Содержание

[1 РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА 2](#_Toc127136083)

[1.1 Исходные данные 2](#_Toc127136084)

[1.2 Классический метод расчета 2](#_Toc127136085)

[1.3 Операторный метод расчета 8](#_Toc127136086)

[1.4 Построение графика переходного процесса 11](#_Toc127136087)

[1.5 Компьютерная модель переходного процесса 12](#_Toc127136088)

# 1 РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА В ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

## 1.1 Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | R1 | R2 | R3 | R4 | E | C | L | Требуется определить |
| Ом | Ом | Ом | Ом | В | мкФ | мГн |
|  | 10 | 30 | 20 | 10 | 100 | 200 | 20 | *i*2(t) |

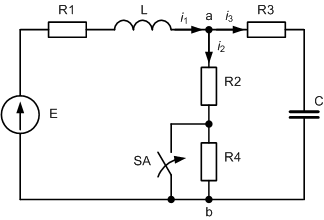


Рисунок 1.1.

## 1.2 Классический метод расчета

1.2.1 Режим работы схемы: до коммутации ключа

Принципиальная схема при установившемся режиме до коммутации приведена на рисунке 1.2.

Т.к. E = const, то

, тогда вместо катушки индуктивности в схеме – закоротка. , тогда вместо конденсатора – разрыв.

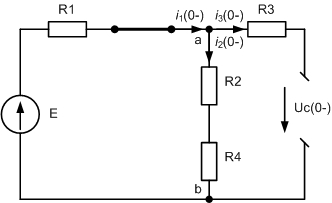


Рисунок 1.2.

Тогда независимые начальные условия

С учетом законов коммутации:

Зависимые начальные условия для искомого параметра.

Поскольку расчетный параметр и ток через катушку индуктивности один и тот же, то никаких дополнительных зависимых значений рассчитывать не нужно.

1.2.2 Режим работы схемы: после коммутации ключа

Принципиальная схема при установившемся режиме до коммутации приведена на рисунке 1.3.

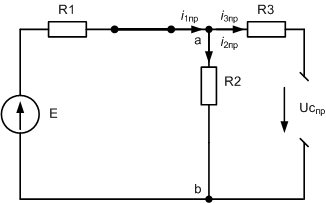


Рисунок 1.3.

Принужденная составляющая (в схеме после коммутации):

1.2.3 Определение корней характеристического уравнения

Одним из методов получения характеристического уравнения является определение входного сопротивления цепи на переменном синусоидальном токе в режиме после коммутации.

Для этого из схемы исключается источник ЭДС (рисунок 1.4).

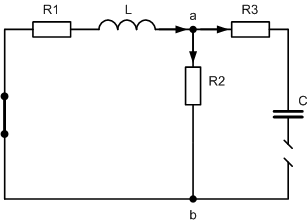


Рисунок 1.4.

Входное сопротивление

Заменим jω = p и приравняем

Знаменатель не может быть равен нулю, поэтому к нулю приравнивается числитель:

После подстановки значений параметров:

Корни квадратного уравнения:

Корни получились действительные и отрицательные.

1.2.4 Определение постоянных интегрирования

Корни характеристического уравнения действительные, отрицательные, неравные. Свободная составляющая тока определяется из уравнения:

Переходныйток

В уравнении два неизвестных – А1 и А2. Для их нахождения составляется еще одно уравнение – в производных:

Система уравнений на момент времени *t=0+*:

В полученной системе уравнений неизвестны значение

Для их определения воспользуемся системами уравнений, записанными по законам Кирхгофа для электрической цепи после коммутации (рисунок 1.5).

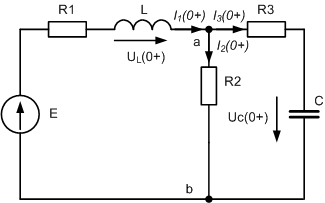


Рисунок 1.5.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) (2) (3) |

В производных

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) (5) (6) |

Уравнения производных тока через индуктивность и напряжения на ёмкости в момент времени t = 0

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7)  (8) |

А также учитываем законы коммутации

Из уравнения (1) выразим

Подставив в уравнение (2), определим ток *i*2(0+)

Из уравнения (3) определяется *U*L(0+), и подставляя полученное значение в уравнение (8), определяем значение производной тока в катушке индуктивности *i’*2(0+)

Находим численное значение тока *i*3(0+) и далее определяем производную напряжения на конденсаторе *U’*С(0+)

Из уравнения (4) выразим

Подставив в уравнение (5), определимпроизводную тока *i’*2(0+)

Система уравнений для нахождения постоянных интегрирования в числовых значениях:

Решение системы уравнений (постоянные интегрирования):

Уравнение переходного тока:

## 1.3Операторный метод расчета

Независимые начальные условия были определены в классическом методе и равны:

В режиме после коммутации с учётом ненулевых начальных условий составляется операторная схема замещения (рисунок 1.6)

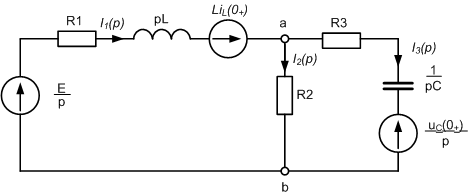


Рисунок 1.6.

Для расчета изображения тока *I*2(p) используем метод узловых потенциалов (метод двух узлов).

Ток определяется по закону Ома:

Напряжение между узлами «ab»:

Приведем к общему знаменателю

Изображение тока

В числовых значениях

Корни уравнения знаменателя:

Производная полинома *F2(p)*:

Корни действительные и отрицательные, при этом один из корней равен нуль, тогда теорема разложения будет записана в виде:

Определяем значения функций *F1(p) и F’2(p)*:

*p1= 0*

*p2= – 0,2⋅103*

*p3= – 1⋅103*

Сводим результаты в таблицу 1.1.

Таблица 1.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *p1= 0* | *p2= – 0,2⋅103* | *p3= – 1⋅103* |
| *F1(P)* | 100 | – 0,8 | –20 |
| *F’2(p)* | 40 | –32 | 160 |
| *F1(P)***/***F’2(p)* | 2,5 | 0,025 | 0,125 |

Оригинала тока:

## 1.4Построение графика переходного процесса

Значение тока переходного процесса удобнее откладывать на графике через интервал времени, равный постоянной времени (τ), которая в свою очередь в случае апериодических процессов определяется как обратная величина модуля корня характеристического уравнения. В общем случае длительность переходного процесса укладывается в интервал (3 – 5) τ и определяется наименьшим по модулю корнем характеристического уравнения.

График переходного процесса построен в программе Excel и приведен на рисунке 1.7.

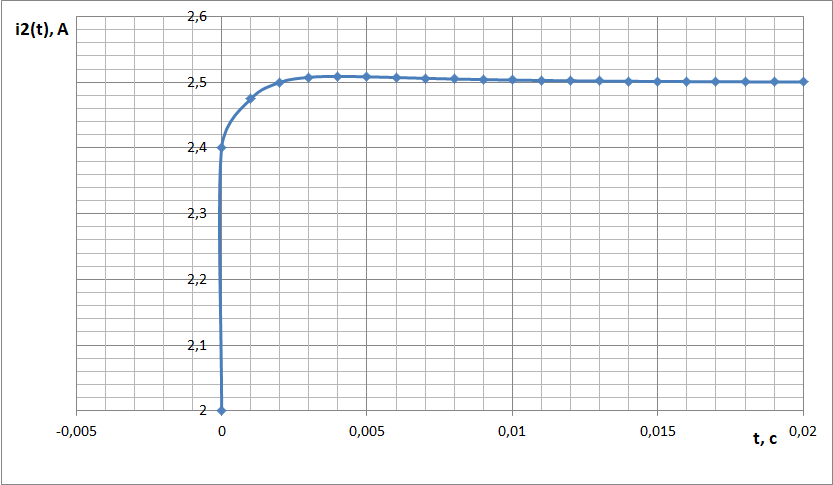


Рисунок 1.6.

## 1.5Компьютерная модель переходного процесса

В программной среде TINA-TIвыполнена модель исследуемой электрической схемы (рисунок 1.8). Получен график переходного процесса (рисунок 1.9). Экспериментальный график полностью совпадает с расчетным графиком переходного процесса, что подтверждает правильность выполненных расчетов.



Рисунок 1.7.



Рисунок 1.8.