

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

Рябов Олег Евгеньевич
Группа Б04-302

10 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.

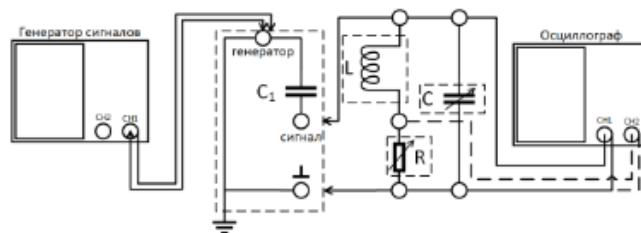


Рис. 1: Схема установки для исследования вынужденных колебаний

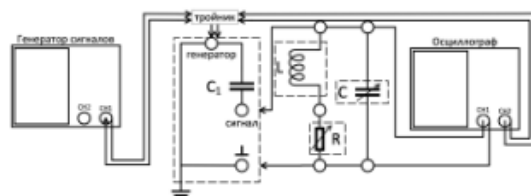


Рис. 2: Схема установки для исследования АЧХ и ФЧХ

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

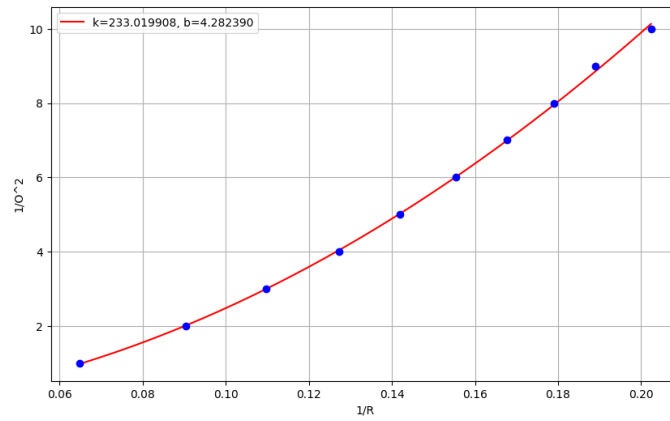


Рис. 3: График зависимости периода от емкости

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 |

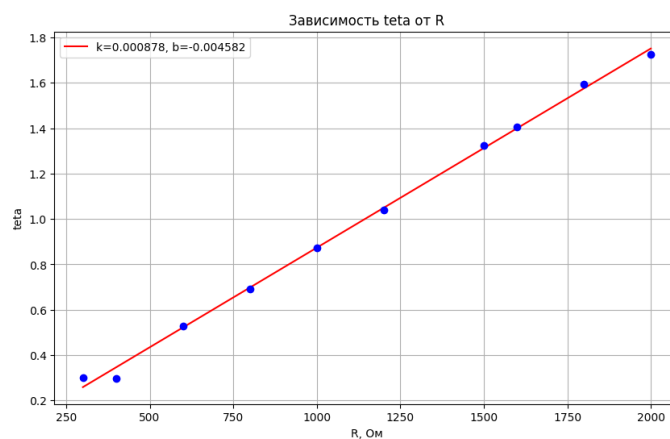


Рис. 4: График зависимости логарифмического декремента от сопротивления

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 |

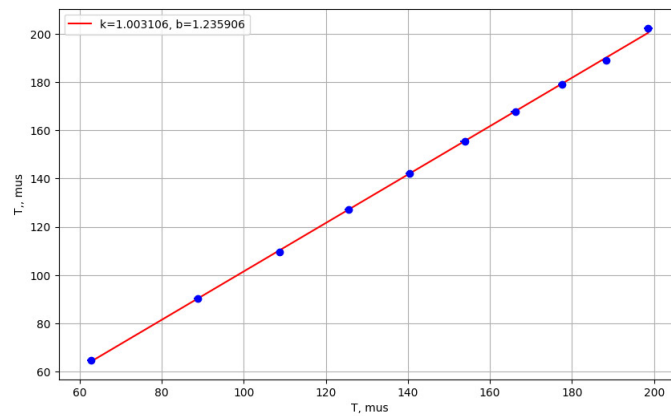


Рис. 5: График пропорциональности теорического и практического T

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 |

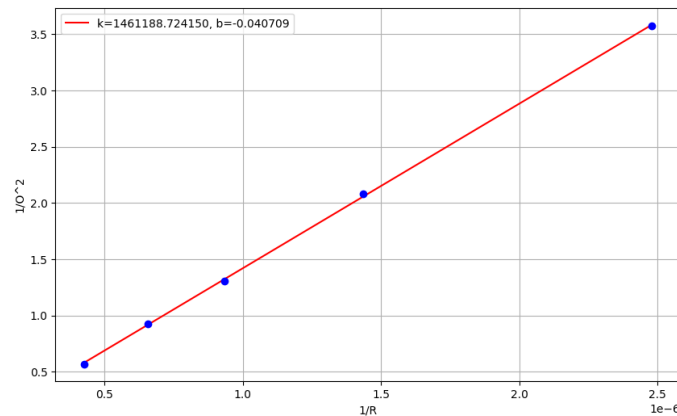


Рис. 6: $1/\Theta^2$ от $1/R^2$

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 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 аperiodический режим при помощи осциллографа)
- по фазовой картине можно оценить логарифмический декремент/добротность чем меньше витков, тем меньше добротность и больше декремент.