



РАБОЧИЙ ПРОТОКОЛ И ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3.11
"Вынужденные электромагнитные колебания в последовательном колебательном контуре"

Группа: 2.1.1
Студент: Денисова А.А., Пименова Е.А.,
Шнейдерис Г.Г.
Преподаватель: Хвастунов Н.Н.

К работе допущен:
Работа выполнена:
Отчет принят:

1 Цель работы

- Изучение зависимостей резонансной кривой от параметров контура и частоты колебаний.

2 Задачи, решаемые при выполнении работы

- Изучение вынужденных колебаний и явления резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре.
- Построение резонансной кривой и определение резонансной частоты.
- Определение активного сопротивления и добротности колебательного контура.

3 Метод экспериментального исследования

- Изменяя частоту генератора измерить значения амплитуды выходного напряжения.
- Устанавливая на магазине емкостей разные значения найти для этих величин емкости контура резонансные частоты.

4 Рабочие формулы и исходные данные

1) Данные об установке

$$R = 75 \text{ Ом} \quad L = 100 \text{ мГн} \quad \Delta f = 500 \text{ Гц}$$

2) Резонансная частота:

$$f_{\text{расч}} = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

3) Максимальная и минимальная частота:

$$f_{\text{max}} = f_{\text{расч}} + \Delta f \quad f_{\text{min}} = f_{\text{расч}} - \Delta f$$

4) Коэффициент β :

$$\beta = \frac{R}{2L}$$

5) Величина заряда в зависимости от сопротивления:

$$q_0(\Omega) = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{(QR)^2 + \left(\Omega^2 L - \frac{1}{C}\right)^2}}$$

6) Резонансная частота для сопротивления R

$$\Omega_{R_{\text{res}}} = \Omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

7) Резонансная частота для ёмкости C :

$$\Omega_{C_{\text{res}}} = \Omega_0 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0}\right)^2}$$

8) Резонансная частота для индуктивности L :

$$\Omega_{L_{\text{res}}} = \frac{\Omega_0}{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0}\right)^2}$$

9) Напряжение при резонансной ёмкости:

$$U_{C_{\text{res}}} = \frac{q_0}{C} = \frac{I_0}{\Omega_0 C} = \frac{\varepsilon_0}{\Omega_0 RC}$$

10) Добротность контура:

$$Q = \frac{U_{C_{\text{res}}}}{\varepsilon_0} = \frac{\sqrt{LC}}{RC} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

11) Добротность контура через резонансную частоту:

$$Q = \frac{\Omega_0}{\Delta\Omega}$$

12) Зависимость квадрата резонансной частоты от обратной ёмкости:

$$\Omega_{\text{res}}^2 = \frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}$$

5 Измерительные приборы:

№	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон
1	Цифровой осциллограф GDS-71102B	измерительный	1Гц - 1ГГц
2	ИСХ1	цифровой	0В - 17В

Таблица 1: Измерительные приборы

6 Схема установки:

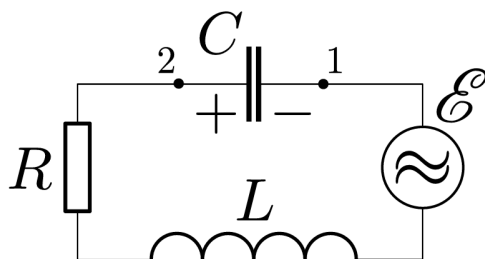


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема лабораторной установки

7 Результаты прямых измерений и их обработки:

Зависимость выходного напряжения от частоты при ёмкости $C = 0,1$ мкФ

f , Гц	U_R , мВ
1091,55	14,0
1191,55	17,8
1291,55	15,2
1391,55	11,8
1491,55	8,8
1591,55	7,2
1691,55	5,4
1791,55	4,4
1891,55	3,8
1991,55	3,2
2091,55	2,6

Значение резонансной частоты при разных ёмкостях конденсатора

C , нФ	f , кГц
1	15,915
3	9,1855
10	5,0327
30	2,9056
100	1,5914

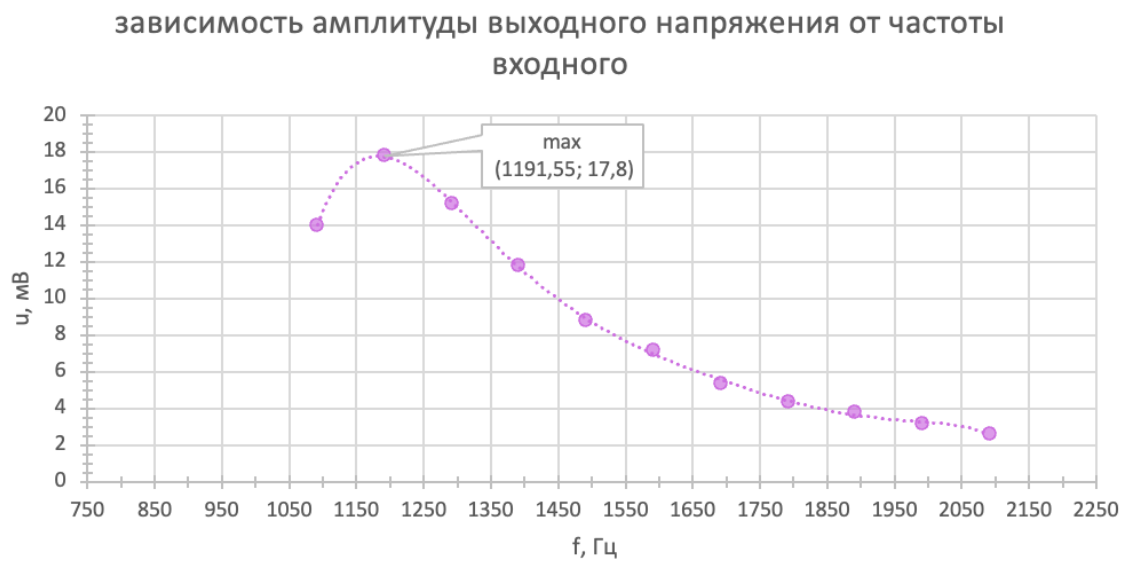
8 Расчёт результатов косвенных измерений

$$f_{\text{расч}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{10^{-8}} - \frac{75^2}{2 \cdot 0,1^2}} = 1589,3 \text{ Гц}$$

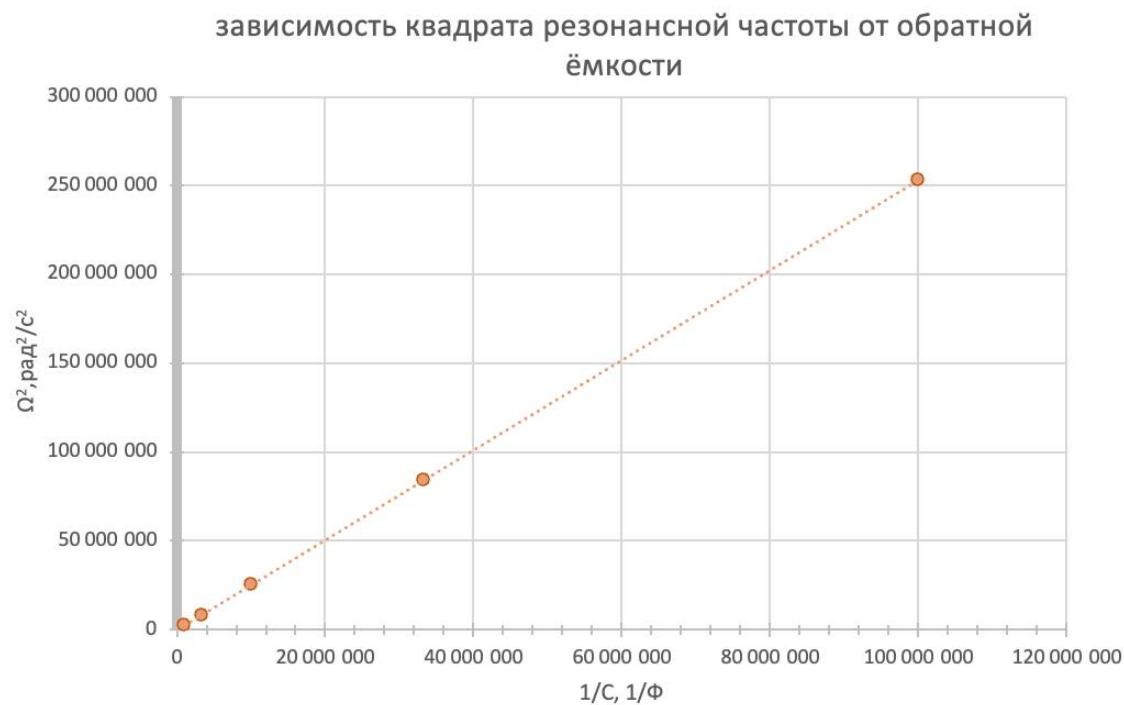
Расчет L и R через угол наклона α и вертикальное смещение γ графика [9](#)

$$\Omega_{\text{res}}^2 = \frac{1}{LC} - \frac{4R^2}{L^2} \Rightarrow L \approx \frac{1}{\alpha} \quad R \approx -\frac{\gamma L^2}{4}$$

9 Графики



Точка, где достигается максимум амплитуды колебаний напряжения на конденсаторе, отмечена на графике



10 Окончательные результаты:

$$\begin{aligned}f_{\text{расч}} &= 1589,3 \text{ Гц} & f_{\text{эксп}} &= 1191,5 \text{ Гц} \\Q_{\text{эксп}} &= 4,99 \\L &= 100 \text{ мГн} & L_{\text{эксп}} &= 39 \text{ мГн} \\R &= 75 \text{ Ом} & R_{\text{эксп}} &= 119 \text{ Ом}\end{aligned}$$

11 Выводы и анализ результатов работы

В результате выполнения лабораторной работы номер 3.11 были изучены вынужденные колебания и явления резонанса напряжений в последовательном наблюдательном контуре. Мы построили графики и по ним определили экспериментальные значения нашего опыта. Но, заметив, что фактические значения сильно разнятся с теоретическими, команда НЕЙРОТЕХ сильно расстроилась и долго искала причину, но так и не нашла. Так что в отчете все так, как мы измерили и насчитали.