

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Факультет физики

## Лабораторная работа

«Резонанс в RLC цепях»

Работу выполнил студент 2 курса  
Захаров Сергей Дмитриевич



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Москва  
2019

## Содержание

|                                            |   |
|--------------------------------------------|---|
| 1. Цели работы                             | 2 |
| 2. Описание метода выполнения работы       | 2 |
| 3. Выполнение работы                       | 2 |
| 3.1. Последовательное соединение . . . . . | 2 |
| 3.2. Параллельное соединение . . . . .     | 4 |
| 4. Итоги                                   | 5 |
| Список литературы                          | 5 |

# 1. Цели работы

Перед выполнением работы были поставлены следующие цели:

- 1) Построить резонансную кривую для последовательного и параллельного RLC контуров.
- 2) Экспериментально определить с ее помощью частоту резонанса.
- 3) Определить добротность контуров.
- 4) Для параллельного соединения построить зависимость разности фаз от частоты источника.

# 2. Описание метода выполнения работы

В целом, теоретические выкладки в данной лабораторной работе особенно не требуется. Отметим лишь, что теоретическую частоту резонанса с целью ее дальнейшего сравнения с реальной можно посчитать следующим образом:

$$\omega_{res} = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \quad (1)$$

Кроме того, чтобы найти добротность, мы найдем отношение резонансной частоты к ширине резонансной кривой на высоте  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  от максимальной:

$$Q = \frac{\omega_{res}}{\Delta\omega} \quad (2)$$

# 3. Выполнение работы

## 3.1. Последовательное соединение

Для проведения работы были взяты элементы со следующими параметрами:

- $R = 98.54 \pm 0.01$  кОм
- $C = 86.9 \pm 0.1$  мкФ
- $L = 514.2 \pm 0.1$  мкГн

Первым делом была собрана схема, представленная на рисунке 1.

Затем была произведена серия измерений амплитуд колебаний напряжения на сопротивлении при одной и той же амплитуде генератора (10 В), но при различных его частотах. Полученная кривая и является искомой резонансной кривой, она представлена на рисунке 2.

На основании полученных данных становится возможным получить экспериментальную добротность с помощью (2). Она оказывается равной  $Q = 3.2$ .

Кроме того, возможно также определить и реальную резонансную частоту. Она оказывается равна  $\omega_{real} = 6157$  кГц

Ради интереса сравним ее с теоретической частотой, которую можно посчитать по формуле 1:  $\omega_{th} = 4.7$  кГц

Отметим, что полученные величины сильно отличаются, на целых 3 порядка. Это непорядок, надо понять, почему. Ответ оказывается достаточно простым: емкость конденсатора

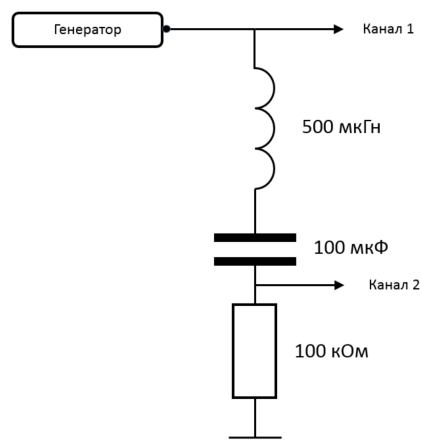


Рис. 1. Схема последовательной RLC цепи

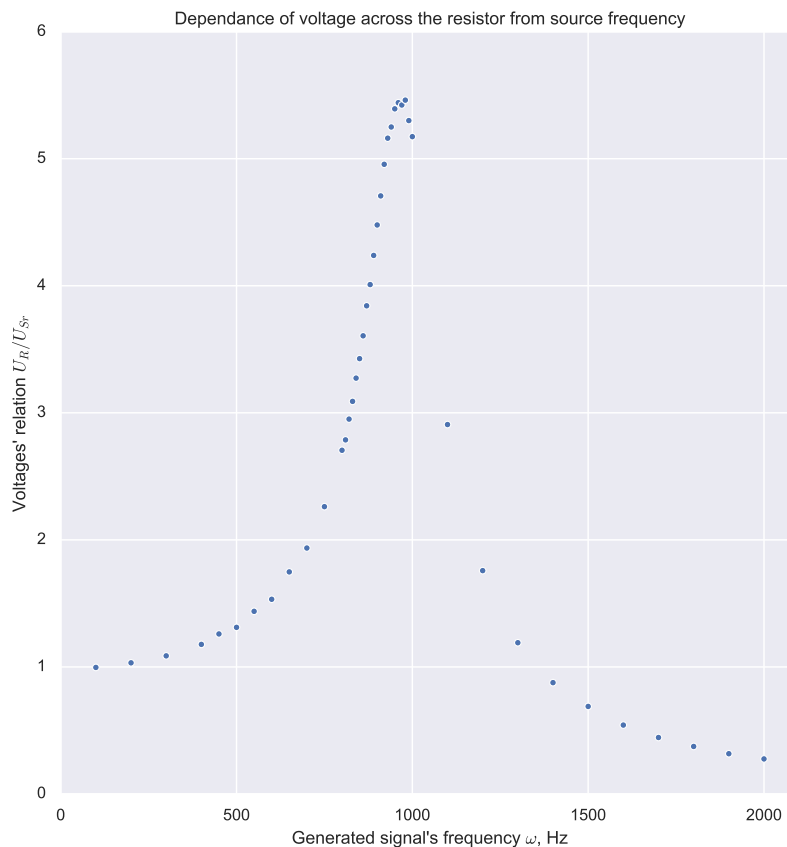


Рис. 2. Резонансная кривая для последовательной RLC цепи

сильно падает с ростом частоты колебаний. Это было видно даже тогда, когда мы пытались измерить емкость конденсатора: при различных частотах, которые нам были доступны, достигались совершенно разные емкости. Это упомянуто, например, в [1]. В качестве иллюстрации приведем картинку, представленную там, на рисунке 3.

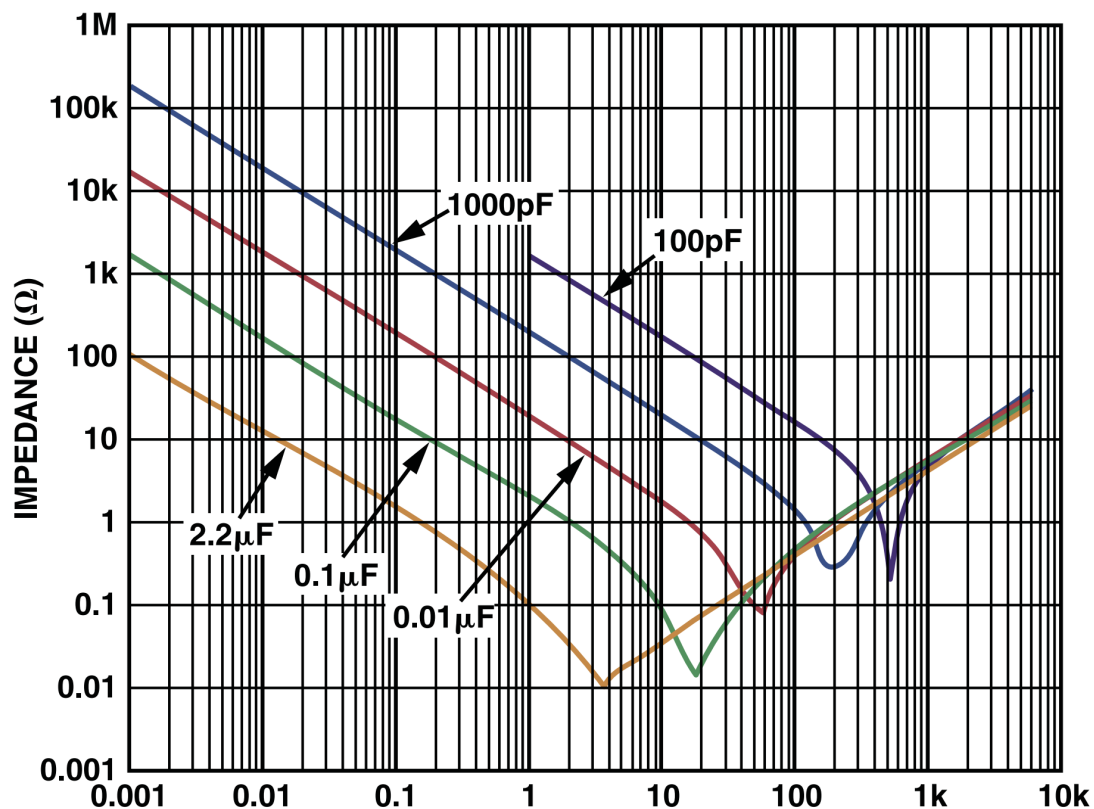


Рис. 3. Зависимость импеданса конденсатора от частоты колебаний в контуре

### 3.2. Параллельное соединение

Для проведения работы были взяты элементы со следующими параметрами:

- $L = 514.2 \pm 0.1$  мкГн
- $C = 6.21$  нФ
- $R_1 = 1.01$  Ом
- $R_2 = 10.04$  кОм

Схема эксперимента представлена на рисунке 4. На основании

В ходе измерений была получена резонансная кривая, представленная на рисунке

Видно, что полученная картина нашим представлениям о резонансе не соответствует. По этой причине считать добротность не считаю необходимым.

Максимальным отношение амплитуда становится при частоте, которую мы с большой натяжкой можем назвать резонансной, при  $\omega_{rl} = 20$  МГц. Теоретическая же частота оказалась равной  $\omega_{th} = 32$  кГц.

Еще одним интересным графиком является зависимость разности фаз от частоты источника, которая вобьет последний гвоздь в наши надежды о наличии в полученных данных резонанса. Она представлена на рисунке 5. Как видно, в столь желанный ноль она так и не обращается.

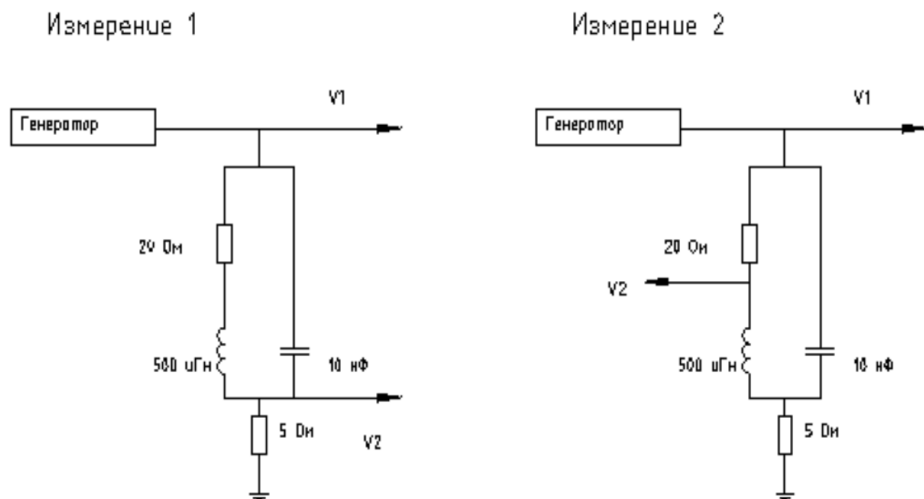


Рис. 4. Схема параллельной RLC цепи

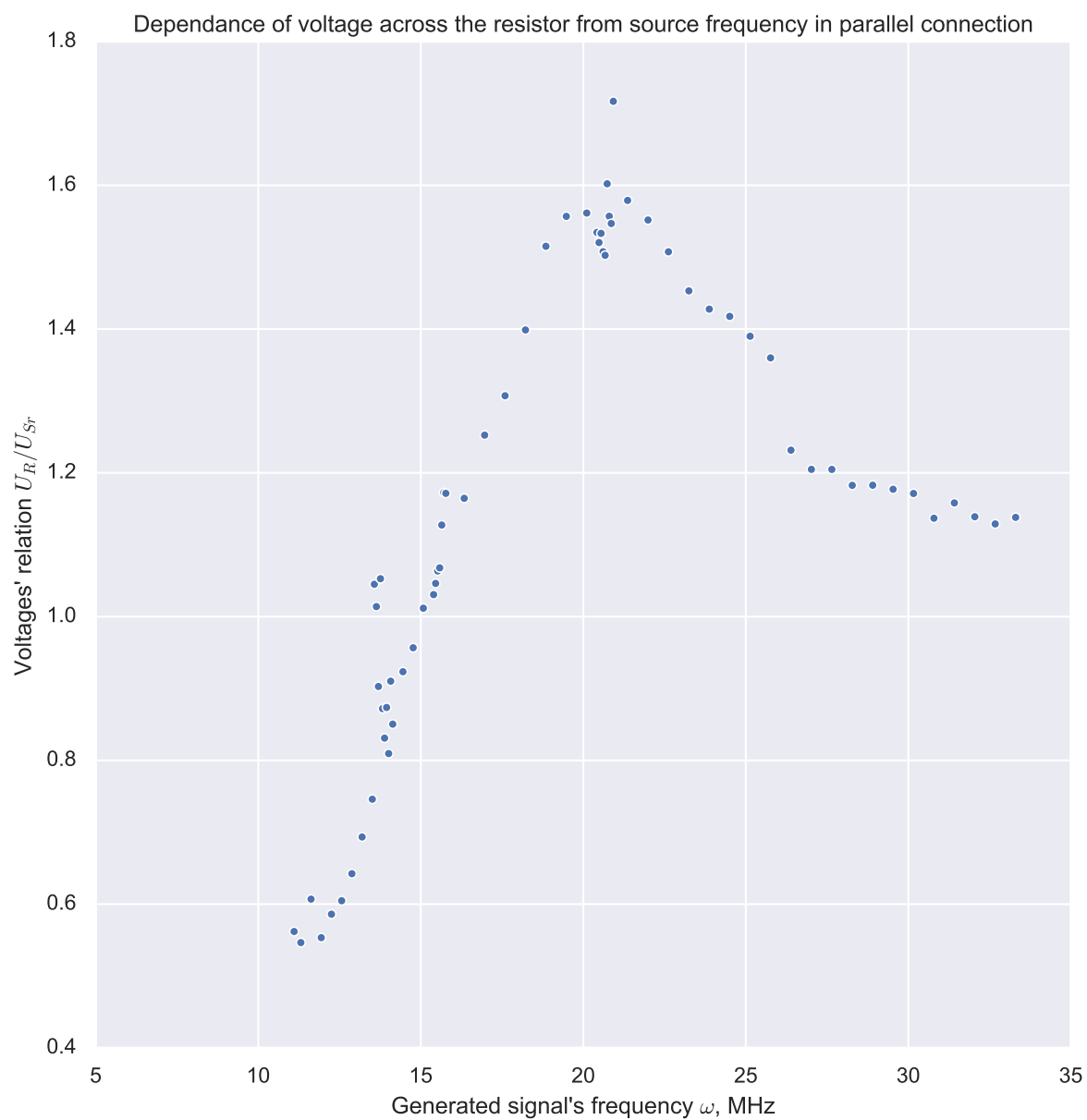
## 4. Итоги

В последовательной цепи резонанс все же удалось пронаблюдать, хоть и совершенно не на ожидаемой частоте. Связано это с тем, что емкость конденсатора сильно зависит от частоты колебаний контура.

В параллельной цепи же резонанс пронаблюдать не удалось в силу того, что генератор осциллографа не мог вытянуть необходимый сигнал.

## Список литературы

- [1] John Ardizzoni. A Practical Guide to High-Speed Printed-Circuit-Board Layout



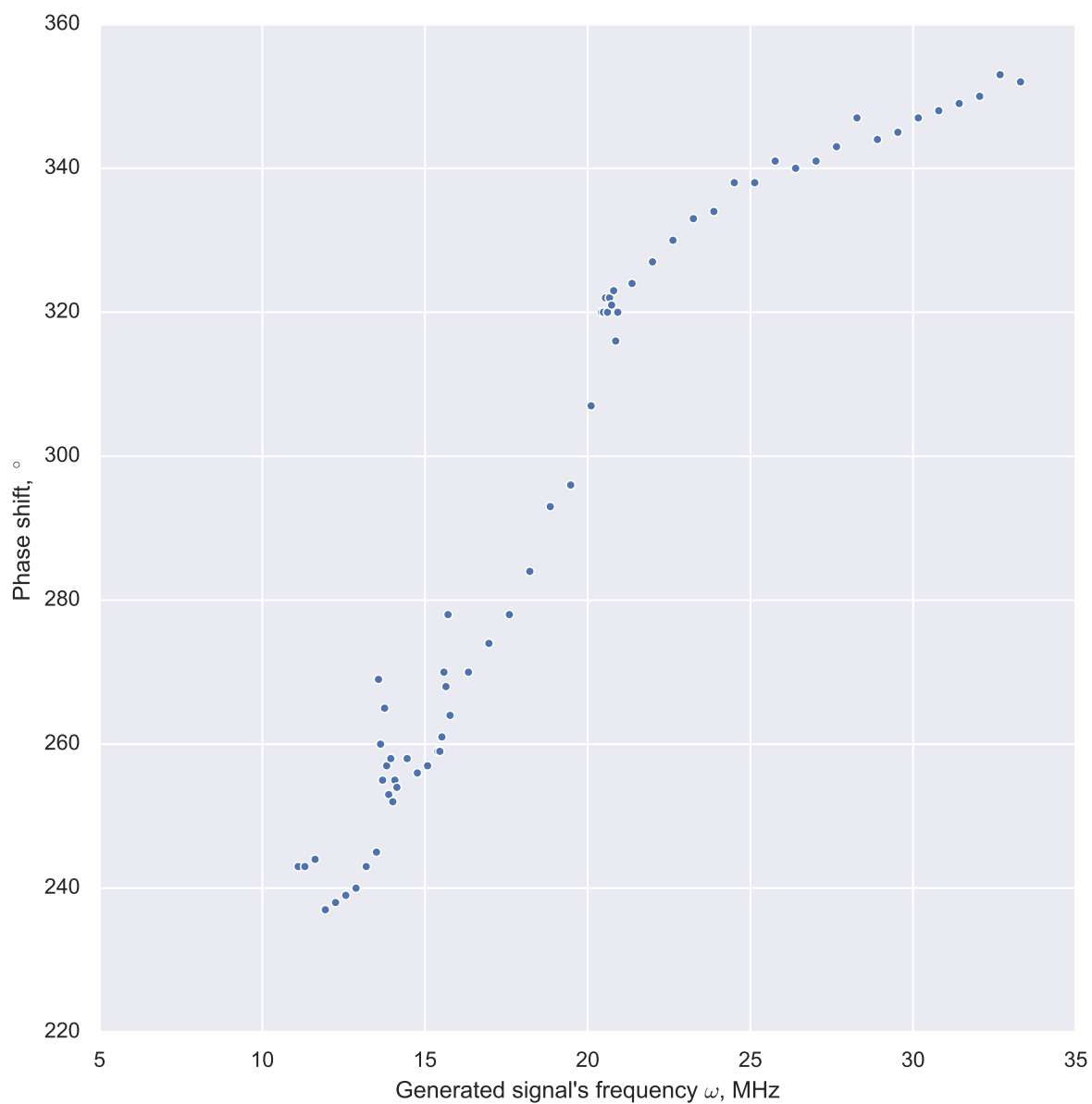


Рис. 5. Зависимость разности фаз от частоты колебаний источника