

Группа М3212 К работе допущен Virtual Lab

Студент Баатарцогт Анужин Работа выполнена 11/24/2020

Преподаватель Мейлахс А. П. Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.11V

Вынужденные электромагнитные колебания

в последовательном колебательном контуре

- Цель работы.
 - Изучение вынужденных колебаний и явления резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре.
 - Изучение закона Ома для цепи переменного тока.
- Задачи, решаемые при выполнении работы.
 - Проведение измерений
 - Обработка результатов измерений.
- Объект исследования.
Вынужденные электромагнитные колебания в последовательном колебательном контуре
- Метод экспериментального исследования.
Получение измерений из виртуальной лабы
- Рабочие формулы и исходные данные.

$$\begin{cases} \Omega_{R_{res}} = \Omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \\ \Omega_{C_{res}} = \Omega_0 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2}; \\ \Omega_{L_{res}} = \frac{\Omega_0}{\sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2}}; \end{cases}$$

$$Q_{\text{эксп}}, Q_{\text{расч}}: \quad \frac{U_{C_{res}}}{\mathcal{E}_0} = \frac{\sqrt{LC}}{RC} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = Q.$$

$$\Omega_0, \text{ рад/с}: \quad \Omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}};$$

$$Q_{\text{гр}}: \quad Q = \frac{\Omega_0}{\Delta\Omega},$$

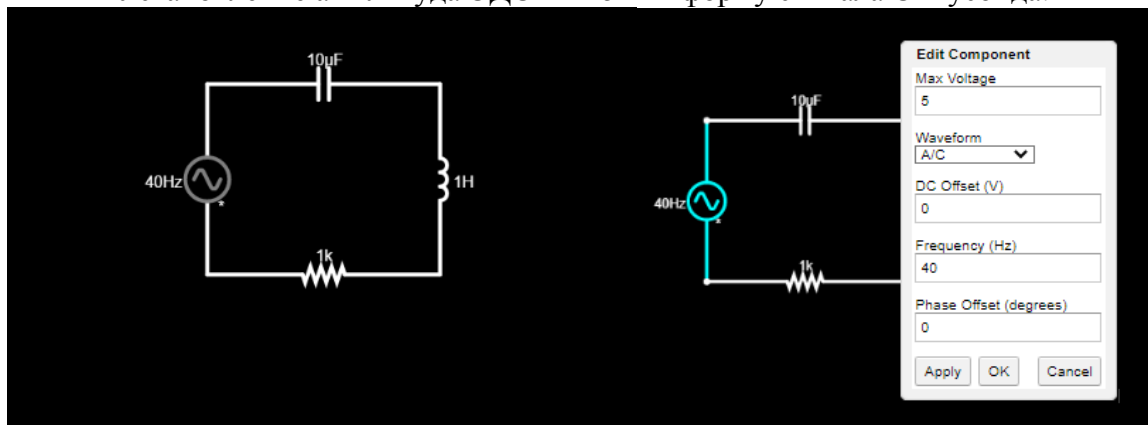
$$\beta: \quad \beta_{1,2} = \frac{R_{1,2}}{2L}$$

6. Измерительные приборы.

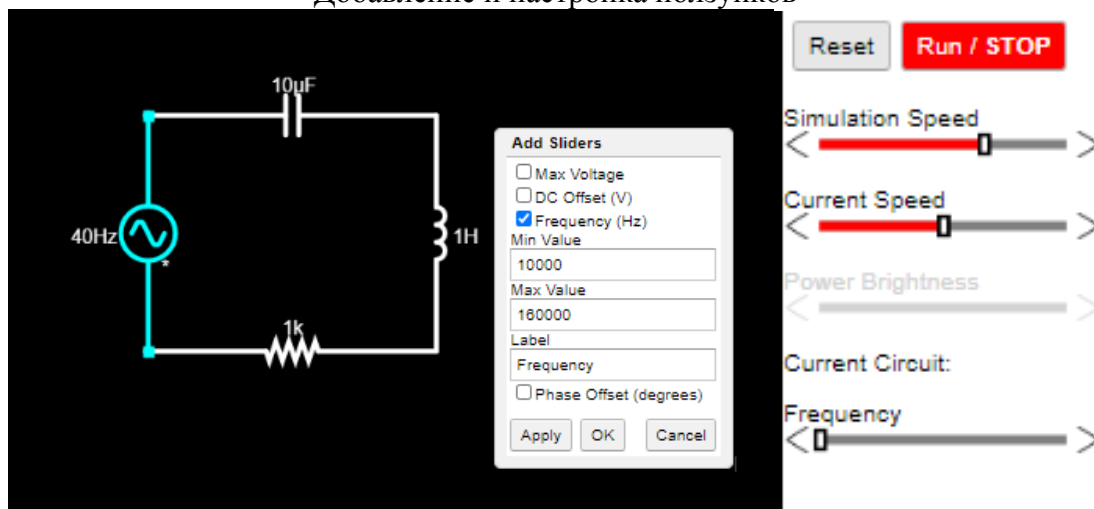
№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Вынужденные электромагнитные колебания в последовательном колебательном контуре 3.11	Virtual		

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).

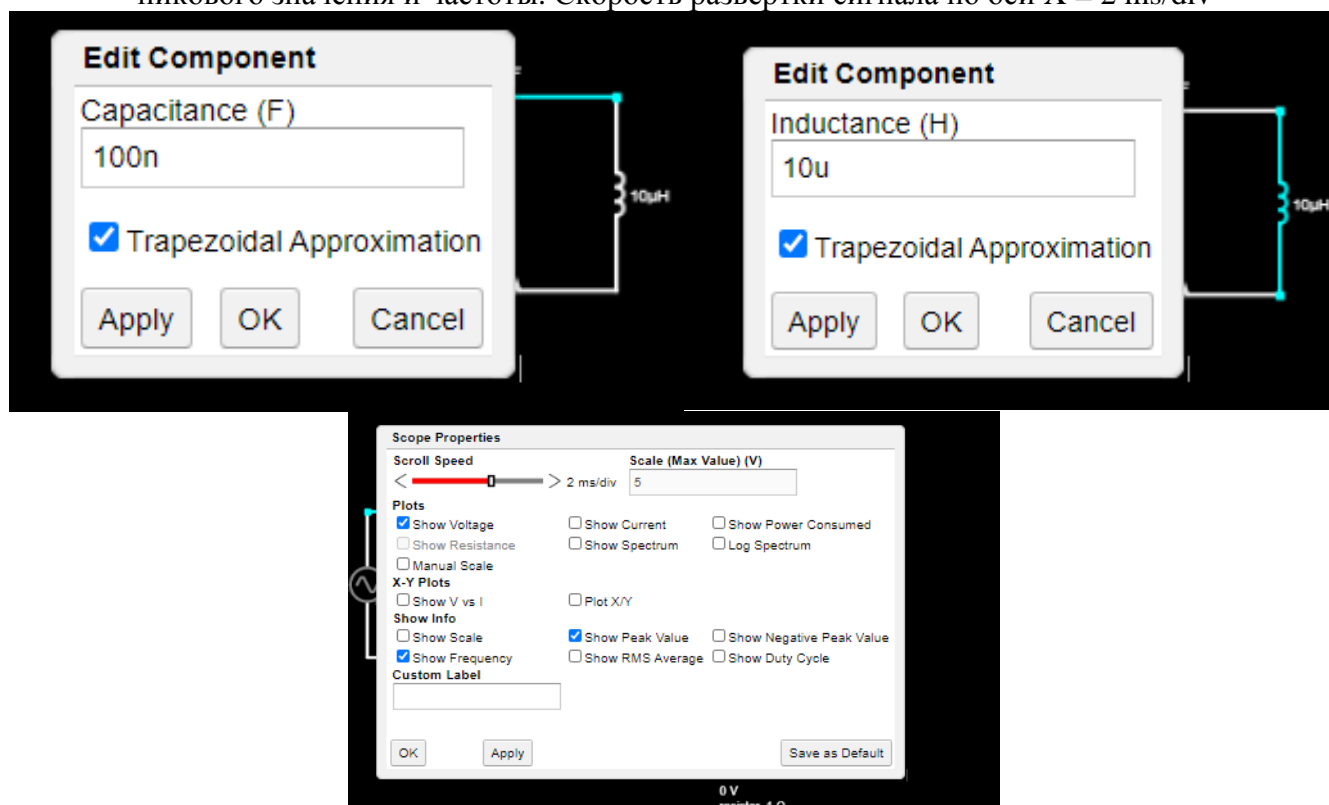
Установление амплитуда ЭДС $E = 5\text{В}$ и форму сигнала Синусоида.



Добавление и настройка ползунков



Установление значения емкости $C = 100\text{n} \div 300\text{n}$ (нФ), индуктивности $L = 10\text{u} \div 20\text{u}$ (мкГн) Показ пикового значения и частоты. Скорость развертки сигнала по оси X = 2 ms/div



8. Определение частоты, при которой амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе достигает максимального значения $U_{c, \text{res}}$, f , $R = 1 \text{ Ом}$

f	$U_{c, \text{res}}$
10000	5.06
11500	5.079
13000	5.101
14500	5.127
16000	5.155
17500	5.187
19000	5.222
20500	5.26
22000	5.302
23500	5.347
25000	5.398
26500	5.45
28000	5.508
29500	5.57
31000	5.637
32500	5.709
34000	5.787
35500	5.87
37000	5.959
38500	6.055
40000	6.158
41500	6.269
43000	6.388
44500	6.517
46000	6.655
47500	6.804
49000	6.964
50500	7.138
52000	7.327
53500	7.531
55000	7.753
56500	7.995
58000	8.26

59500	8.551
61000	8.87
62500	9.222
64000	9.613
65500	10.048
67000	10.534
68500	11.081
70000	11.699
71500	12.404
73000	13.212
74500	14.147
76000	15.237
77500	16.523
79000	18.054
80500	19.897
82000	22.138
83500	24.88
85000	28.231
86500	32.237
88000	36.713
89500	40.896
91000	43.259
92500	42.427
94000	38.757
95500	33.916
97000	29.225
98500	25.2
100000	21.897
101500	19.215
103000	17.031
104500	15.235
106000	13.742
107500	12.487
109000	11.419
110500	10.503

112000	9.693
113500	9.015
115000	8.404
116500	7.863
118000	7.38
119500	6.947
121000	6.557
122500	6.204
124000	5.882
125500	5.589
127000	5.32
128500	5.072
130000	4.844
131500	4.633
133000	4.438
134500	4.256
136000	4.086
137500	3.928
139000	3.78
140500	3.641
142000	3.51
143500	3.388
145000	3.272
146500	3.163
148000	3.059
149500	2.962
151000	2.869
152500	2.781
154000	2.698
155500	2.618
157000	2.542
158500	2.47
160000	2.401
MAX: 91000	43.259

f	Uc, res (R=40m)
10000	5.053
11500	5.071
13000	5.091
14500	5.113
16000	5.138
17500	5.167
19000	5.198
20500	5.231
22000	5.268
23500	5.308
25000	5.351
26500	5.397
28000	5.447
29500	5.5
31000	5.557
32500	5.62
34000	5.683
35500	5.753
37000	5.826
38500	5.905
40000	5.988
41500	6.077
43000	6.171
44500	6.271
46000	6.377
47500	6.49
49000	6.609
50500	6.735
52000	6.869
53500	7.01
55000	7.16
56500	7.318
58000	7.485
59500	7.661
61000	7.846
62500	8.041
64000	8.238
65500	8.458
67000	8.679
68500	8.908
70000	9.144
71500	9.384
73000	9.626
74500	9.867
76000	10.104
77500	10.33

79000	10.541
80500	10.73
82000	10.889
83500	11.013
85000	11.094
86500	11.126
88000	11.105
89500	11.031
91000	10.902
92500	10.722
94000	10.497
95500	10.232
97000	9.936
98500	9.617
100000	9.281
101500	8.937
103000	8.589
104500	8.244
106000	7.905
107500	7.575
109000	7.256
110500	6.949
112000	6.639
113500	6.377
115000	6.112
116500	5.86
118000	5.621
119500	5.396
121000	5.182
122500	4.981
124000	4.79
125500	4.61
127000	4.439
128500	4.278
130000	4.125
131500	3.981
133000	3.843
134500	3.714
136000	3.59
137500	3.473
139000	3.362
140500	3.256
142000	3.155
143500	3.059
145000	2.968
146500	2.88
148000	2.797
149500	2.717
151000	2.641

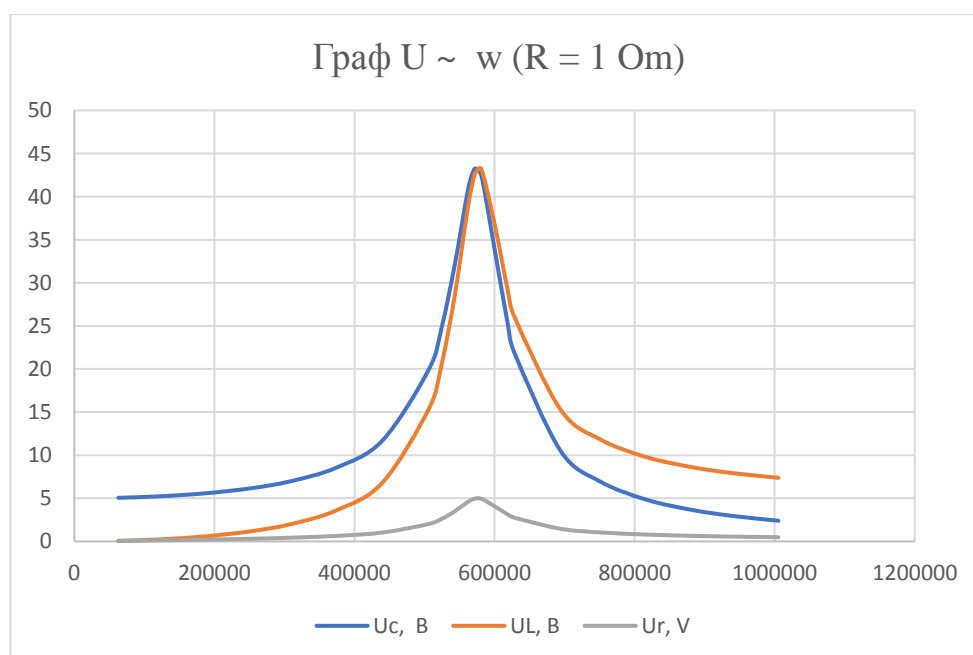
152500	2.568
154000	2.499
155500	2.432
157000	2.368
158500	2.306
160000	2.247
MAX: 86500	11.126

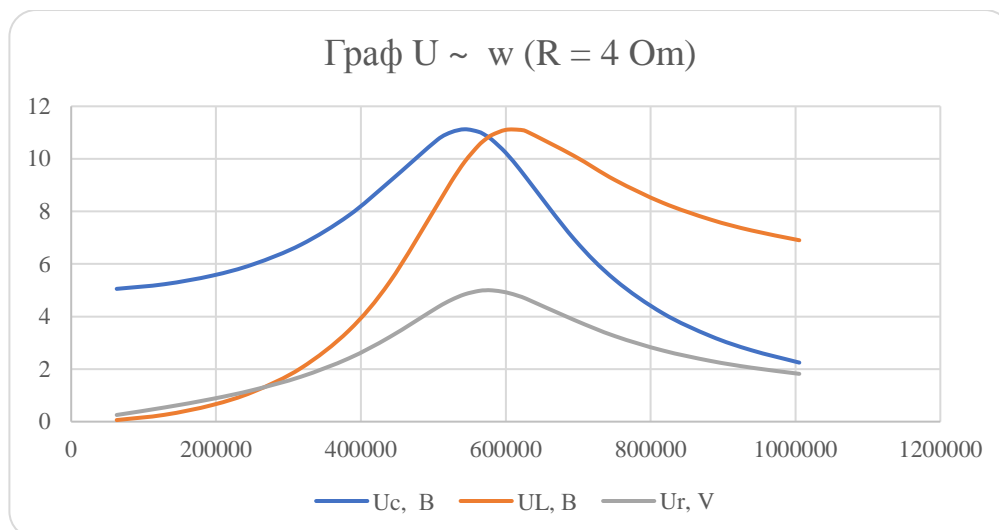
9. Результаты прямых измерений (см. Приложение)

Таблица 1 (R = 1 Ом, R = 4 Ом)

f, Гц	W, рад/с	U _с , В	U _L , В	U _R , В	f, Гц	W, рад/с	U _с , В	U _L , В	U _R , В
10000	62831.85	5.06	0.059926	0.063581	10000	62831.85	5.053	0.059853	0.254018
19000	119380.5	5.222	0.223298	0.124686	20500	128805.3	5.231	0.260429	0.539111
29500	185354	5.57	0.574355	0.206534	31000	194778.7	5.557	0.632813	0.866156
40000	251327.4	6.158	1.168	0.309674	40000	251327.4	5.988	1.136	1.205
49000	307876.1	6.964	1.983	0.429095	50500	317300.9	6.735	2.037	1.711
59500	373849.5	8.551	3.592	0.639905	61000	383274.3	7.846	3.464	2.408
70000	439823	11.698	6.806	1.03	70000	439823	9.143	5.319	3.221
80500	505796.4	19.897	15.322	2.016	80500	505796.4	10.73	8.262	4.349
83500	524646	24.88	20.618	2.615	83500	524646	11.013	9.127	4.631
86500	543495.5	32.237	28.677	3.511	86500	543495.5	11.126	9.897	4.847
89500	562345.1	40.896	38.957	4.609	89500	562345.1	11.031	10.508	4.973
91000	571769.9	43.259	42.607	4.957	91000	571769.9	10.902	10.738	4.997
92500	581194.6	42.427	43.183	4.943	92500	581194.6	10.722	10.913	4.996
95500	600044.2	33.916	36.807	4.08	95500	600044.2	10.232	11.104	4.923
98500	618893.8	25.2	29.101	3.127	98500	618893.8	9.617	11.105	4.773
100000	628318.5	21.896	26.067	2.759	100000	628318.5	9.281	11.049	4.677
110500	694292	10.503	15.284	1.463	110500	694292	6.949	10.113	3.872
119500	750840.6	6.947	11.837	1.047	119500	750840.6	5.396	9.193	3.253
130000	816814.1	4.844	9.781	0.794825	130000	816814.1	4.125	8.329	2.707
140500	882787.5	3.641	8.599	0.646092	140500	882787.5	3.256	7.69	2.311
149500	939336.2	2.962	7.93	0.559597	149500	939336.2	2.717	7.276	2.054
160000	1005310	2.401	7.377	0.485993	160000	1005310	2.247	6.903	1.819
		43.259	43.183	4.957			11.126	11.105	4.997

10. Обработка измерений





11. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

R, Ом	C, Ф	L, Гн	Ω_0 , рад/с	$Q_{\text{расч}}$	$Q_{\text{эксп}}$	β	$Q_{\Delta\Omega}$
1	2.00E-07	1.50E-05	5.77350E+05	8.66025	8.6518	3.33E+04	7.6573

R, Ом	C, Ф	L, Гн	Ω_0 , рад/с	$Q_{\text{расч}}$	$Q_{\text{эксп}}$	β	$Q_{\Delta\Omega}$
4	2.00E-07	1.50E-05	5.77350E+05	2.16506E+00	2.2252	1.33E+05	1.5315

R, Ом	$\Omega_{C,\text{res}}$	$\Omega_{L,\text{res}}$
1	5.75423E+05	5.79284E+05
4	5.45690E+05	6.10847E+05

$$Q_{\text{эксп}}, Q_{\text{расч}}: \frac{U_{C_{\text{res}}}}{\mathcal{E}_0} = \frac{\sqrt{LC}}{RC} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = Q.$$

$$\Omega_0, \text{ рад/с}: \Omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}};$$

$$Q_{\text{гр}}: Q = \frac{\Omega_0}{\Delta\Omega},$$

$$\beta: \beta_{1,2} = \frac{R_{1,2}}{2L}$$

$$\Omega_{R_{\text{res}}} = \Omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 577350.3$$

$$\Omega_{1C_{\text{res}}} = \Omega_0 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2} = 575422.5$$

$$\Omega_{2C_{\text{res}}} = \Omega_0 \sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2} = 545690.2$$

$$\Omega_{1L_{\text{res}}} = \frac{\Omega_0}{\sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2}} = 579284.4$$

$$\Omega_{2L_{\text{res}}} = \frac{\Omega_0}{\sqrt{1 - 2 \left(\frac{\beta}{\Omega_0} \right)^2}} = 610847.2$$

12. Результаты лабораторной работы:

1. Графики зависимостей $U_i = U_i(\Omega)$, где $i = C, L, R$, $\Omega = 2\pi f$.
2. Теоретические расчеты резонансных частот и сравнение их с экспериментальными.
3. Расчеты добротностей контуров Q . Сравнение полученных прямым вычислением и полученных экспериментально добротностей из графика $UC = UC(\Omega)$.
4. Расчеты коэффициента затухания β и оценка применимости формулы (21) для резонансной кривой $UC = UC(\Omega)$

13. Выводы и анализ результатов работы:

В ходе работы были рассчитаны Q , резонансная частота, резонансные частоты для индуктивности, конденсатора и резистора:

1. экспериментальным
2. теоретическим.

Полученные теоретические расчёты были достаточно близки экспериментальному, кроме расчётов добротности по графикам где не были найдены достаточно близкие значения, полученные экспериментально для кривой ширины