

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)»
ФИЛИАЛ «ВЗЛЕТ»

Специальность «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Учебная дисциплина – Основы теории цепей

Кафедра А21

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

«ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ
В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ»

Выполнил Богатырев А.В.

Проверил Нестеров С.В

Ахтубинск, 2018

Краткая теория.

Переходным называют электромагнитный процесс, возникающий в электрической цепи при переходе от одного установившегося режима к другому. Этот переход может происходить вследствие преднамеренного или случайного отключения цепи, а также подключения ее под напряжение, вследствие обрыва или короткого замыкания в цепи.

Задача анализа переходного процесса заключается в том, чтобы установить по какому закону и как долго будет происходить переход от одного режима к другому.

1. Переходные процессы в цепи первого порядка.

Электрической цепью первого порядка называется цепь, которая включает в себя только один накопитель энергии (индуктивность или ёмкость) или сколько угодно накопителей одного характера, но которые могут быть заменены одним эквивалентным.

RL-цепь:

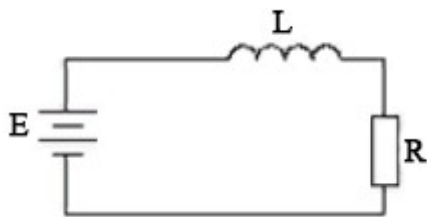


Рис. 1.0. Экспериментальная схема цепи RL

Данные для проведения эксперимента:

L, мГн	r, Ом	R, Ом
20	58	600

Расчёт частоты для проведения экспериментов:

Используется таблица для нахождения частоты повторения:

Таблица 1

$\Delta t, \text{мс}$ (мкс)	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50
$T_{\text{повт}}, \text{мс}$ (мкс)	0,16	0,4	0,8	1,6	4	8	16	40	80	160	400

$$\tau = \frac{L}{R + r} = 30,3 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

$$T_{\text{предпол}} = 10\tau = 303 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

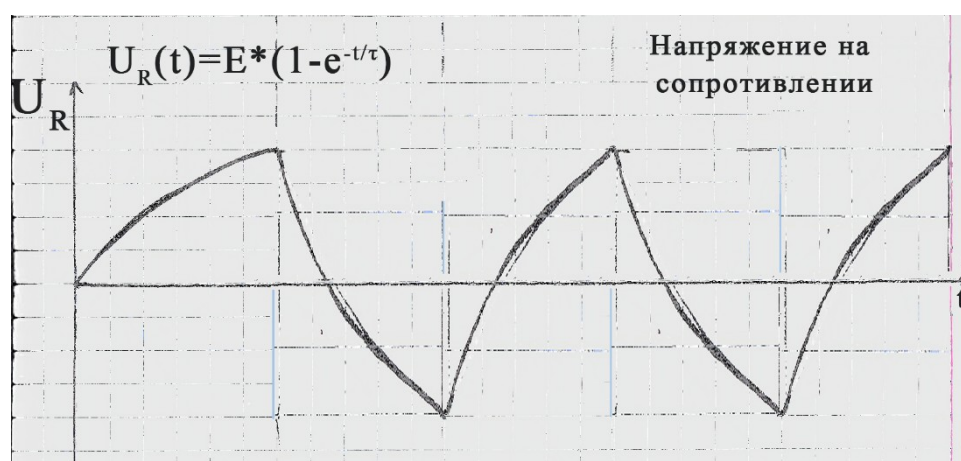
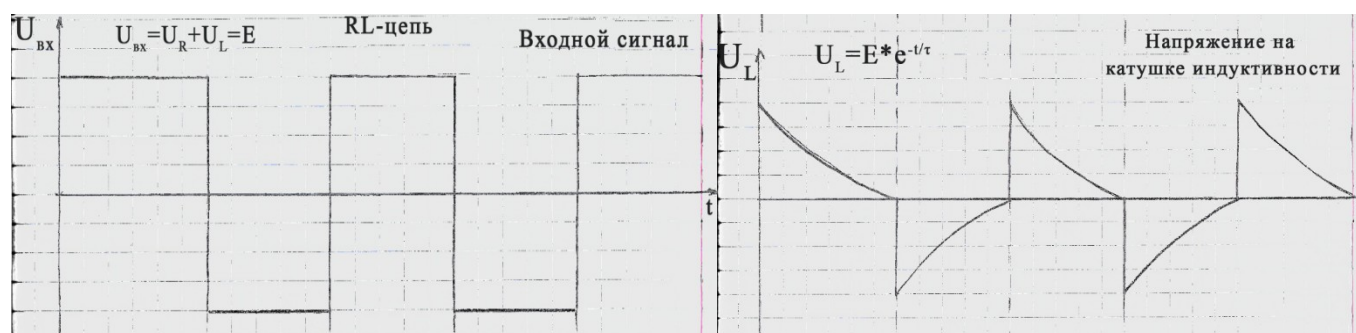
$$T_{\text{повт}} = 8\Delta t \text{ , из таблицы} \Rightarrow \Delta t = 50 \cdot 10^{-6}$$

$$T_{\text{повт}} = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

$$f_{\text{повт}} = 2500 \text{ Гц}$$

Расчёт выполнен.

Графики переходных процессов для индуктивности, сопротивления и входного сигнала сети в цепи RL:



RC-цепь:

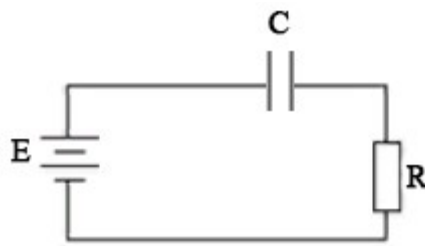


Рис. 1.1. Экспериментальная схема цепи RC

Данные для проведения эксперимента:

C, мкФ **R, Ом**

0,25 **550**

Расчёт частоты для проведения экспериментов:

(Для нахождения частоты повторения используется Таблица 1.)

$$\tau = RC = 137,5 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

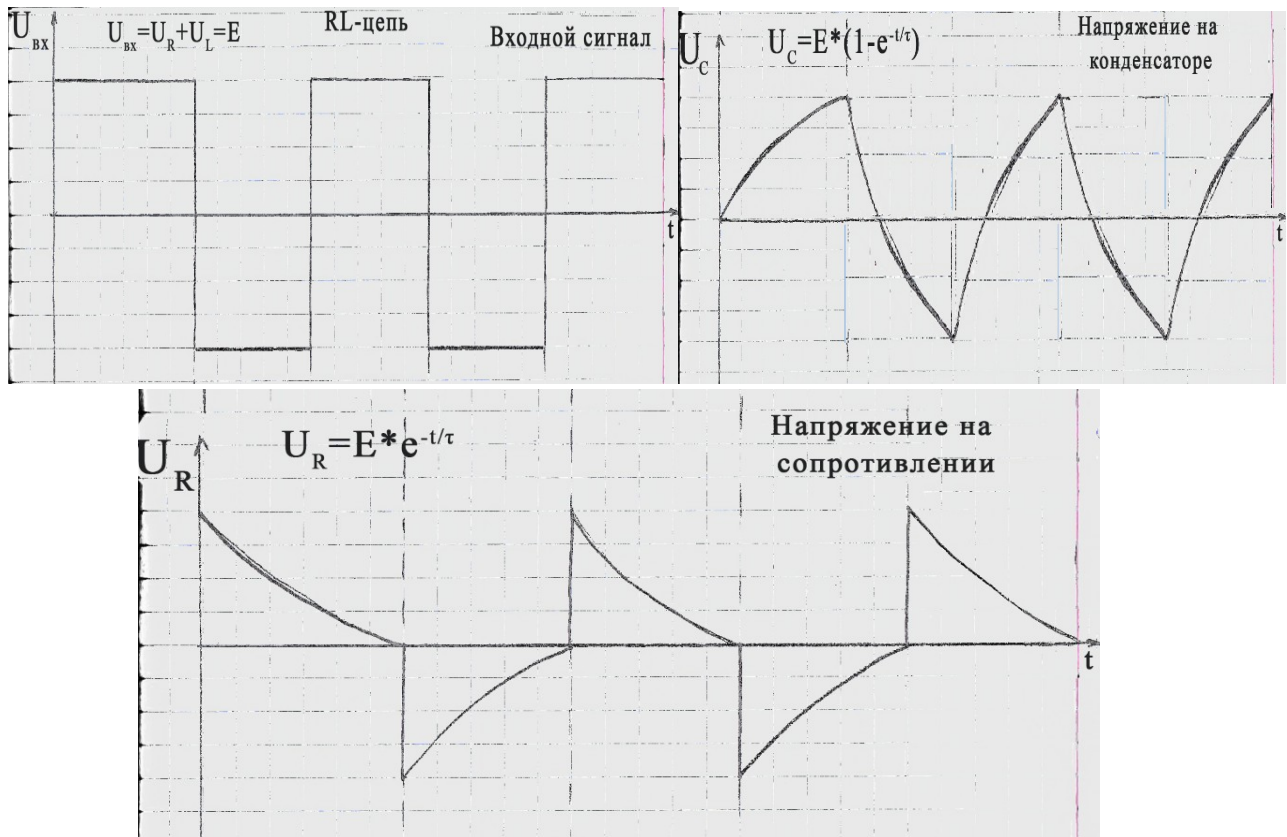
$$T_{\text{предпол}} = 10\tau = 1375 \cdot 10^{-6} \text{ с}, \text{ из таблицы} \Rightarrow \Delta t = 0,2 \text{ мс}$$

$$T_{\text{повт}} = 8\Delta t = 0,2 \cdot 8 = 1,6 \text{ мс}$$

$$f_{\text{повт}} = \frac{1}{T_{\text{повт}}} = 625 \text{ Гц}$$

Расчёт выполнен.

Графики переходных процессов для ёмкости, сопротивлению и входного сигнала сети в цепи RC:



2. Переходные процессы в цепи второго порядка.

Цепями второго порядка называются цепи, которые содержат два накопителя энергии - индуктивность и ёмкость.

В экспериментах мы будем использовать цепь второго порядка с последовательным колебательным контуром в двух режимах работы: Апероодическом и Колебательном.

Апероодический режим(Q=0.2):

Данные для проведения эксперимента:

C, мкФ	r, Ом	L, мГн
0,25	30	10

Расчёт частоты для проведения экспериментов:

(Для нахождения частоты повторения используется Таблица 1.)

$$Q = 0,2$$

$$R = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{Q} - r = 970 \text{ Ом}$$

$$\tau = \frac{2L}{R + r} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

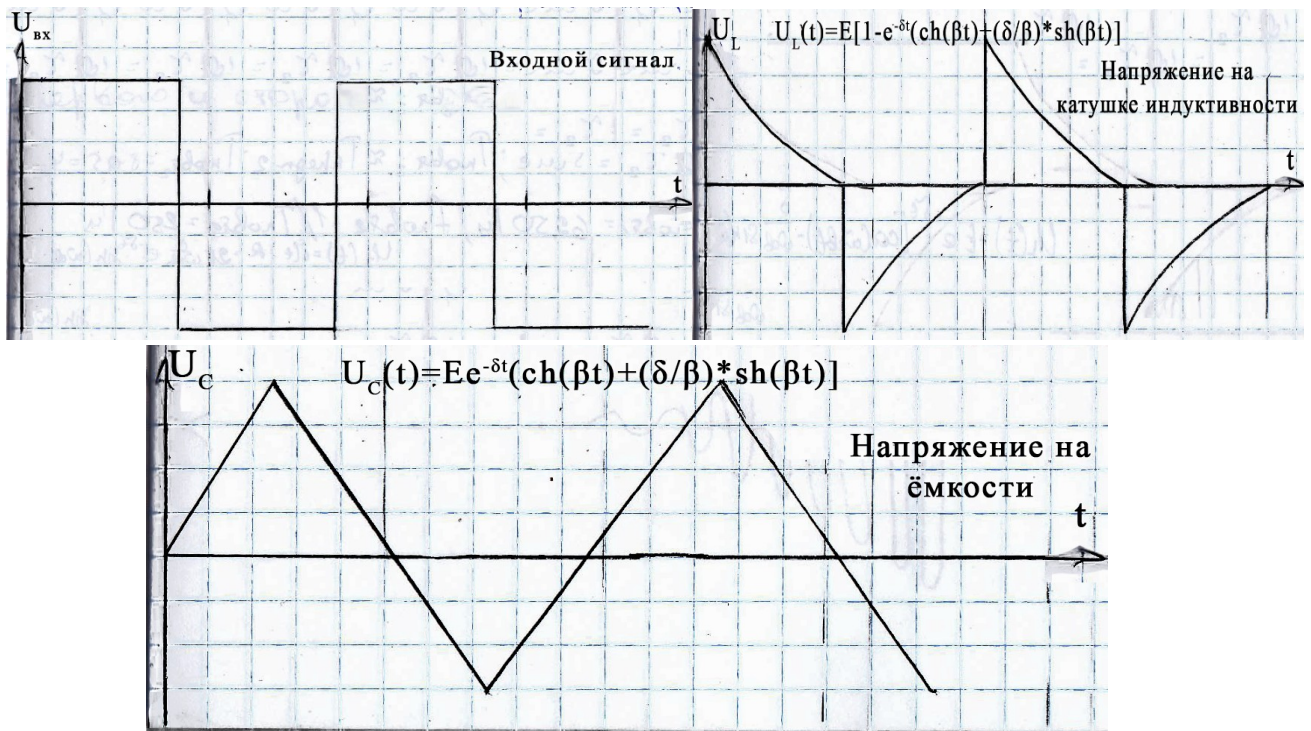
$$T_{\text{предпол}} = 10\tau = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ с} \quad , \text{из таблицы} \Rightarrow \Delta t = 0,02 \text{ мс}$$

$$T_{\text{повт}} = 8\Delta t = 0,02 \cdot 8 = 0,16 \text{ мс}$$

$$f_{\text{повт}} = \frac{1}{T_{\text{повт}}} = 6,25 \text{ кГц}$$

Расчёт выполнен.

Графики переходных процессов для ёмкости, индуктивности и входного сигнала сети в цепи RLC(апериодический режим):



Колебательный режим(Q=5):

Данные для проведения эксперимента:

C, мкФ	r, Ом	L, мГн
0,25	30	10

Расчёт частоты для проведения экспериментов:

(Для нахождения частоты повторения используется Таблица 1.)

$$Q = 5$$

$$R = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{Q} - r = 10 \text{ Ом}$$

$$\tau = \frac{2L}{R + r} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

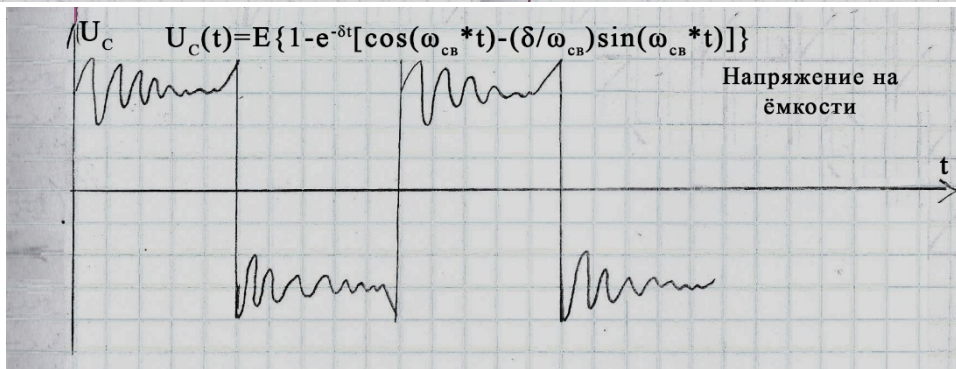
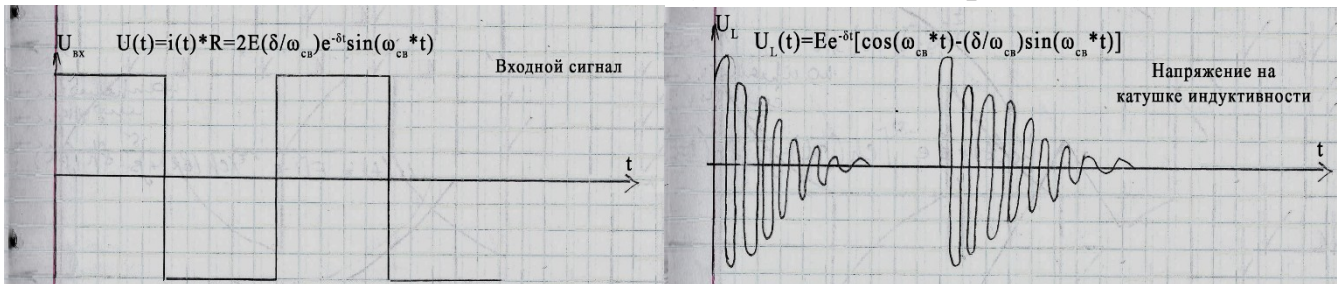
$$T_{\text{предпол}} = 10\tau = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с} \quad , \text{из таблицы} \Rightarrow \Delta t = 0,5 \text{ мс}$$

$$T_{\text{повт}} = 8\Delta t = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ мс}$$

$$f_{\text{повт}} = \frac{1}{T_{\text{повт}}} = 250 \text{ Гц}$$

Расчёт выполнен.

Графики переходных процессов для ёмкости, индуктивности и входного сигнала сети в цепи RLC(колебательный режим):



Вывод: В RL-цепи скачком никогда не изменяется сила тока на индуктивности, значит напряжение на этом элементе будет изменяться скачком. На резисторе сила тока одинакова с силой тока на катушке индуктивности, а так как сила тока прямо пропорциональна напряжению на индуктивности, значит напряжение на резисторе меняется плавно.

В RC-цепи скачком никогда не изменяется напряжение на ёмкости(изменяется плавно), а значит сила тока на этот элемент будет изменяться скачком. На резисторе сила тока одинакова с силой тока на конденсаторе, а так как напряжение прямо пропорционально силе тока на ёмкости, значит напряжение на резисторе меняется скачком.

В цепях второго порядка режим работы бывает колебательным и апериодическим и зависит от добротности контура.