

Группа М3106 К работе допущен _____
Студент Шеин Максим Андреевич Работа выполнена _____
Преподаватель Качин Валерий Александрович Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №5

Вынужденные электромагнитные колебания

1)Цель работы:

- 1) Изучение вынужденных колебаний и явления резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре.
- 2) Изучение закона Ома для цепи переменного тока.

2)Задачи, решаемые при выполнении работы:

- 1)Собрать схему виртуальной установки.
- 2)Вычислить добротность контура.
- 3)Постройте графики зависимостей $U_i = U_i(\Omega)$, где $i = C, L, R$, $\Omega = 2\pi f$ для R .
- 4) Рассчитайте коэффициент затухания.

3)Объект исследования:

Цепь, состоящая из последовательно соединенных индуктивности, емкости и активного сопротивления в которую включен источник внешней электродвижущей силы.

4)Метод экспериментального исследования:

Наблюдение

5)Рабочие формулы и исходные данные:

$$\begin{cases} \Omega_{R_{res}} = \Omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \\ \Omega_{C_{res}} = \Omega_0 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2}; \\ \Omega_{L_{res}} = \frac{\Omega_0}{\sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2}}; \end{cases} \text{ (Гц), где } C \text{ – значение ёмкости, } L \text{ – значение индуктивности}$$

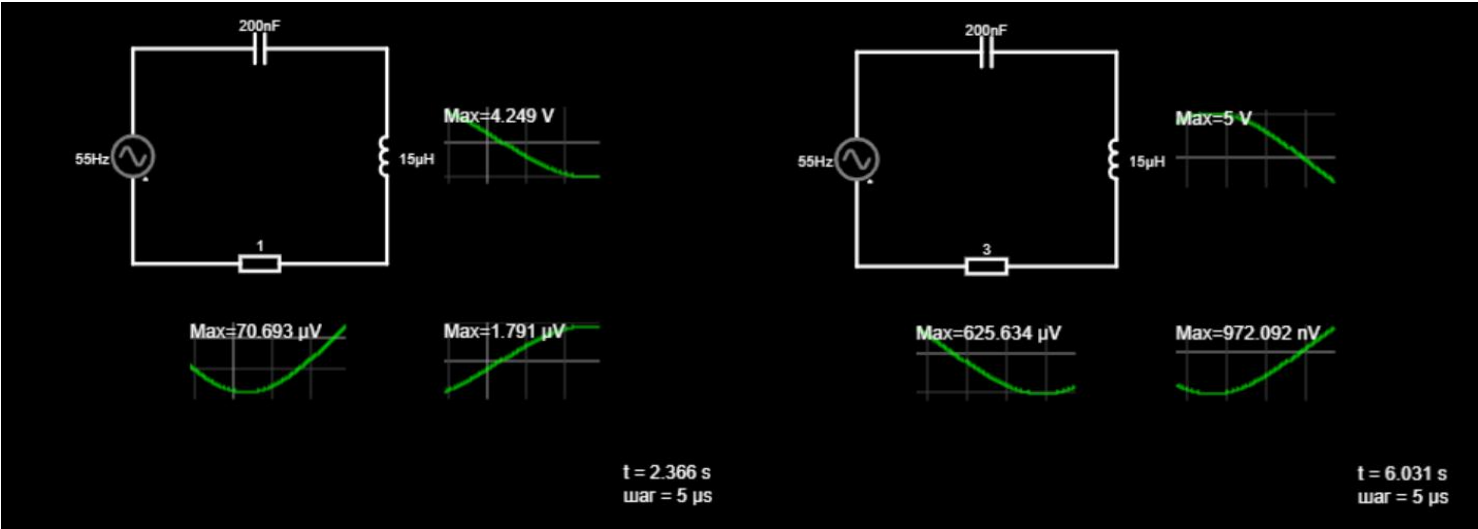
R – значение сопротивления, Ω_0 - резонансная частота
 β – коэффициент затухания

$$Q(L, C, R) = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}. \quad \beta_{1,2} = \frac{R_{1,2}}{2L} \text{ (с}^{-1}\text{)}$$

6)Измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Конденсатор	Элемент цепи	100п % 300п нФ	-
2	Катушка индуктивности	Элемент цепи	10и % 20и мкГн	-
3	Резистор	Элемент цепи	1 % 5 Ом	-
4	Источник синусоиды	Элемент цепи	10 % 130 Гц	-

7)Схема установки:



8)Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

1 Ом

№	f, Гц	Ω , рад/с	U_C, В	U_L, В	U_R, В	U_L, мкВ	U_R, мкВ
1	10	62,832	5	0,00006	0,00006	59	63
2	15	94,248	5	0,00013	0,00009	133	94
3	20	125,664	5	0,00024	0,00013	237	126
4	25	157,080	5	0,00037	0,00016	370	157
5	30	188,496	5	0,00053	0,00019	533	188
6	35	219,911	5	0,00073	0,00022	725	220
7	40	251,327	5	0,00095	0,00025	947	251
8	45	282,743	5	0,00120	0,00028	1199	283
9	50	314,159	5	0,00148	0,00031	1480	314
10	55	345,575	5	0,00179	0,00035	1791	346
11	60	376,991	5	0,00213	0,00038	2132	377
12	65	408,407	5	0,00250	0,00041	2502	408
13	70	439,823	5	0,00290	0,00044	2902	440
14	75	471,239	5	0,00330	0,00047	3301	471
15	80	502,655	5	0,00379	0,00050	3790	503
16	85	534,071	5	0,00428	0,00053	4278	534
17	90	565,487	5	0,00480	0,00057	4797	565
18	95	596,903	5	0,00534	0,00060	5344	597
19	100	628,319	5	0,00592	0,00063	5922	628
20	105	659,734	5	0,00653	0,00066	6529	660
21	110	691,150	5	0,00717	0,00069	7165	691
22	115	722,566	5	0,00783	0,00072	7832	723
23	120	753,982	5	0,00853	0,00075	8527	754
24	125	785,398	5	0,00925	0,00079	9253	785
25	130	816,814	5	0,01001	0,00082	10008	817

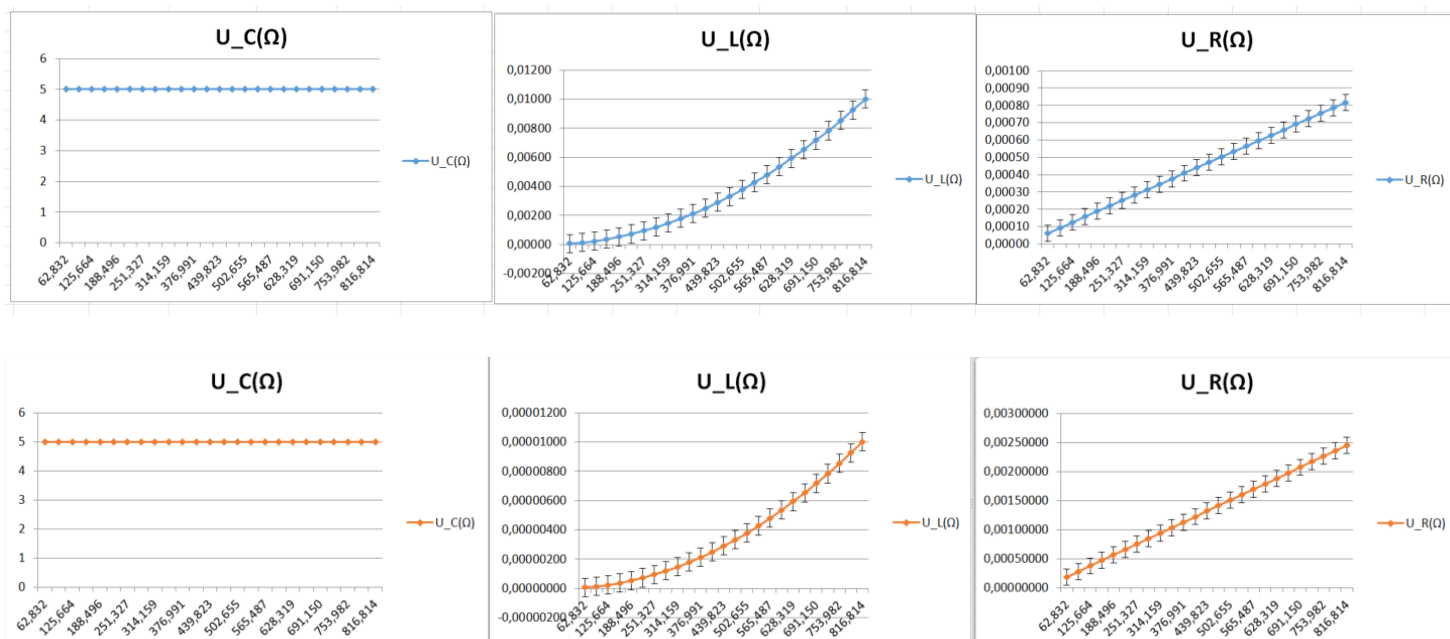
3 Ом

№	f, Гц	Ω , рад/с	U_C, В	U_L, В	U_R, В	U_L, мкВ	U_R, мкВ
1	10	62,832	5	0,00000006	0,00018850	59	188
2	15	94,248	5	0,00000013	0,00028274	133	283
3	20	125,664	5	0,00000024	0,00037799	237	378
4	25	157,080	5	0,00000037	0,00047100	370	471
5	30	188,496	5	0,00000053	0,00056549	533	565
6	35	219,911	5	0,00000073	0,00065974	725	660
7	40	251,327	5	0,00000095	0,00075398	947	754
8	45	282,743	5	0,00000120	0,00084823	1199	848
9	50	314,159	5	0,00000148	0,00094248	1480	942
10	55	345,575	5	0,00000179	0,00103700	1791	1037
11	60	376,991	5	0,00000213	0,00113100	2132	1131
12	65	408,407	5	0,00000250	0,00122500	2502	1225
13	70	439,823	5	0,00000290	0,00131900	2902	1319
14	75	471,239	5	0,00000333	0,00141400	3331	1414
15	80	502,655	5	0,00000379	0,00150800	3790	1508
16	85	534,071	5	0,00000428	0,00160200	4278	1602
17	90	565,487	5	0,00000480	0,00169600	4797	1696
18	95	596,903	5	0,00000534	0,00179100	5344	1791
19	100	628,319	5	0,00000592	0,00188500	5922	1885
20	105	659,734	5	0,00000653	0,00197900	6529	1979
21	110	691,150	5	0,00000717	0,00207300	7165	2073
22	115	722,566	5	0,00000783	0,00216800	7832	2168
23	120	753,982	5	0,00000853	0,00226200	8527	2262
24	125	785,398	5	0,00000925	0,00235600	9253	2356
25	130	816,814	5	0,00001001	0,00245000	10008	2450

9) Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов):

$W_{рез}(при\ 1\ \Omega), Гц$	$Q(при\ 1\ \Omega)$	$Q(L, C, R) = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$	$\beta_{1,2} = \frac{R_{1,2}}{2L}$	$\begin{cases} \Omega_{Rres} = \Omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \\ \Omega_{Cres} = \Omega_0 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2}; \\ \Omega_{Lres} = \frac{\Omega_0}{\sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2}}; \end{cases}$
577350,27	8,66			
$W_{рез}(при\ 3\ \Omega), Гц$	$Q(при\ 3\ \Omega)$			
577350,27	2,89			
$\Omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	$\beta(при\ 1\ \Omega)$			
	33333			
	$\beta(при\ 3\ \Omega)$			
	100000			
	$\Omega R_{res}, Гц$			
	577350,3			
	$\Omega C_{res}, Гц$			
	575422,6			
	$\Omega L_{res}, Гц$			
	579284,4			

10) Графики



11) Выводы и анализ результатов работы:

В ходе лабораторной работы, мной были найдены резонансные частоты ёмкости, индуктивности и сопротивления соответственно:

$\Omega R_{res}, кГц$	577
$\Omega C_{res}, кГц$	575
$\Omega L_{res}, кГц$	579

Также были найдены добротности контуров Q при сопротивлении 1 Ом и 3 Ом: Можно заметить, что при увеличении сопротивления, значение добротности уменьшается.

$Q(при\ 1\ \Omega)$	8,66
$Q(при\ 3\ \Omega)$	2,89

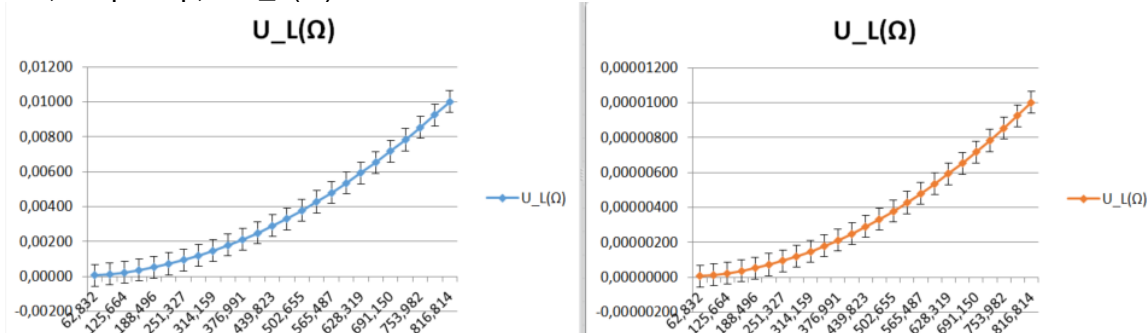
И каэффиценты затухания β :

$\beta(при\ 1\ \Omega)$	33333
$\beta(при\ 3\ \Omega)$	100000

Также можно заметить, что чем больше значение сопротивления, тем больше значение каэффицента затухания.

Были построены графики зависимостей U_i от Ω , где $i = C, L, R$

Какие выводы можно сделать? При увеличении значения сопротивления, вид зависимости не изменяется, как, например, в $U_L(\Omega)$ остаётся положительная показательная зависимость.



Или, как в случае с $U_R(\Omega)$, остаётся положительная линейная зависимость.

Но различия, всё же, есть. При $R = 3 \text{ Ом}$, значение U_L меньше, чем при $R = 1 \text{ Ом}$, а U_R , напротив, больше. Следовательно, при увеличении значения сопротивления в резисторе, напряжение на катушку индуктивности падает, а на резистор возрастает.