3.2.4 Свободные колебания в электрическом контуре

Александр Романов Б01-107

1 Введение

1.1 Цель работы

Исследование свободных колебаний в электрическом колебательном контуре.

1.2 В работе используются

Генератор импульсов, электронное реле, магазин сопротивлений, магазин емкостей, катушка индуктивности, электронный осциллограф, измеритель LRC.

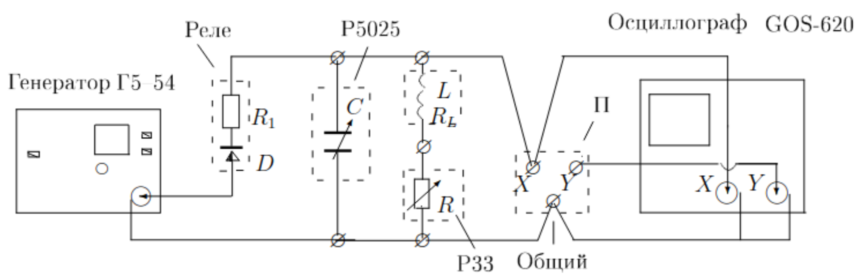

Рис. 1: Схема экспериментальной установки

2 Работа

2.1 Измерение периодов свободных колебаний

Соберём схему, изображённую на Рис. 1.Установим на магазине сопротивлений $R = 0$; На магазине емкостей величину $C = 0.02\ \mu F$. Установим выходное напряжение генератора на 28 V. По ЭО измерим расстояние между соседними импульсами ($x_0 = 2.1 \cdot 5\ ms = 10.5\ ms$).

Будем измерять по ЭО расстояние x , которое занимают n полных периодов колебаний. Зная период задающих колебания импульсов ($T_0 = 0.01\ s$) и x_0 можно расчитать период колебаний контура T по формуле:

$$T = T_0 x/(n x_0)$$

Проведём эти измерения изменяя емкость C от $0.02\ \mu F$ до $0.9\ \mu F$:

$C,\ \mu F$	$x_0,\ cm$	$scale,\ ms$	n	$x,\ cm$	$scale,\ ms$	$T,\ s$
0.02	2.1	5	3	1	1	0.0006
0.13	2.1	5	7	3	2	0.0106
0.24	2.1	5	5	3	2	0.0274
0.35	2.1	5	5	3.6	2	0.0480
0.46	2.1	5	5	4.1	2	0.0718
0.57	2.1	5	5	4.6	2	0.0999
0.68	2.1	5	4	4	2	0.1295
0.79	2.1	5	3	3.1	2	0.1555
0.9	2.1	5	4	4.6	2	0.1971

2.2 Критическое сопротивление и декремент затухания

Приняв $L = 200\ mH$ рассчитаем ёмкость C, при которой собственная частота колебаний контура $\nu_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$ составляет $5\ kHz$:

$$C = 0.005\ \mu F$$

Для полученных значений L и C рассчитаем критическое сопротивление контура R_{cr} по формуле:

$$R_{cr} = 2\sqrt{L/C} = 12600\ \Omega$$

Установим на магазине ёмкость, близкую к рассчитанной. Будем увеличивать R от 0 до R_{cr}. Определим сопротивление магазина R_0, при котором контур переходит в апериодический режим:

$$R_0 = 7400\ \Omega$$

Установим сопротивление $R \simeq 0.1 R_0$ и будем измерять логарифмический декремент затухающих колебаний по формуле:

$$d = \frac{1}{n} \ln \frac{U_k}{U_{k+n}}$$

Повторим эти измерения для разных R от $0.1R_0$ до $0.3R_0$:

$R,\ \Omega$	n	$U_k,\ cm$	$U_{k+n},\ cm$	d
740	3	4	1	0.462
986	3	3	0.5	0.597
1232	2	2.2	0.5	0.741
1478	2	4	0.6	0.949
1724	2	3.4	0.4	1.070
1970	2	3	0.3	1.151

2.3 Свободные колебания на фазовой плоскости

Подключим на ЭО канал Y, на который подано напряжение U_R. Зафиксируем картину:

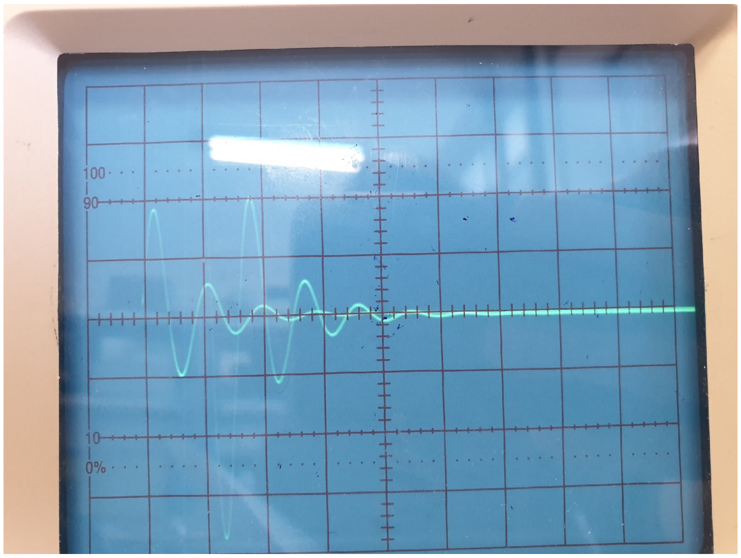

Рис. 2: Сигналы X и Y в развёртке по времени

Отключим развёртку по времени, переведы ручку "TIME/DIV"в положение "X-Y". Будем наблюдать за изменением картины при изменении R от $0.1R_0$ до $0.3R_0$:

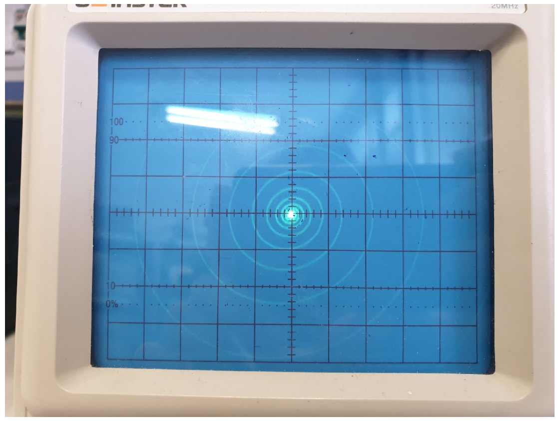

Рис. 3: Фазовая картина при $R = 740\ \Omega$

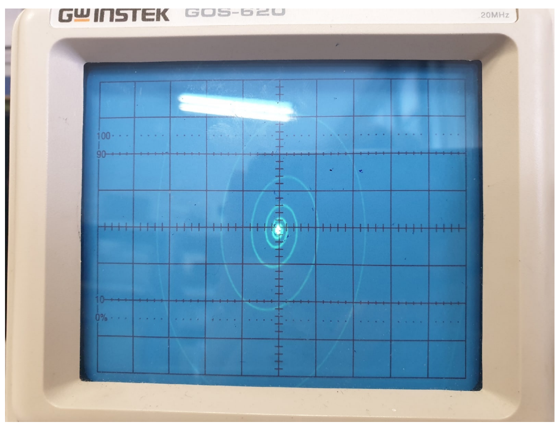

Рис. 4: Фазовая картина при $R = 1478\ \Omega$

Рис. 5: Фазовая картина при $R = 1970\ \Omega$

Измерим логарифмический декремент d контура для максимального и минимального значений R по формуле:

$$d = \frac{1}{n} \ln \frac{x_k}{x_{k+n}}$$

$R,\ \Omega$	n	$X_k,\ cm$	$X_{k+n},\ cm$	d
740	2	3.5	1.4	0.458
1970	1	2.0	0.6	1.204

Разберём цепь, отключим катушку и измерим её индуктивность L и омическое сопротивление R_L при помощи RLC-метра. Получим значения:

$$L = 146\ mH;\ R_L = 14\ \Omega$$

3 Обработка экспериментальных данных

3.1 Сравнение экспериментальных и теоретических значений периода T

По формуле $T = 2\pi\sqrt{LC}$ рассчитаем теоретические значения периодов для контура. и сравним с экспериментальными, измеренными в пункте 2.1:

4 Выводы