и ее полное сопротивление (рис. 4)

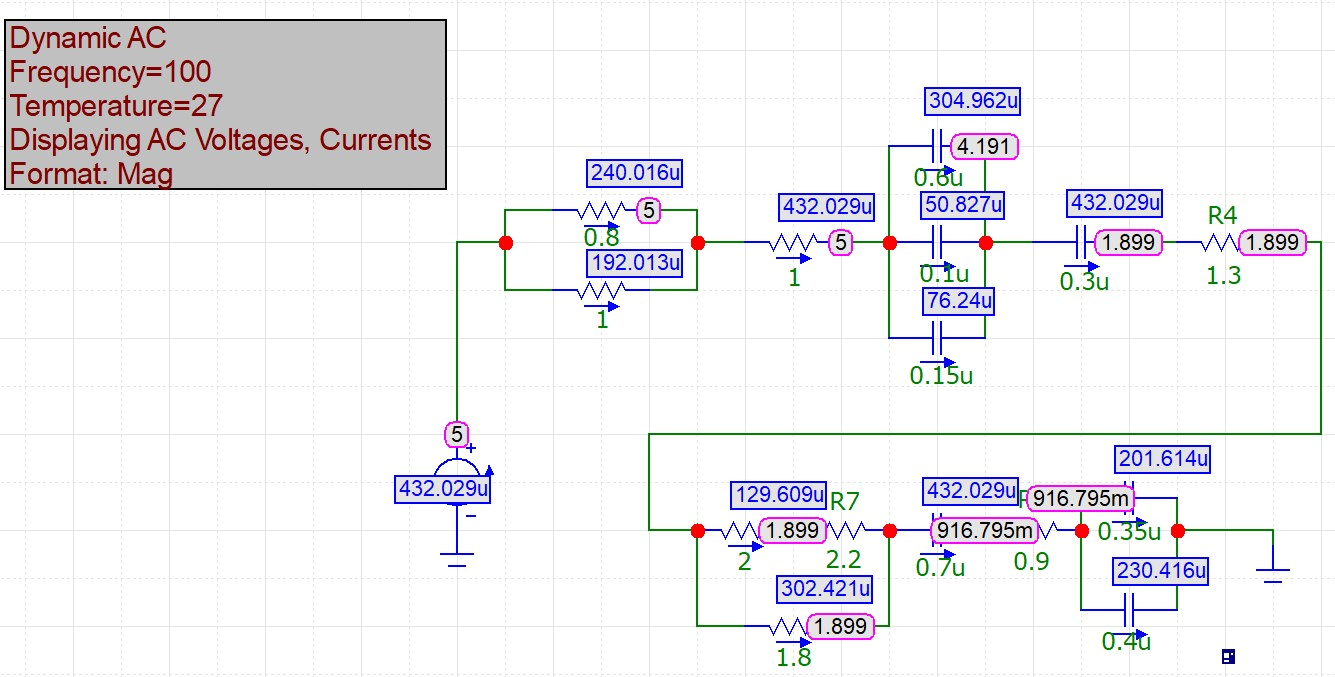


Рисунок 14

Среднеквадратичное значение тока составляет 305.49 мкА.

### 7.3. Сравнить расчетное и экспериментальное значение полного сопротивления цепи;

Разница между расчётным и экспериментальным значением полного сопротивления цепи составляет 205.83 Ома. В процентах это равно 1.77%.

Вывод: отличие практического значения от теоретического составило 205.83, что составляет 1.77% от значения, что можно считать допустимым отклонением.

# Вывод по лабораторной работе

В ходе этой лабораторной работы ознакомился со схемами с переменным током, работой с конденсатором, катушкой индуктивности, которые составляют RC и RL цепи, а также работой с последовательным и параллельным колебательным контуром.