



Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе №4

Свиридов Фёдор, Александр Слободнюк, Владимир Попов

«Свободные затухающие колебания в параллельном
LC-контуре»

Исходные данные.

$$U(t) = U_m e^{-\beta t} \sin(\omega t + \alpha) \quad (1)$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (2)$$

$$\beta = \frac{R}{2L} \quad (3)$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \quad (4)$$

$$\lambda = \frac{U(t)}{U(t+T)} = \beta T \quad (5)$$

$$Q \approx \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (6)$$

Результаты прямых измерений.

Контур №1
L = 5,7 мГн
C = 97,9 нФ
R = 16,65 Ом
time/div = 0,1 мс
volts/div = 0,1 В

t, div	U, div
0.6	3.1
1.2	-2.9
2.2	2.3
2.8	-2.2
3.8	1.8
4.3	-1.7
5.3	1.4
5.8	-1.4

Контур №2
L = 5,7 мГн
C = 97,9 нФ
R = 5,3 Ом
time/div = 0,1 мс
volts/div = 0,1 В

t, div	U, div
0.5	3.2
1.0	-3.0
2.1	2.6
2.6	-2.6
3.6	2.2
4.2	-2.2
5.2	2.0
5.8	-2.0
6.8	1.8
7.4	-1.6
8.4	1.6

Контур №3
L = 5,7 мГн
C = 1 мкФ
R = 5,3 Ом
time/div = 0,5 мс
volts/div = 0,1 В

t, div	U, div
0.4	3.8
0.6	-3.4
1.4	3.0
1.6	-2.8
2.4	2.5
2.6	-2.3
3.4	2.0
3.6	-2.0
4.4	1.7
4.6	-1.6
5.3	1.4
5.6	-1.3
6.3	1.2
6.7	-1.1
7.4	1.0
7.7	-0.9
8.4	0.9
8.8	-0.7

Контур №4
L = 5,7 мГн
C = 1 мкФ
R = 16,65 Ом
time/div = 0,5 мс
volts/div = 0,1 В

t, div	U, div
0.4	4.0
0.6	-3.0
1.4	2.2
1.6	-1.6
2.3	1.2
2.7	-0.9
3.2	0.6
3.7	-0.5
4.3	0.4
4.7	-0.3
5.2	0.2
5.8	-0.2

Обработка результатов и расчёт косвенных величин.

- Период колебаний T

Для 1-го и 2-го контура по формуле (2) $T_{12} = 0,158$ мс. Из опыта $T_{12} = 0,155$ мс

Для 3-го и 4-го контура по формуле (2) $T_{34} = 0,474$ мс. Из опыта $T_{34} = 0,506$ мс

- Коэффициент затухания β

$$\beta_1 = 1461 \text{ с}^{-1}$$

$$\beta_2 = 465 \text{ с}^{-1}$$

$$\beta_3 = 465 \text{ с}^{-1}$$

$$\beta_4 = 1461 \text{ с}^{-1}$$

- Логарифмический декремент λ

$$\lambda_1 = 0,226$$

$$\lambda_2 = 0,074$$

$$\lambda_3 = 0,235$$

$$\lambda_4 = 0,730$$

- Время затухания $\tau = \frac{1}{\beta}$

$$\tau_1 = 0,684 \text{ мс}$$

$$\tau_2 = 2,150 \text{ мс}$$

$$\tau_3 = 2,150 \text{ мс}$$

$$\tau_4 = 0,684 \text{ мс}$$

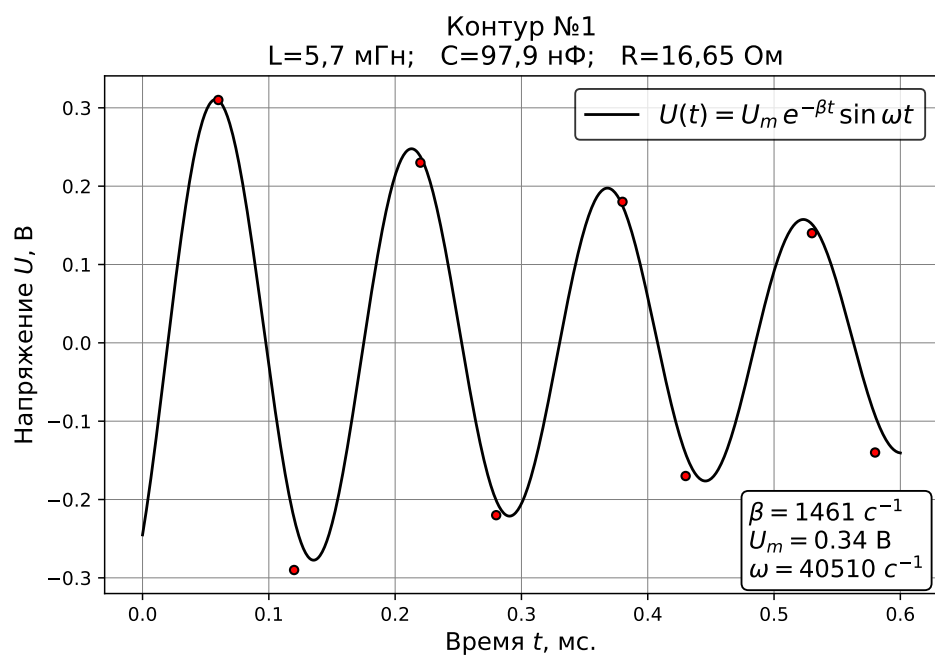
- Добротность Q

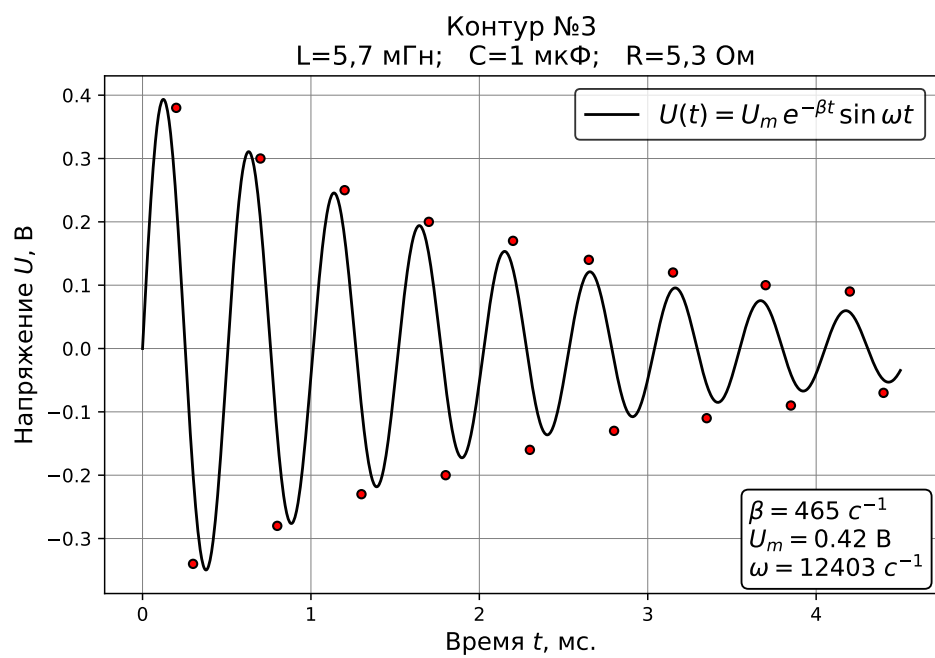
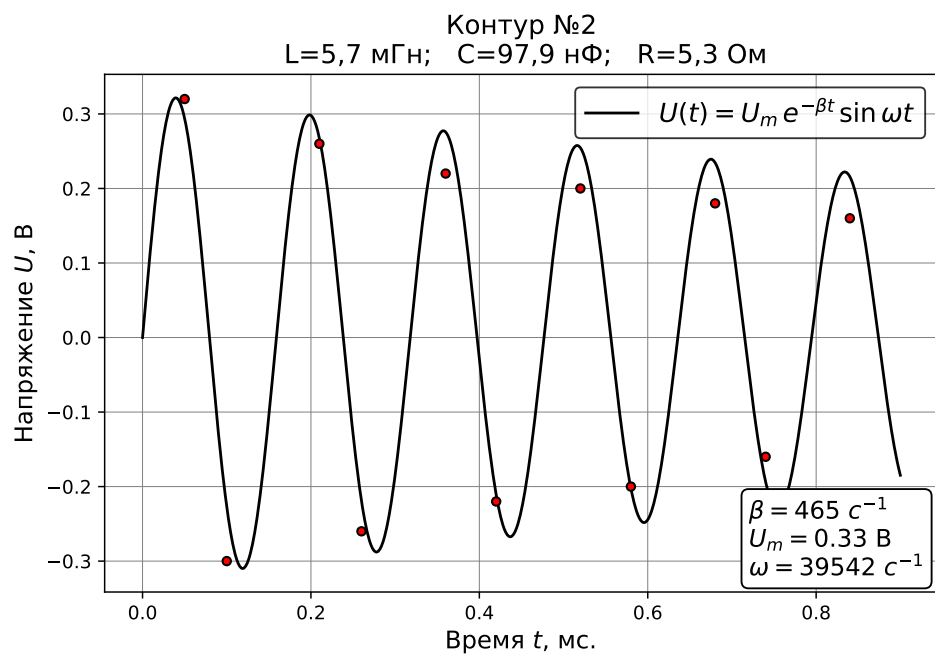
$$Q_1 = 14,49$$

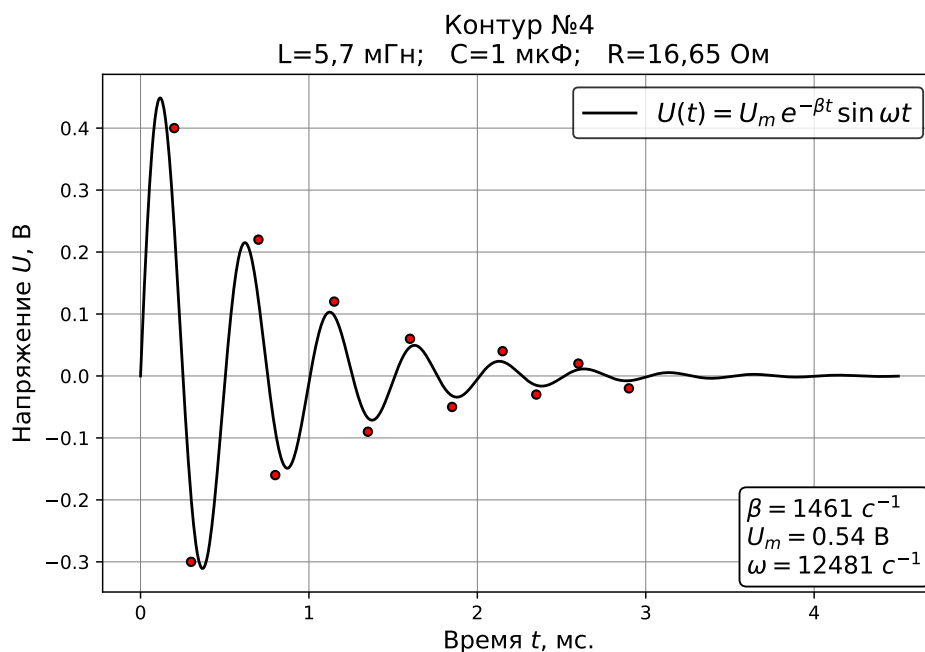
$$Q_2 = 45,53$$

$$Q_3 = 14,24$$

$$Q_4 = 4,53$$







Выводы.

Мы провели измерения свободных затухающих колебаний напряжения в LC-контурах с разными параметрами. На основе полученных данных были найдены следующие величины: период колебаний T , коэффициент затухания β , логарифмический декремент λ , время затухания τ , добротность Q .

В опыте было обнаружено необычное поведение затухающих колебаний: их полупериоды (время, за которое заряды на обкладках конденсатора меняют знак) не равны, что противоречит уравнению колебаний $U(t) = U_m e^{-\beta t} \sin(\omega t + \alpha)$, так как данная функция обладает симметрией. Приведём значения полупериодов всех 4-ёх контуров (особенно хорошо различия видны в 3-ем контуре):

$hT_1, \text{ div}$	0.6	1	0.6	1	0.5	1	0.5								
$hT_2, \text{ div}$	0.5	1.1	0.5	1.0	0.6	1	0.6	1	0.6	1					
$hT_3, \text{ div}$	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	0.7	0.3	0.7	0.4	0.7	0.3
$hT_4, \text{ div}$	0.2	0.8	0.2	0.7	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6				

Таким образом, перетекание заряда в одном направлении происходит быстрее чем в другом. Объяснения данному явлению мы не знаем, но можно предположить, что, так как период однозначно определяют L и C , то в осцилляторе либо индуктивность, либо ёмкость конденсатора зависит от направления тока.

