

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.

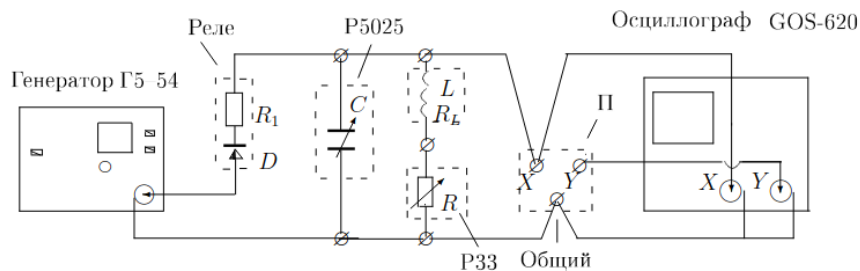


Рис. 1: Схема экспериментальной установки

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 рассчитать период колебаний контура T по формуле:

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

Проведём эти измерения изменяя ёмкость 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 $R \simeq 0.1R_0$ 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, Ω	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:

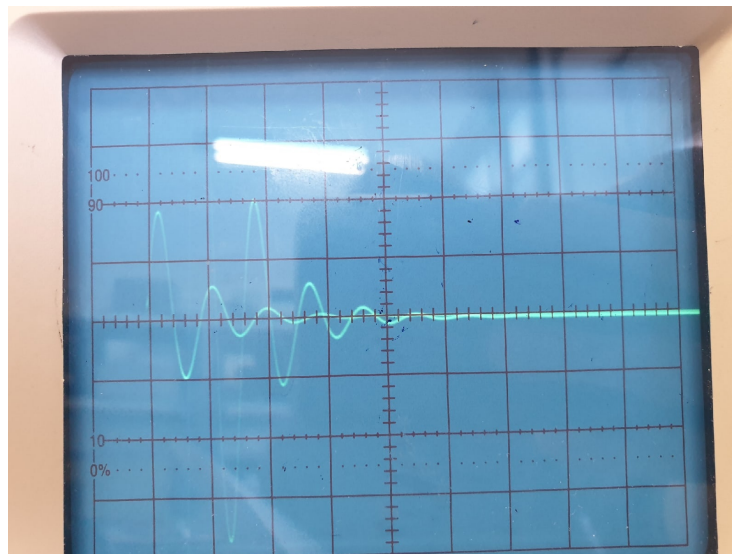


Рис. 2: Сигналы X и Y в развёртке по времени

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

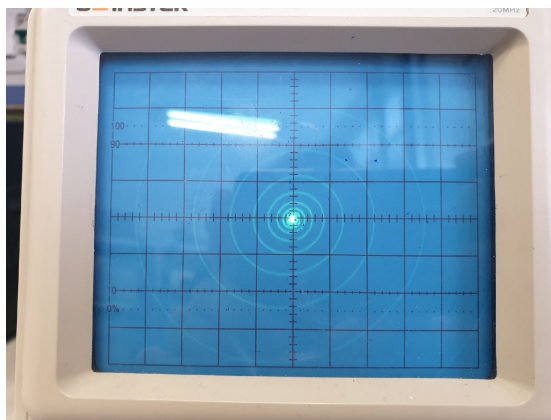


Рис. 3: Фазовая картина при $R = 740 \Omega$

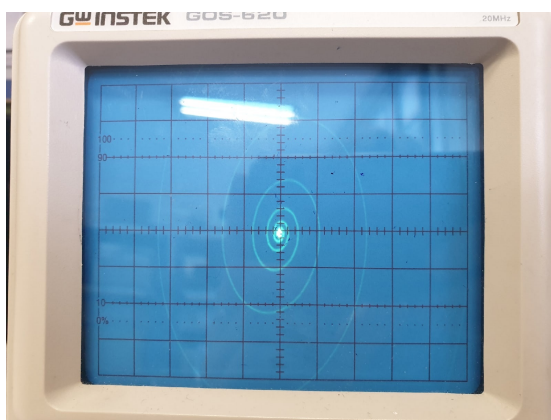


Рис. 4: Фазовая картина при $R = 1478 \Omega$

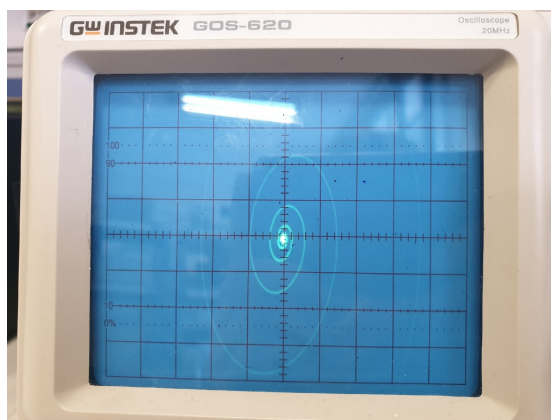


Рис. 5: Фазовая картина при $R = 1970 \, \Omega$

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

3 Обработка экспериментальных данных

4 Выводы