Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники

Кафедра теоретических основ электротехники

Лабораторная работа № 13

Вариант № 1

«Переходные процессы в линейных цепях

с сосредоточенными параметрами»

Проверила: Выполнил:

Пригара В. Н. студент группы №

.

# Цель работы

Экспериментальное исследование переходных процессов в линейных цепях с сосредоточенными параметрами при включении или отключении источника напряжения; определение влияния отдельных параметров на характер переходного процесса; выбор параметров и экспериментальное исследование дифференцирующих и интегрирующих цепей.

# Расчёт домашнего задания

Исходные данные для расчёта домашнего задания представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 — Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *r*1, Ом | *r*2, кОм | *r*3, кОм | *r*4, Ом | *rk*, Ом | *C*1, мкФ | *C*2, мкФ | *C*3, мкФ | *L*, Гн |
| 580 | 5,8 | 0,2; 0,15; 0,1 | 15; 30; 60 | 68 | 0,5 | 5 | 0,22; 0,33; 0,47 | 0,25 |

Таблица 2.2 — Номиналы сопротивления и ёмкости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Случай | *А* | *Б* | *В* |
| *r*3, Ом | 100 | 200 | 200 |
| *C*3, мкФ | 0,22 | 0,22 | 0,47 |

## Расчёт переходных процессов классическим методом

Схема для расчёта переходных параметров представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 — Электрическая схема для расчёта переходных процессов

Рассчитаем независимые начальные условия цепи до коммутации. Так как до коммутации генератор прямоугольного напряжения был отключён от исходной цепи, то как ток индуктивности *iL* = *ik*, так и напряжение ёмкости *uC* будут равны нулю (нулевые начальные условия):

Вычислим значения искомых функций тока и напряжения в установившемся режиме. Для этого, учитывая, что источник ЭДС *E* = const, необходимо индуктивность заменить на короткозамкнутый участок, а ёмкость — на разрыв ветви (рисунок 2.2). Это следует из того, что циклическая частота постоянного тока равна нулю, а значит сопротивления *XL* = *jωL* = 0 и *XC* = 1/*jωC* = ∞.



Рисунок 2.2 — Электрическая схема в установившемся режиме

В установившемся режиме, как видно по рисунку 2.2, из-за разрыва цепи ток катушки будет отсутствовать, а напряжение конденсатора примет значение источника ЭДС:

Составим характеристическое уравнение и определим его корни. Для этого изобразим схему после коммутации, в которой заменим источник ЭДС *E* его внутренним сопротивлением, а сопротивления индуктивности и конденсатора записываем в операторной форме (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 — Входное сопротивление схемы

Заменив ёмкость на разрыв ветви (рисунок 2.3), рассчитаем входное сопротивление цепи относительно точек разрыва:

(1)

Решаем уравнение Z(p) = 0 и определяем его корни:

Решение характеристического уравнения (1), подготовленное с помощью пакета Mathcad, представлено на рисунке 2.4.

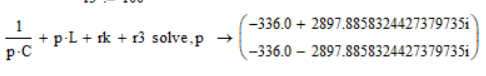


Рисунок 2.4 — Решение характеристического уравнения

Полный ток катушки и полное напряжение ёмкости будут выглядеть следующим образом:

Для нахождения зависимых условий рассмотрим схему в момент коммутации (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 — Электрическая схема в момент коммутации

Для тока индуктивности *iL*(*t*) получаем следующую систему:

(2)

Для упрощения вычислений перепишем систему уравнений (2) для момента времени *t* = 0+:

По рисунку 2.5 определим производную тока индуктивности *iL* в момент времени *t* = 0+:

Решив систему уравнений (2) для тока индуктивности, получаем выражения постоянных *A* и φ1:

Для напряжения ёмкости получаем следующую систему:

(3)

Для упрощения вычислений перепишем систему уравнений (2) для момента времени *t* = 0+:

По рисунку 2.5 определим производную напряжения ёмкости *uC* в момент времени *t* = 0+:

Решив систему уравнений (3) для напряжения ёмкости, получаем выражения постоянных *B* и φ2:

После решения систем уравнения ток индуктивности и напряжение конденсатора принимают следующий вид:

Графики тока и напряжения конденсатора, построенные с помощью пакета Mathcad, представлены в приложении А.

Определим период свободных колебаний:

Определим декремент колебаний:

Определим логарифмический декремент колебаний:

Определим частоту собственных колебаний:

## Расчёт дифференцирующей цепи

Схема дифференцирующей цепи представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. — Дифференцирующая цепь

Рассчитаем сопротивление *r*3 для трёх случаев *А*, *Б* и *В*, учитывая, что ω = 2π*f* = 100π = 314,16 рад/с:

Рассчитаем постоянную времени τц дифференцирующей цепи для трёх случаев *А*, *Б* и *В*:

Виды уравнений входного и выходного напряжений определяются следующими формулами:

## Расчёт интегрирующей цепи

Схема интегрирующей цепи представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. — Интегрирующая цепь

Рассчитаем ёмкость *C*3 для трёх случаев *А*, *Б* и *В*, учитывая, что ω = = 2π*f* = 100π = 314,16 рад/с:

Рассчитаем постоянную времени τц дифференцирующей цепи для трёх случаев *А*, *Б* и *В*:

Виды уравнений входного и выходного напряжений определяются следующими формулами:

Построим графики входных и выходных напряжений для обоих видов цепей. По полученным значениям постоянных времени τц можно сказать следующее: вид функций напряжений не зависит от какого-либо конкретного случая, представленного в таблице 2.2.

Графики функций входных и выходных напряжений для дифференцирующей и интегрирующей цепей, построенные с помощью пакета Mathcad, представлены в приложении Б.

# Выводы

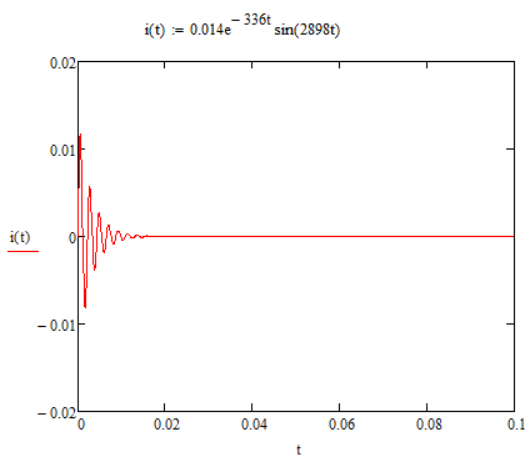
В ходе данной лабораторной работы были проведены и выполнены следующие задачи:

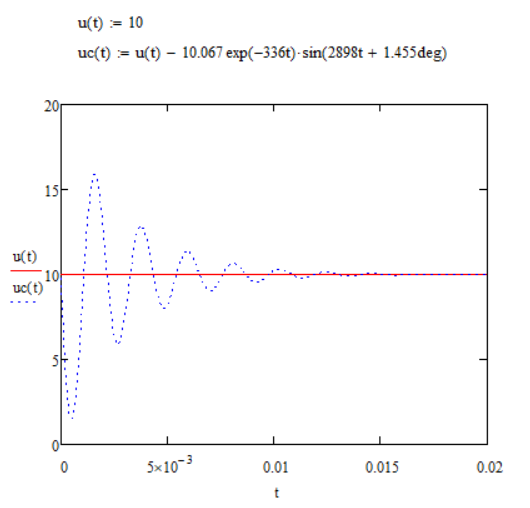
* экспериментальное исследование переходных процессов в линейных цепях с сосредоточенными параметрами при включении или отключении источника напряжения;
* определение влияния отдельных параметров на характер переходного процесса;
* выбор параметров и экспериментальное исследование дифференцирующих и интегрирующих цепей.

# Приложение А

*(обязательное)*

Графики тока индуктивности и напряжения конденсатора





# Приложение Б

*(обязательное)*

Графики входных и выходных напряжений для

дифференцирующей и интегрирующей цепей

