

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО  
Факультет систем управления и робототехники

## Электротехника

Лабораторная работа №4

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Вариант 3R382

Студент: Кирбаба Д.Д.  
Группа: R3338  
Преподаватель: Китаев Ю.В.

г. Санкт-Петербург  
2023

## Цель работы

Исследование переходных процессов в электрических цепях первого и второго порядков с источником постоянного и переменного напряжений.

## Ход работы

Исследуемая схема для исследования переходных процессов:

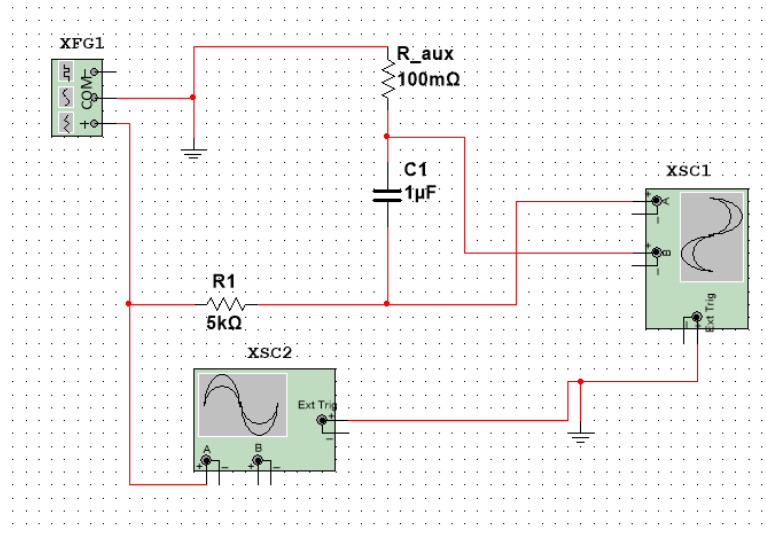


Рис. 1: Схема моделирования.

Генератор функций задает прямоугольный сигнал с  $f = 10 \text{ Hz}$ ,  $V_{amp} = 10 \text{ V}$ .

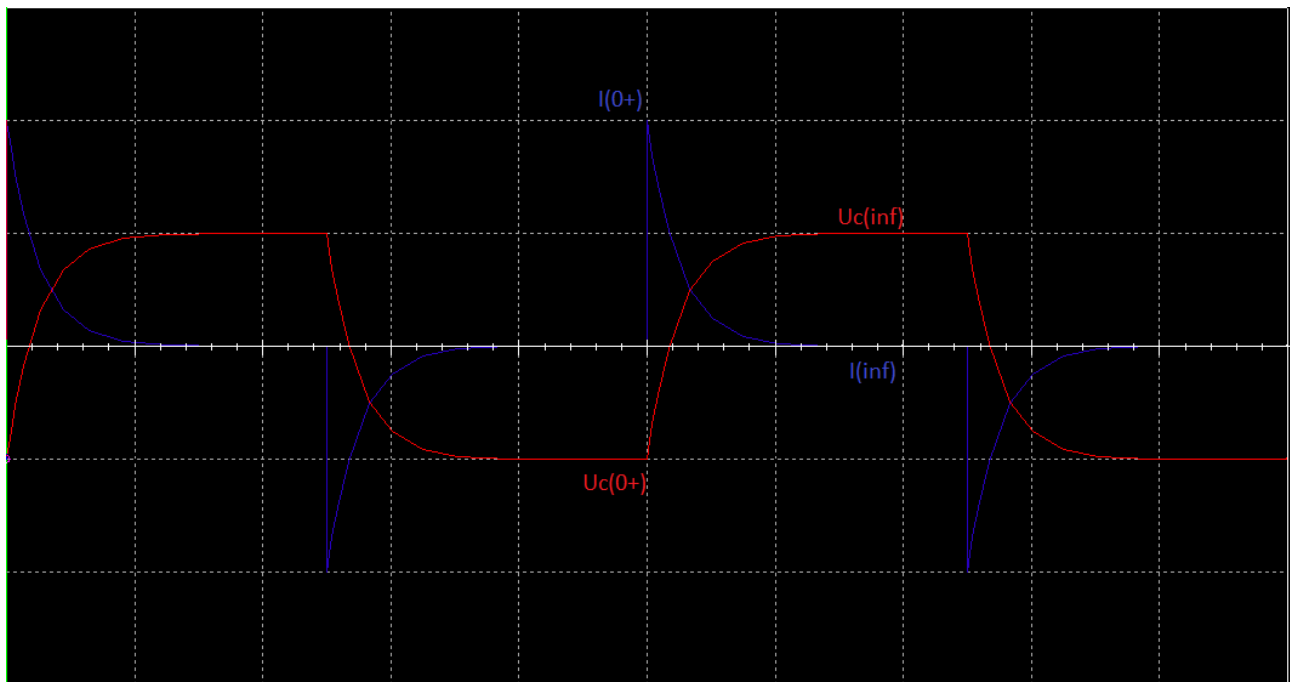


Рис. 2: Осциллограмма переходного процесса.

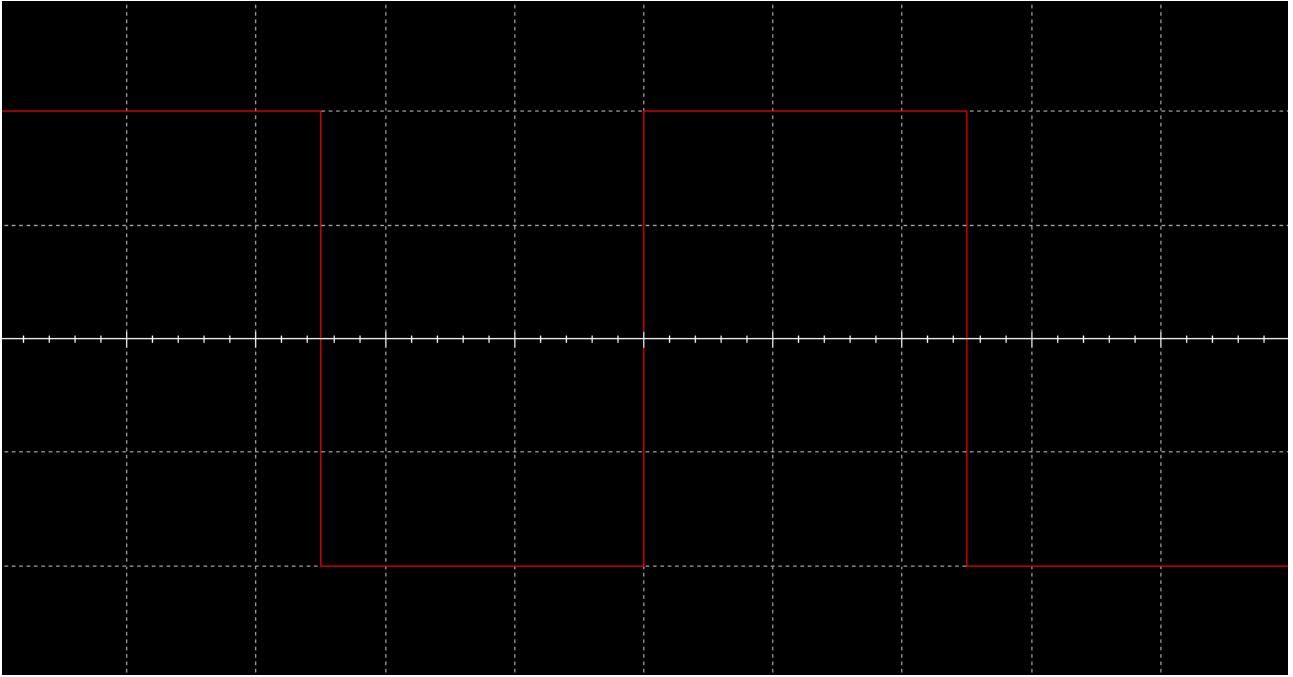


Рис. 3: Осциллограмма входного прямоугольного сигнала.

Произведем аналитический расчет тока  $I$  в цепи и напряжения  $V_c$  на конденсаторе в моменты коммутации ( $t = 0+$ ,  $t = 0-$ ) и установившимся ( $t = \infty$ ) по следующим формулам:

$$V_c(0+) = V_c(0-) = E(0-) = -10 \text{ V},$$

$$I(0+) = \frac{E + V_c}{R} = 0.4 \text{ mA}.$$

$$V_c(\infty) = E(0+) = 10 \text{ V},$$

$$I(\infty) = I(0-) = 0 \text{ A}.$$

Теперь соберем экспериментальные данные с этой схемы:

$$I(0+) = 0.3984 \text{ mA}, \quad I(\infty) = 3 \cdot 10^{-12} \text{ A}, \quad V_c(0+) = -9.994 \text{ V}, \quad V_c(\infty) = 9.989 \text{ V}.$$

Рассчитаем также постоянную времени:

$$\tau = RC = 0.0005 \text{ sec}.$$

Теперь видоизменим схему, заменив конденсатор катушкой с индуктивностью  $L = 1 \text{ H}$  и изменив сопротивление резистора  $R_1 = 200 \text{ Ohm}$ .

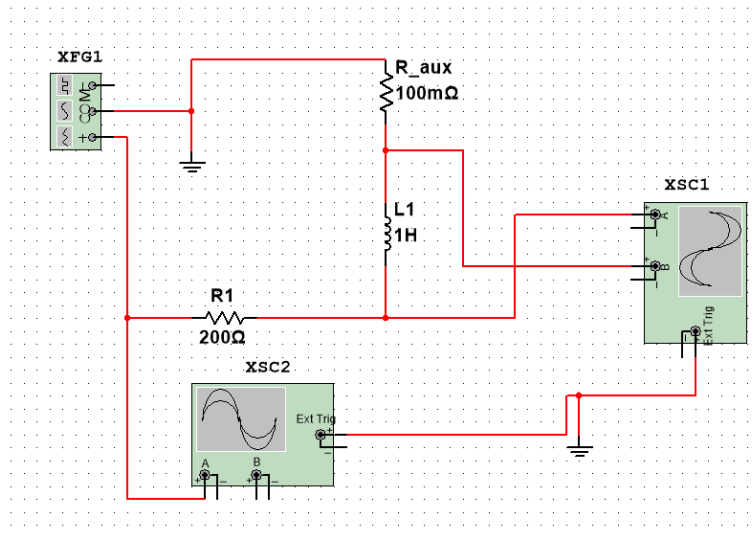


Рис. 4: Схема с катушкой индуктивности.

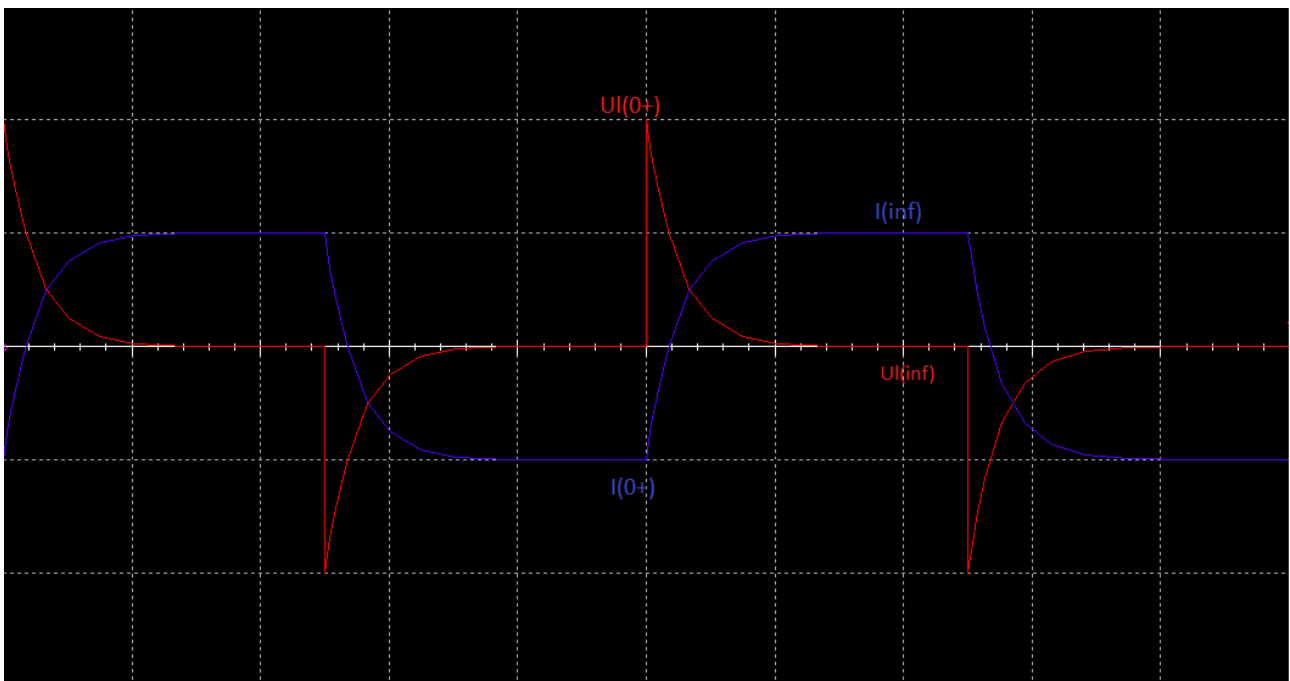


Рис. 5: Осциллограмма переходного процесса схемы с катушкой.

Произведем аналогичный расчет по следующим формулам:

$$V_l(0+) = E(0+) - I(0-) \cdot R = 20 \text{ V},$$

$$I(0+) = I(0-) = \frac{E(0-)}{R} = -5 \text{ mA}.$$

$$V_l(\infty) = I(\text{inf}) \cdot R_k = 5 \text{ mV},$$

$$I(\infty) = \frac{E(0+)}{R} = 5 \text{ mA}.$$

Теперь соберем экспериментальные данные с этой схемы:

$$I(0+) = -4.995 \text{ mA}, I(\infty) = 4.973 \text{ mA}, V_l(0+) = 19.98 \text{ V}, V_l(\infty) = 5 \text{ mV}.$$

Рассчитаем также постоянную времени:

$$\tau = \frac{L}{R} = 0.005 \text{ sec}.$$

## Выводы

В данной работе были исследованы переходные процессы электрических цепей двух типов:  $RL$  и  $RC$ .

Переходные процессы возникают из-за наличия реактивных элементов (соответственно в нашем случае это наличие катушки индуктивности и конденсатора).

В первой части работы исследовалась цепь с конденсатором. По построенным графикам переходных процессов были выявлены следующие закономерности: ток изменялся по закону убывающей экспоненты (установившееся значение  $0 \text{ A}$ ). А напряжение изменялось от  $-10$  до  $10 \text{ V}$ .

Во второй части работы была исследована цепь с катушкой индуктивности. По построенным графикам переходных процессов, мы видим, что ток изменяется от малого значения  $-5 \text{ mA}$ , до установившегося значения  $5 \text{ mA}$ . А напряжение изменяется по закону отрицательной экспоненты от достаточно большого  $20 \text{ V}$  до почти нулевого  $5 \text{ mV}$  значения.

После аналитических вычислений, значения были подкреплены экспериментальными измерениями, которые совпадали с точностью до неучтенных явлений с вычисленными. Также была вычислена постоянная времени для двух исследуемых типов цепей, которая является характеристикой зависящей только от физических параметров цепи  $R$ ,  $L$ ,  $C$ .