**Задача 1**

**Расчет переходных процессов в электрической цепи постоянного тока**

На основании обобщенной схемы электрической цепи, изображенной на рис. 1, начертить схему заданного варианта, которая содержит только элементы, обозначенные цифрой 1 в табл. 1.

Для полученной электрической цепи постоянного тока с двумя реактивными элементами и заданными в табл. 2 параметрами требуется:

1) рассчитать значения токов в ветвях и напряжений на реактивных элементах в установившемся докоммутационном режиме;

2) рассчитать значения токов в ветвях и напряжений на реактивных элементах в установившемся послекоммутационном режиме;

3) определить законы изменения токов в ветвях и напряжений на всех элементах электрической цепи в переходном режиме после замыкания ключа *S*;

4) произвести проверку правильности решения по независимым уравнениям Кирхгофа, записанным для мгновенных значений токов и напряжений;

5) построить временные зависимости токов и напряжений в интервале времени от 0 до 5*τ* в совмещенных по времени системах координат.

*R*1

*C*1

*Е*1

*L*1

*S*1

*R*2

*C*2

*Е*2

*L*2

*S*2

*R*3

*C*3

*Е*3

*L*3

*S*3

Рис. 1. Обобщенная схема электрической цепи

Таблица 1

Элементы электрической цепи

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема  № | *S*1 | *E*1 | *R*1 | *L*1 | *C*1 | *S*2 | *E*2 | *R*2 | *L*2 | *C*2 | *S*3 | *E*3 | *R*3 | *L*3 | *C*3 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Таблица 2

Параметры электрической цепи

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вари-  ант  № | *E*1  *В* | *R*1  *Ом* | *L*1  *мГн* | *C*1  *мкФ* | *E*2  *В* | *R*2  *Ом* | *L*2  *мГн* | *C*2  *мкФ* | *E*3  *В* | *R*3  *Ом* | *L*3  *мГн* | *C*3  *мкФ* |
| 21 | 36 | 50 | 100 | 2000 | 12 | 5 | 100 | 2000 | 24 | 10 | 100 | 2000 |

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

Высшего профессионального образования

«Южно-Уральский Государственный университет»

(национальный исследовательский университет)

Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте

Кафедра электрооборудования и автоматизации

производственных процессов

Расчетно-графическая работа №4

по курсу ТОЭ

**ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ**

Вариант

Выполнил:.

Студент группы:

Проверил:

Златоуст

2014

**Пример**

**Задача 1**

**Расчет переходного процесса**

**в электрической цепи постоянного тока**

*Е*3

*R*2

*C*1

*R*3

*L*3

*S*2

Рис. 1. Схема электрической цепи

Таблица 1

Параметры электрической цепи

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *C*1  *мкФ* | *R*2  *Ом* | *E*3  *В* | *R*3  *Ом* | *L*3  *мГн* |
| 2000 | 5 | 12 | 10 | 200 |

Для электрической цепи постоянного тока, схема которой изображена на рис. 1, а параметры приведены в табл. 1, требуется:

1) рассчитать значения токов в ветвях и напряжений на реактивных элементах в установившемся докоммутационном режиме;

2) рассчитать значения токов в ветвях и напряжений на реактивных элементах в установившемся послекоммутационном режиме;

3) определить законы изменения токов в ветвях и напряжений на всех элементах электрической цепи в переходном режиме после замыкания ключа *S*;

4) произвести проверку правильности решения по независимым уравнениям Кирхгофа, записанным для мгновенных значений токов и напряжений;

5) построить временные зависимости токов и напряжений в интервале времени от 0 до 5*τ* в совмещенных по времени системах координат.

**1.** **Расчет токов в ветвях и напряжений на реактивных элементах цепи в установившемся докоммутационном режиме**

1.1. На основании заданной схемы электрической цепи (рис. 1) изобразим схему, соответствующую установившемуся докоммутационному режиму:

*Е*3

*R*2

*C*1

*R*3

*L*3

*i*2

*i*3

*i*1

*uC*

*uL*

Рис. 2. Схема электрической цепи до коммутации

1.2. Используя законы Ома и Кирхгофа, определим токи в ветвях и напряжения на реактивных элементах. Ток в индуктивности и напряжение на емкости представляют собой независимые начальные условия:

   

**2. Расчет токов в ветвях и напряжений на реактивных элементах цепи в установившемся послекоммутационном режиме**

2.1. На основании заданной схемы электрической цепи (рис. 1) изобразим схему, соответствующую установившемуся послекоммутационному режиму:

*Е*3

*R*2

*C*1

*R*3

*L*3

*i*2

*i*3

*i*1

*uC*

*uL*

Рис. 3. Схема электрической цепи после коммутации

2.2. Используя законы Ома и Кирхгофа, определим токи в ветвях и напряжения на реактивных элементах после окончания переходного процесса. Найденные значения представляют собой принужденные составляющие соответствующих величин:

 

 

**3. Определение законов изменения токов в ветвях и напряжений на всех элементах цепи в переходном режиме**

3.1. По схеме электрической цепи после коммутации (рис. 3) составим систему независимых уравнений Кирхгофа для мгновенных значений токов и напряжений:

 

3.2. Сведем систему независимых уравнений Кирхгофа к одному дифференциальному уравнению второго порядка. Для этого в первом уравнении запишем токи *i*1 и *i*2 через *u*C, воспользовавшись уравнением связи тока и напряжения на емкости и третьим уравнением системы. Полученное значение тока *i*3 и его производную подставим во второе уравнение, которое после приведения к нормальному виду выглядит следующим образом:



3.3. Запишем характеристическое уравнение и найдем его корни:



 

3.4. Учитывая вид корней характеристического уравнения, запишем полное решение для напряжения на емкости как сумму принужденной и свободной составляющей:



3.5. Используя полное решение для напряжения на емкости и его производную, запишем полное решение для тока в индуктивности:



3.6. Найдем постоянные интегрирования *А*1 и *А*2 из системы алгебраических уравнений, полученной на основе записи решения для напряжения на емкости *uC* и тока в индуктивности *i*3 для момента времени *t*=+0. Численные значения напряжения и тока в этот момент времени по законам коммутации примем равными независимым начальным условиям (п.1.2):

 

3.7. Подставив найденные постоянные интегрирования в соответствующие уравнения, запишем окончательное решение для напряжения на емкости и тока в индуктивности:





3.8. Определим закон изменения тока в первой и второй ветви:





3.9. Определим закон изменения напряжения на индуктивности:



3.10. Определим закон изменения напряжения на сопротивлениях:





**4. Проверка правильности решения по независимым уравнениям Кирхгофа, записанным для мгновенных значений токов и напряжений**

4.1. Первый закон Кирхгофа:



4.2. Второй закон Кирхгофа для первого контура:



4.2. Второй закон Кирхгофа для второго контура:



**5. Временные зависимости токов и напряжений в электрической цепи**



Рис. 4. Графики токов в ветвях цепи после замыкания ключа



Рис. 5. Графики напряжений на элементах цепи после замыкания ключа