

Лабораторная работа на тему:
свободные и вынужденные колебания в электрическом
контуре

Рябов Олег Евгеньевич
Группа Б04-302

23 сентября 2024 г.



Содержание

1	Введение	3
2	Установка	3
3	Цели	4
4	Ход работы	5
4.1	Нулевая емкость	5
4.2	Определение зависимости периода свободных колебаний контура от емкости	5
4.3	Определение зависимости логарифмического декремента затухания от сопротивления	6
4.4	Определение критического сопротивления контура	7
4.5	T_{th} vs T_{pr}	7
4.6	$1/\Theta^2$ от $1/R^2$	8
5	Вывод	8

1 Введение

Цель работы: исследование свободных и вынужденных колебаний в колебательном контуре.

В работе используются: осциллограф АКТАКОМ ADS-6142Н, генератор сигналов специальной формы АКИП-3409/4, магазин сопротивлений МСР-60, магазин емкости Р5025, магазин индуктивности Р567 типа МИСП, соединительная коробка с шунтирующей емкостью, соединительные одножильные и коаксиальные провода.

2 Установка

Схема установки для исследования колебаний приведена на рисунке 1. Колебательный контур состоит из постоянной индуктивности L с активным сопротивлением RL , переменной емкости C и сопротивления R . Картина колебаний напряжения на емкости наблюдается на экране двухканального осциллографа. Для возбуждения затухающих колебаний используется генератор сигналов специальной формы. Сигнал с генератора поступает через конденсатор $C1$ на вход колебательного контура. Данная емкость необходима чтобы выходной импеданс генератора был много меньше импеданса колебательного контура и не влиял на процессы, происходящие в контуре. Установка предназначена для исследования не только возбужденных, но и свободных колебаний в электрической цепи. При изучении свободно затухающих колебаний генератор специальных сигналов на вход колебательного контура подает периодические короткие импульсы, которые заряжают конденсатор C . За время между последовательными импульсами происходит разрядка конденсатора через резистор и катушку индуктивности. Напряжение на конденсаторе UC поступает на вход канала 1(X) электронного осциллографа. Для наблюдения фазовой картины затухающих колебаний на канал 2(Y) подается напряжение с резистора R (пунктирная линия на схеме установки), которое пропорционально току $I(I \propto dUC/dt)$. При изучении возбужденных колебаний на вход колебательного контура подается синусоидальный сигнал. С помощью осциллографа возможно измерить зависимость амплитуды возбужденных колебаний в зависимости от частоты внешнего сигнала, из которого возможно определить добротность колебательного контура. Альтернативным способом расчета добротности контура является определение декремента затухания по картине установления возбужденных колебаний. В этом случае генератор сигналов используется для подачи цугов синусоидальной формы.

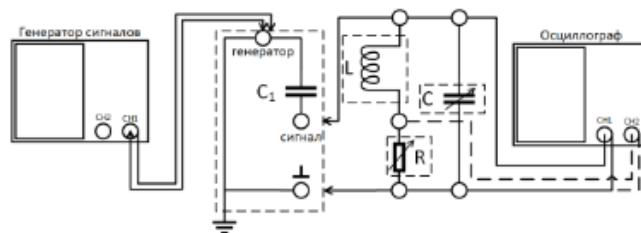


Рис. 1: Схема установки для исследования вынужденных колебаний

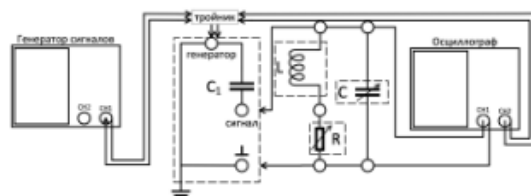


Рис. 2: Схема установки для исследования АЧХ и ФЧХ

3 Цели

В работе предлагается исследовать параллельный колебательный контур несколькими способами.

1. Изучение свободных колебаний в электрическом контуре
 - (а) Определение зависимости периода свободных колебаний контура от емкости
 - (б) Определение зависимости логарифмического декремента затухания от сопротивления
 - (с) Определение критического сопротивления контура
2. Изучение вынужденных колебаний в электрическом контуре
 - (а) Построение резонансных кривых колебательного контура: АЧХ и ФЧХ
 - (б) Изучение процесса установления и затуханий колебаний
 - (с) Определение декремента затухания колебательного контура по нарастанию колебаний и по их затуханию
3. Определение добротности контура различными способами

4 Ход работы

4.1 Нулевая емкость

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$$

t, ms	n	L, mF	T, ms	$C, \mu F$
1.102	17	100	0.0648	0,00106

Таблица 1: нулевая емкость

4.2 Определение зависимости периода свободных колебаний контура от емкости

C, nF	t, ms	n	T, ms
1	1.102000	17	0.064824
2	1.176000	13	0.090462
3	1.206000	11	0.109636
4	1.146000	9	0.127333
5	1.136000	8	0.142000
6	1.088000	7	0.155429
7	1.006000	6	0.167667
8	1.074000	6	0.179000
9	1.134000	6	0.189000
10	1.012000	5	0.202400

Таблица 2: Определение зависимости периода свободных колебаний контура от емкости

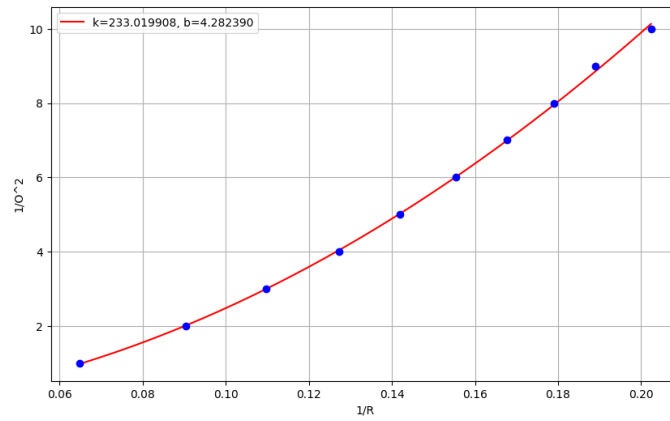


Рис. 3: График зависимости периода от емкости

4.3 Определение зависимости логарифмического декремента затухания от сопротивления

R, Ω	θ
400	0.296000
800	0.693000
1200	1.040000
1600	1.407000
2000	1.727000
1800	1.595000
1500	1.325000
1000	0.874000
600	0.529000
300	0.300000

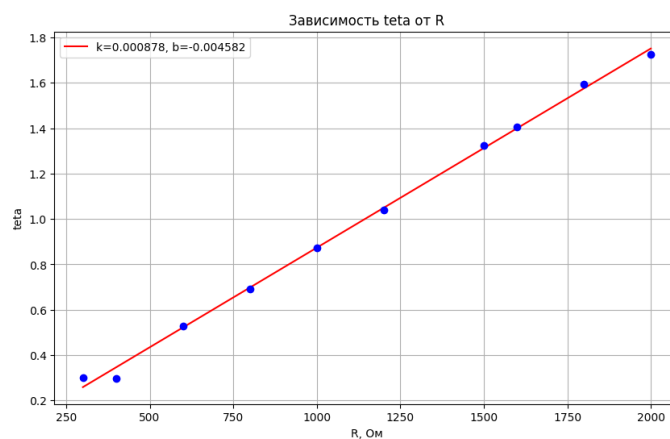


Рис. 4: График зависимости логарифмического декремента от сопротивления

4.4 Определение критического сопротивления контура

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 6.5kHz$$

$$L = 100mH$$

$$R_{kr} = 2\sqrt{\frac{L}{C^*}}$$

$$C^* = \frac{1}{4\pi^2\nu_0^2 L} \approx 0.006\mu F$$

$$R_{kr} = 8100\Omega$$

$$R_{real} \approx 6000\Omega$$

4.5 $T_{th} vs T_{pr}$

c+c0, мкФ	Tтеор, с	Tтеор, мкс	t, мс	n, раз	Tпрат, мс	Tпрат, мкс
0,001	0,0000628	62,8	1,102	17	0,0648235	64,823529
0,002	8,881E-05	88,81261	1,176	13	0,0904615	90,461538
0,003	0,0001088	108,7728	1,206	11	0,1096364	109,63636
0,004	0,0001256	125,6	1,146	9	0,1273333	127,33333
0,005	0,0001404	140,4251	1,136	8	0,142	142
0,006	0,0001538	153,828	1,088	7	0,1554286	155,42857
0,007	0,0001662	166,1532	1,006	6	0,1676667	167,66667
0,008	0,0001776	177,6252	1,074	6	0,179	179
0,009	0,0001884	188,4	1,134	6	0,189	189
0,01	0,0001986	198,591	1,012	5	0,2024	202,4

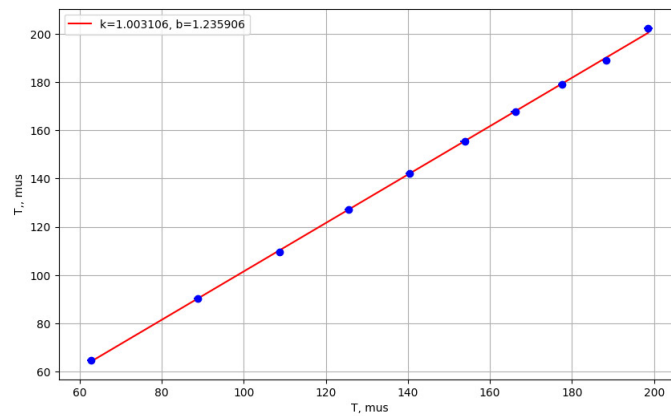


Рис. 5: График пропорциональности теорического и практического T

4.6 $1/\Theta^2$ от $1/R^2$

R, Ом	Rсумм, Ом	Rсумм^2, Ом	1/Rсумм^2, 1 О	О^2	1/О^2	
300	335	112 225	0,000009	0,30	0,09	11,09
408	443	196 249	0,000005	0,30	0,09	11,43
600	635	403 225	0,000002	0,53	0,28	3,57
800	835	697 225	0,000001	0,69	0,48	2,08
1000	1035	1 071 225	0,000001	0,87	0,76	1,31
1200	1235	1 525 225	0,000001	1,04	1,08	0,93
1500	1535	2 356 225	0,000000	1,33	1,76	0,57

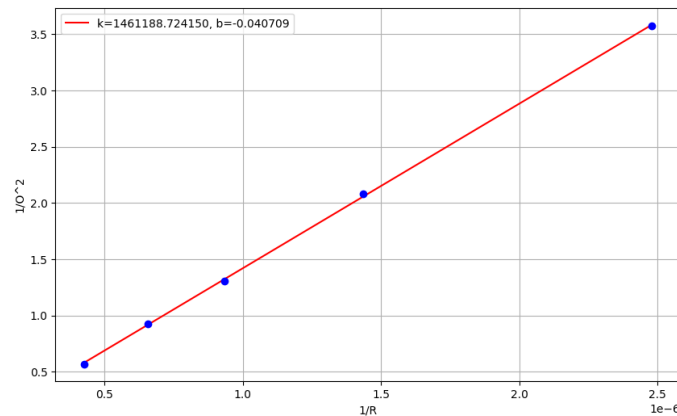


Рис. 6: $1/\Theta^2$ от $1/R^2$

P.S. две последние точки были выброшены из графика тк являлись выбросами(плохо влияли на определение угла наклона)

Расчет R_{kr} :

$$R_{kr} = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta Y}{\Delta X}} \approx 7600\Omega$$

5 Вывод

Из проведенный опытов можно сделать выводы:

- зависимость периода свободных колебаний от емкости отлично аппроксимируются корнем что сходится с теорией и формулой ...
- зависимость логарифмического декремента от сопротивления отлично аппроксимируется прямой, при том с положительным углом наклона ...
- критическое сопротивление рассчитанное по формуле ... совпадает по порядку величины с тем что наблюдается на деле (определялось при помощи детектирования перехода в апериодический режим при помощи осциллографа)
- по фазовой картине можно оценить логарифмический декремент/добротность чем меньше витков, тем меньше добротность и больше декремент.