



Основы электротехники

Отчёт по лабораторной работе №2 Исследование переходных процессов в электрических цепях

Группа Р3334
Вариант 85

Выполнил: Баянов Равиль Динарович

Дата сдачи отчёта: 05.10.2024

Дата защиты: 07.10.2024

Контрольный срок сдачи: 09.10.2024

Количество баллов:

СПб – 2024

Оглавление

Цель работы.....	3
Часть 1.....	4
Схема исследуемой цепи.....	4
Расчётные формулы и расчёты. Графики переходных процессов.....	5
Заполненные таблицы 4.2 и 4.3.....	6
Выводы по работе.....	7
Часть 2.....	8
Схема исследуемой цепи.....	8
Расчётные формулы и расчёты. Графики переходных процессов.....	9
Заполненные таблицы 4.4 и 4.5.....	10
Выводы по работе.....	11

Цель работы

Исследование переходных процессов в электрических цепях первого и второго порядков с источником постоянного и переменного напряжения. К выполнению работы следует приступать после изучения раздела «Переходные процессы».

План работы

Часть 1

Исследование переходных процессов в цепях первого порядка с источником постоянного напряжения.

1. Исследование переходного процесса в RC-цепи.
2. Исследование переходного процесса в RL-цепи.

Часть 2

Исследование переходных процессов в цепи второго порядка с источником постоянного напряжения.

1. Исследование апериодического переходного процесса.
2. Исследование колебательного переходного процесса.

Часть 1

Схема исследуемой цепи

Схема переходного процесса RC-цепи:

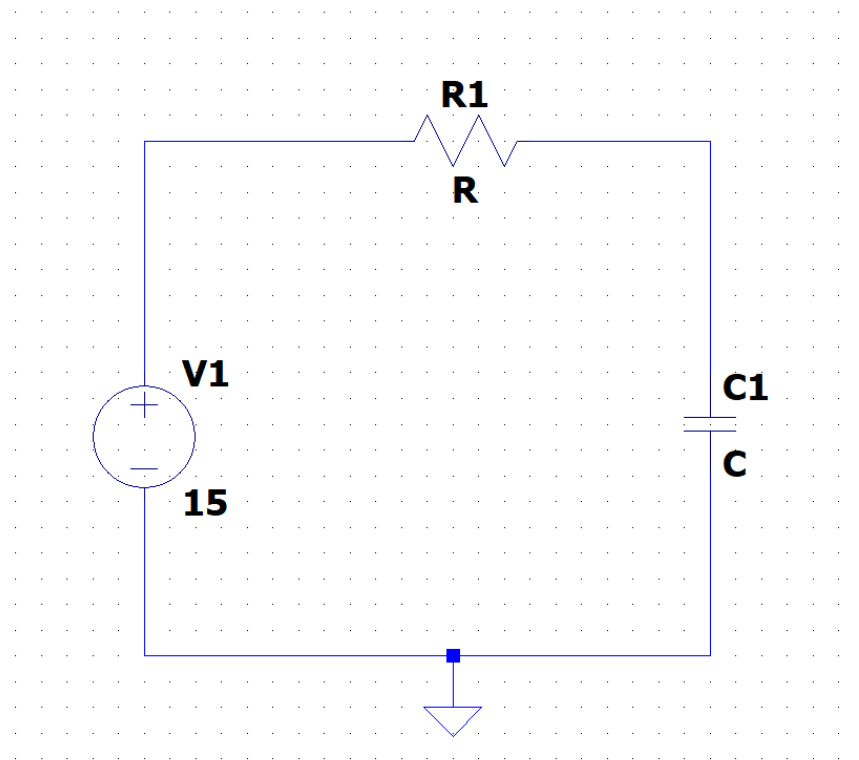
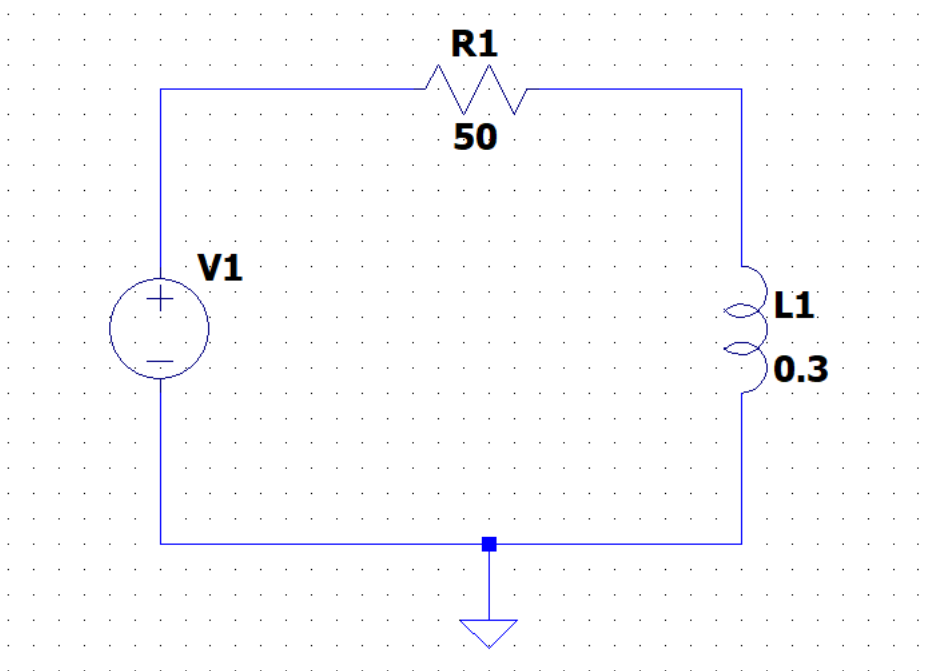
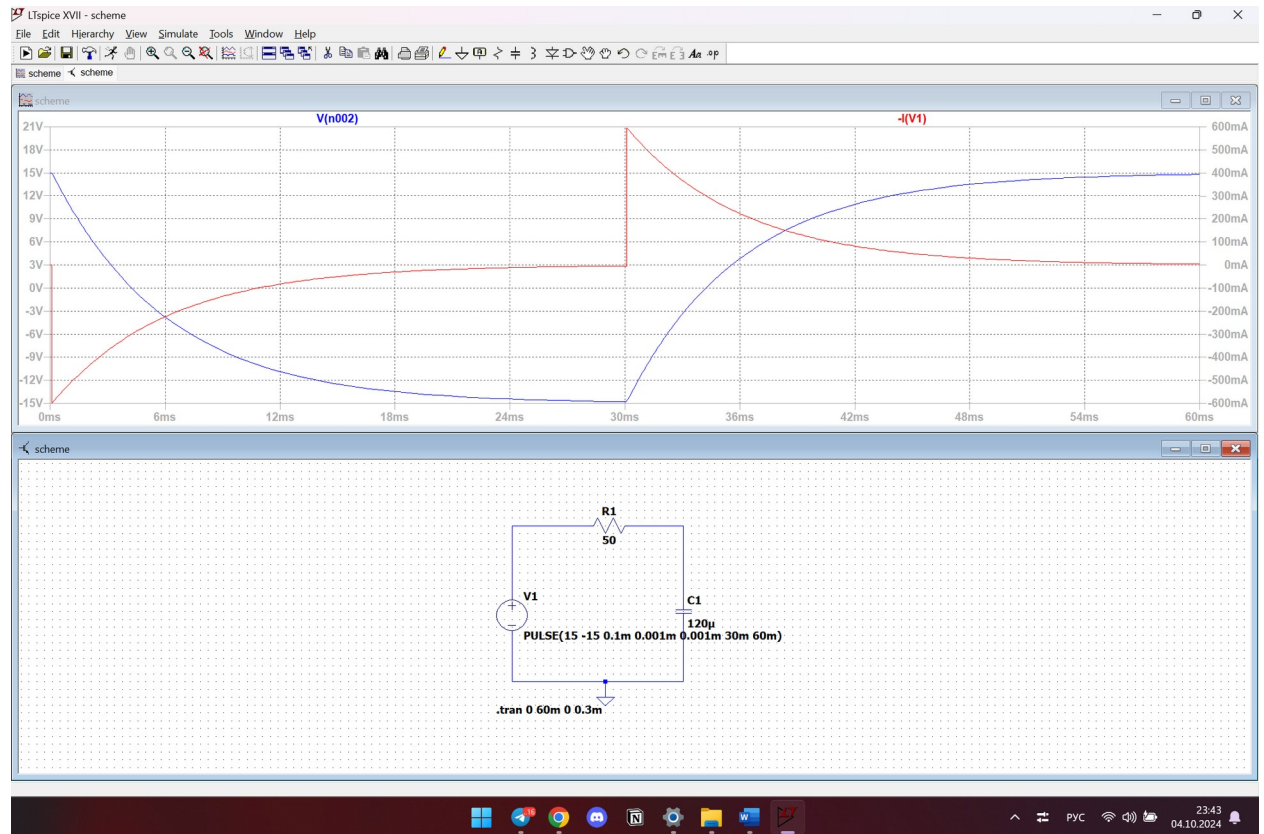


Схема переходного процесса RL-цепи:



Расчётные формулы и расчёты. Графики переходных процессов

График переходного процесса в RC-цепи:



Экспериментально заметим, что постоянная времени равна $\tau = 6023$ [мкс]

Теперь рассчитаем постоянную времени с помощью формулы:

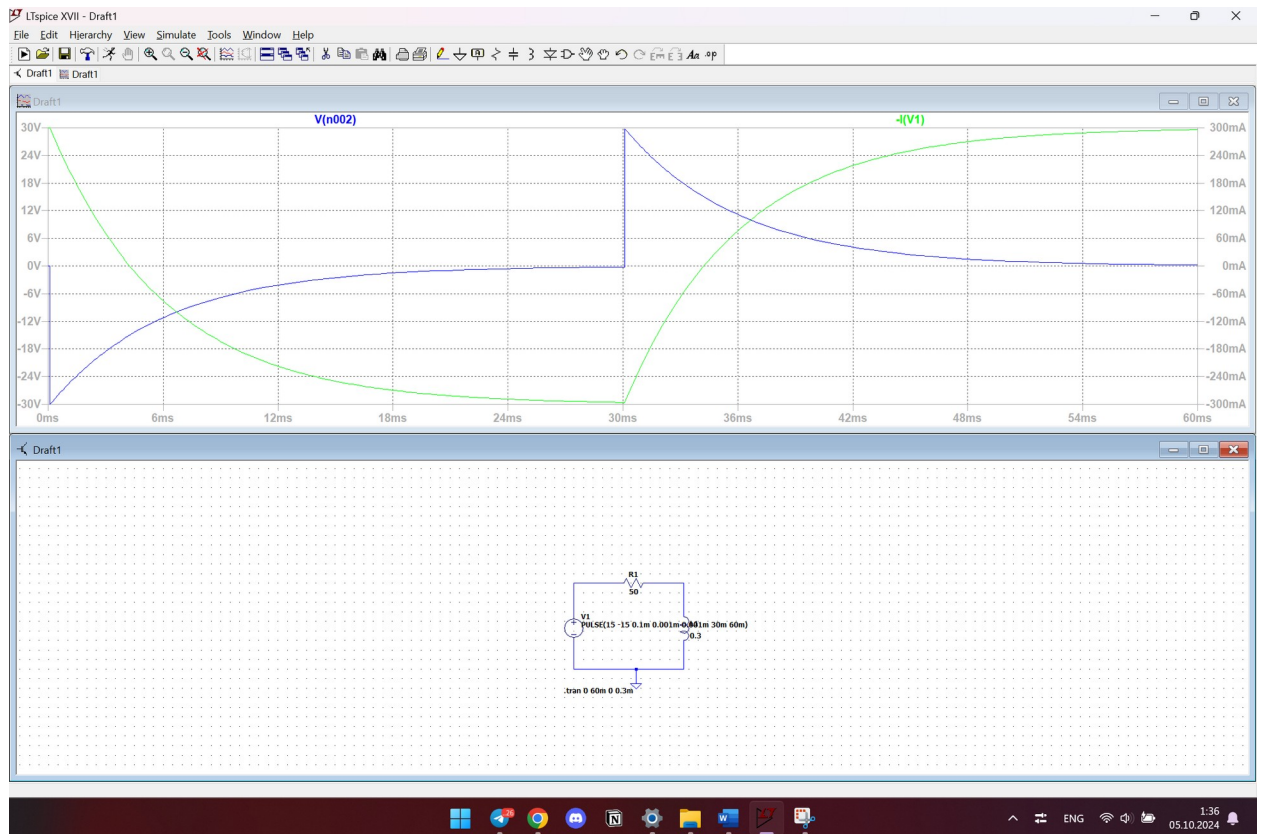
$\tau = 1.44 t_{0.5} = 6083$ [мкс], где $t_{0.5} = 4224$ [мкс] – время, когда ток или напряжение на любом элементе цепи становятся равными половине своего амплитудного значения.

$$\tau = RC = 6000$$
 [мкс]

Ii

Остальные значения не требуют вычислений и представлены в таблице

График переходного процесса в RL-цепи:



Экспериментально заметим, что постоянная времени равна $\tau = 6047$ [мкс]

Так как $R_k = 0$, то $\tau = \frac{L}{R} = \frac{0.3}{50} = 0.006$ [с] = 6000 [мкс]

$I(\infty)$

$U_L(\infty)$

$I(\infty) = E(\infty)$

$U_L(\infty) = I(\infty) R_k = 0$

Заполненные таблицы 4.2 и 4.3

R, [Ом]	C, [мкФ]	Тип данных	I (0+), [мА]	I (∞), [мА]	U _c (0+), [В]	U _c (∞), [В]	τ , [мкс]
20	120	эксп.	600	0	-15	15	6023
		расч.	600	0	-15	15	6000

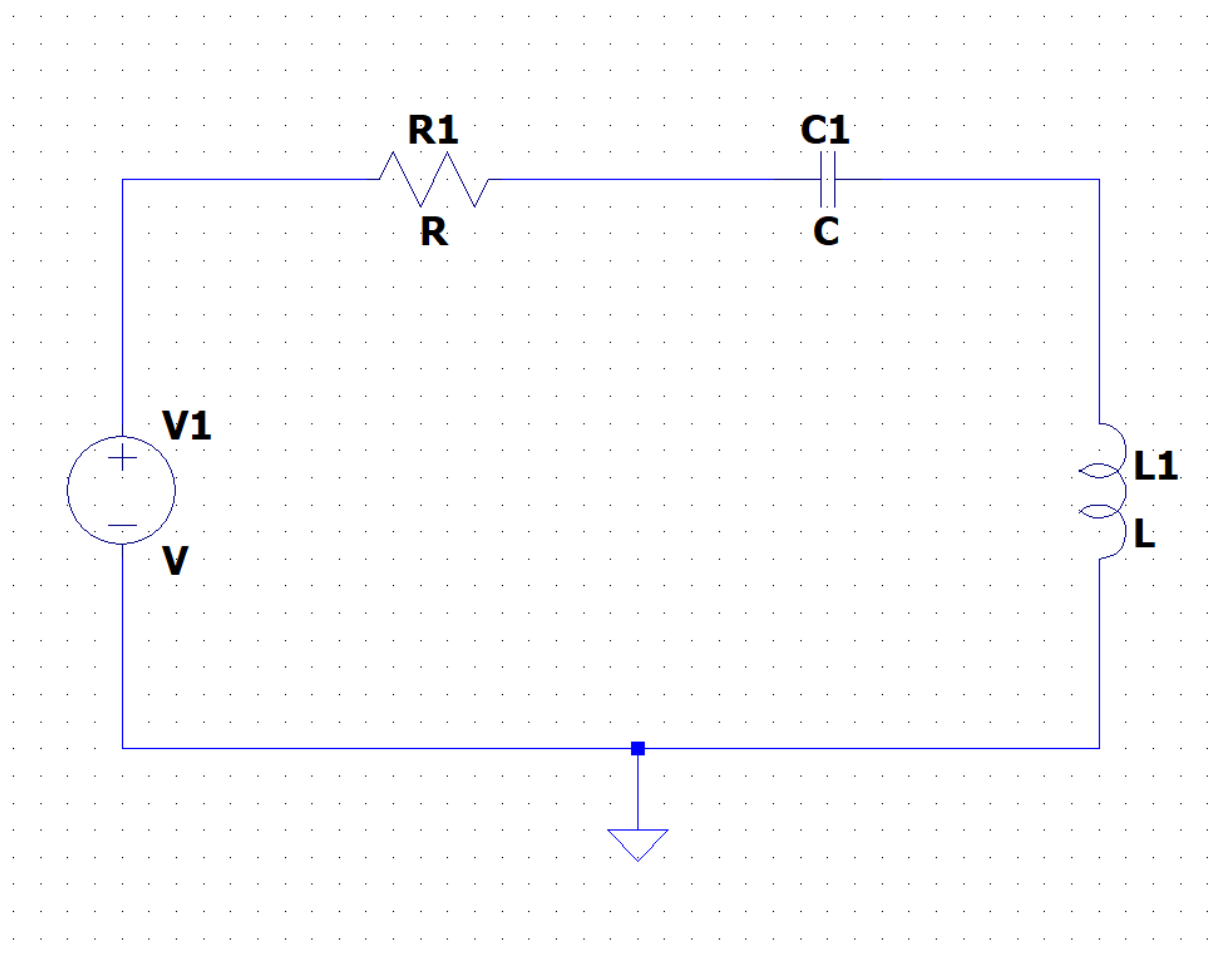
R, [Ом]	L, [мГн]	R _к , [Ом]	Тип данных	I (0+), [мА]	I (∞), [мА]	U _L (0+), [В]	U _L (∞), [В]	τ , [мкс]
50	300	0	эксп.	-300	300	30	0	6047
50	300	0	расч.	-300	300	30	0	6000

Выводы по работе

Выполнив данную часть данной лабораторной работы, мы можем сделать выводы, касающиеся законов коммутации и принципов переходных процессов в RC и RL цепях. Здесь мы видим, что в цепях с конденсатором напряжение на конденсаторе не может изменяться скачкообразно, оно меняется плавно, согласно формуле. Точно также и с переходными процессами в цепях с катушкой индуктивности (ток не может меняться скачкообразно в катушке). Переходный процесс идёт бесконечно, но мы всё же по общепринятым правилам определили время, за которое происходит данный процесс (выбираем время равное 3τ , при котором значение отличается от устоявшегося значения на 5%). Также рассчитали значения тока и напряжения в цепи, в устоявшемся режиме и в момент сразу после коммутации. Все эти выводы мы делаем в силу того, что энергия не может преобразовываться мгновенно.

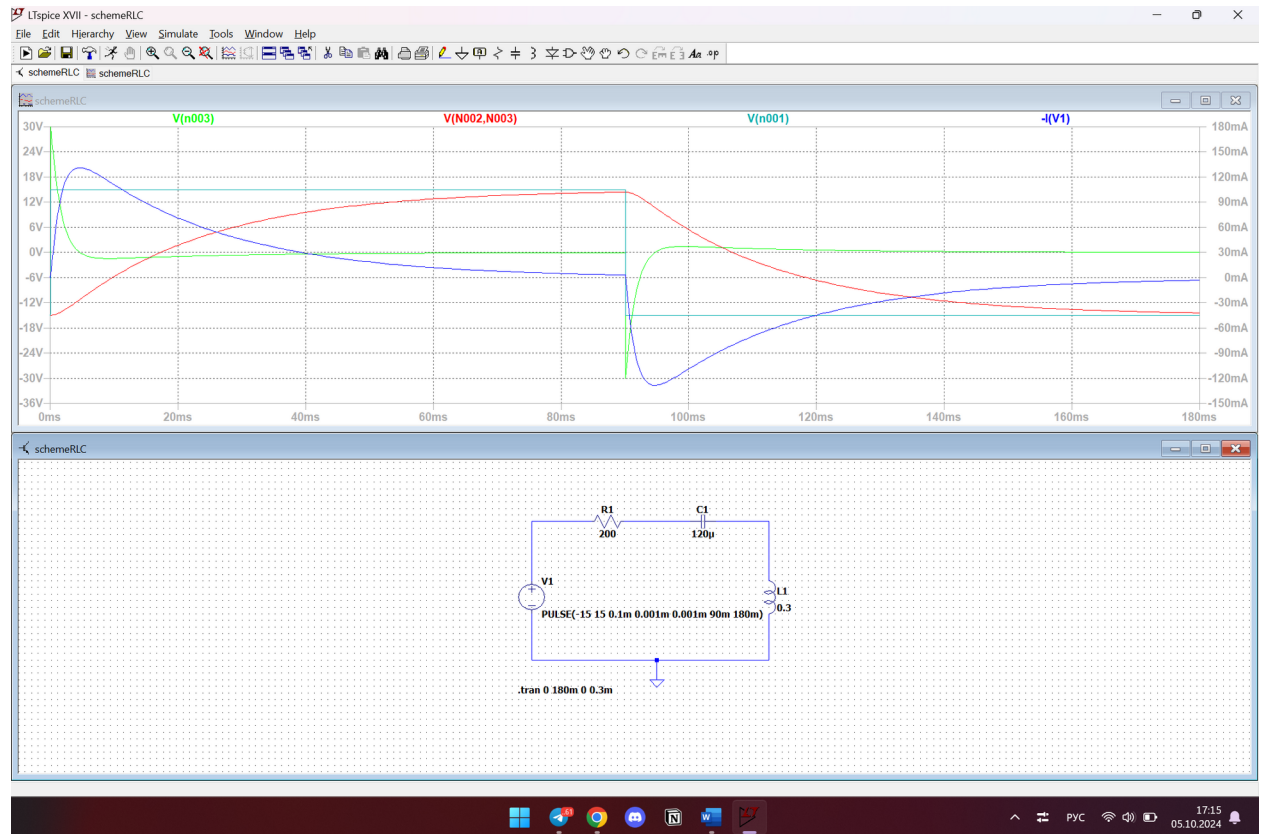
Часть 2

Схема исследуемой цепи



Расчётные формулы и расчёты. Графики переходных процессов

График апериодического процесса в RLC-цепи:



Рассчитаем сопротивление резистора:

$R = 4p = 4\sqrt{\frac{L}{C}} = 4\sqrt{\frac{0.3}{120 \cdot 10^{-6}}} = 200 [\text{Ом}]$, где p – характеристическое сопротивление резистора.

Мы видим, что $R > 2p \rightarrow$ получаем апериодический процесс.

Промоделировав нашу цепь, получаем такие значения в момент коммутации:

$$U_C \dot{I}$$

По графику $t_p = 72.032 [\text{мс}] = 72032 [\text{мкс}]$

Теперь при помощи формул рассчитаем все эти же значения:

$$\delta = \frac{R}{2L} = \frac{200}{0.6} = 333.333 - \text{коэффициент затухания процесса.}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \sqrt{\frac{1}{0.3 \cdot 120 \cdot (10^{-6})}} = 166.667 [\text{Гц}] - \text{резонансная частота}$$

$$s_1 = -\delta + \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2} = -333.333 + \sqrt{333.333^2 - 166.667^2} = -44.658$$

$$s_2 = -\delta - \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2} = -333.333 - \sqrt{333.333^2 - 166.667^2} = -622.008$$

$i \dot{0} [A]$

$$E_E = \dot{i}$$

$$U_L \dot{i}$$

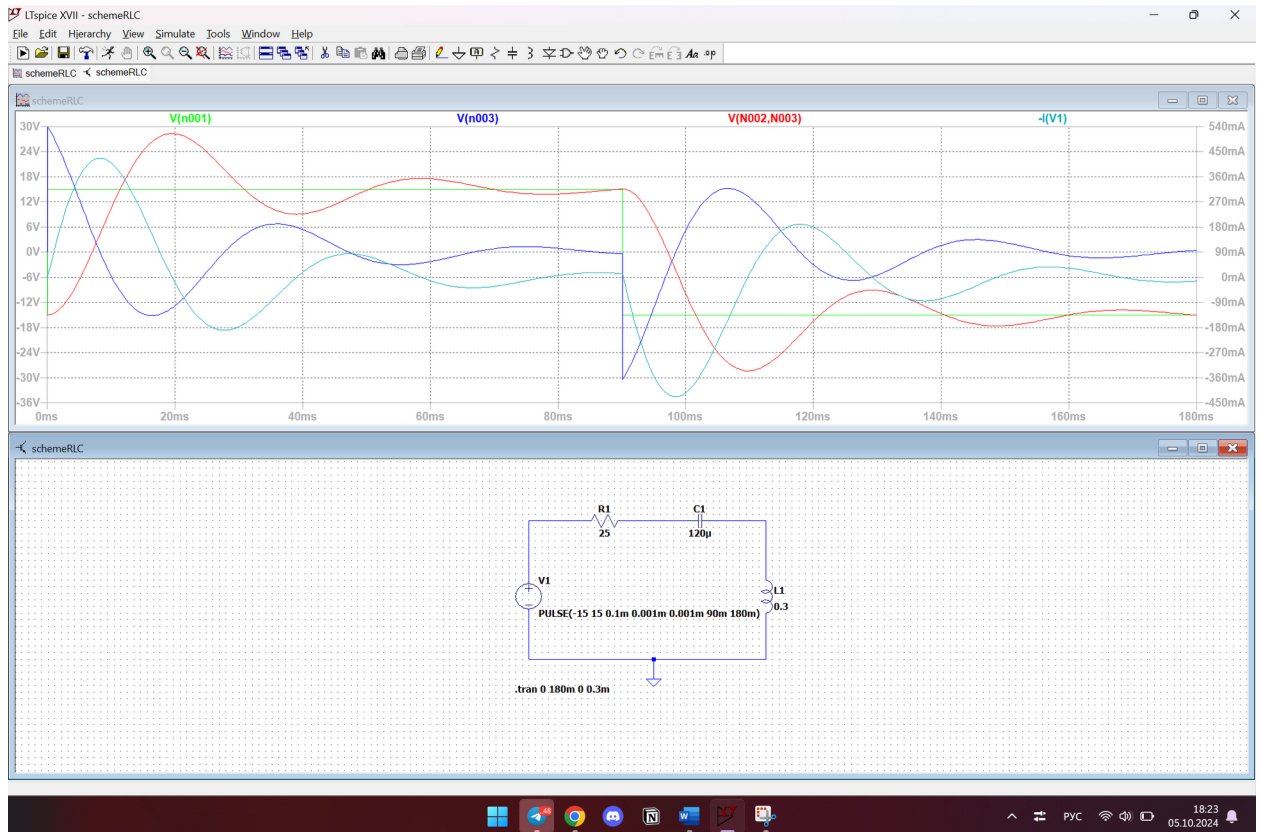
$$U_C \dot{i}$$

Занесём данные в таблицу 4.4

Теперь рассмотрим колебательный процесс:

$$R = \frac{p}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} = 25 [O \text{ M}]$$

$R < 2p \rightarrow$ Колебательный процесс.



Экспериментально определим время переходного процесса:

$$I_{m1} = 426.576 [mA], I_{m2} = 189.605 [mA], T = 39.035 [\mu s]$$

Экспериментальные значения: $\delta \dot{i} = \frac{2 \ln \left(\frac{I_{m1}}{I_{m2}} \right)}{T} = 41.544, \omega_c \dot{i} = \frac{2\pi}{T} = 160.963$

Расчётные значения: $\delta = \frac{R}{2L} = 41.667, \omega_c = \sqrt{\frac{1}{LC}} - \delta^2 = \dot{i} 161.374$

Заполненные таблицы 4.4 и 4.5

Параметры элементов цепи			$U_C(0+)$		$U_L(0+)$		$I(0+)$		t_p	
R [Ом]	L [мГн]	C [мкФ]	расч [В]	эксп [В]	расч [В]	эксп [В]	расч [А]	эксп [А]	расч [мкс]	эксп [мкс]
200	300	120	15	14.42	0	0	0	3.105	67177	72032

Параметры элементов цепи			δ		ω	
R [Ом]	L [мГн]	C [мкФ]	расч [с ⁻¹]	эксп [с ⁻¹]	расч [с ⁻¹]	эксп [с ⁻¹]
25	300	120	41.667	41.544	161.374	160.963

Выводы по работе

Выполнив данную часть лабораторной работы, мы можем заметить, что при сопротивлении на нагрузке в RLC-цепях больше, чем значение 2ρ , то мы получаем апериодические процессы, если же меньше, то получаем колебательные процессы. С помощью графиков мы видим, что процессы могут быть апериодическими, то бишь не иметь периода, или же колебательными. Мы также определили время совершения переходного процесса. И сравнили экспериментальные и расчётные значения частоты колебаний и коэффициента затухания.