**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1. Формирование задания
2. Расчёт мгновенных значений классическим методом
3. Расчёт мгновенных значений операторным методом

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

**ВВЕДЕНИЕ**

Предметом дисциплины «Теория электрических цепей» является изучение установившихся и переходных процессов в электрических цепях, как с количественной, так и с качественной точки зрения. Эта дисциплина, базирующаяся на курсах физики и высшей математики, охватывает общую теорию цепей и инженерные методы их расчета.

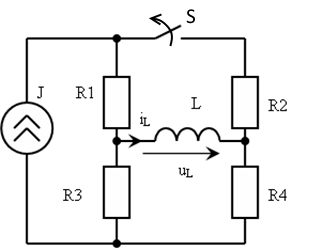
Второе расчетно-графическое задание посвящено расчету переходных процессов в электрических цепях постоянного тока классическим и операторным методами.

**1. Формирование задания**

Необходимо рассчитать мгновенные зна­чения величин, указанных в таблице 1, после выполнения коммутации. Выбор параметров элементов схемы и вида коммутации осуществляются также с помо­щью таблицы 1, в соответствии с номером варианта. Расчет выполнить двумя методами: классическим и операторным. Схема находится на рисунке 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вари­ант** | **J, A** | **L, мГн** | **R1, Ом** | **R2, Ом** | **R3, Ом** | **R4, Ом** | **Найти** | **Ключ S** |
| 8 | 8 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | uL | Р |

*Таблица 1. Данные для задания*



*Рисунок 1. Схема для задания*

**2. Расчёт мгновенных значений классическим методом**

Рассматривая схему цепи, приведенную на рисунке 1, можно сделать следующие выводы:

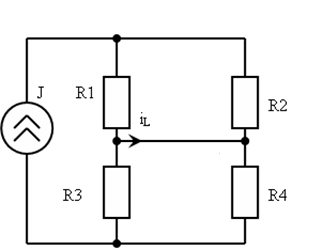
1) в схеме имеется один реактивный элемент *L*, поэтому дифференциальное уравнение цепи будет иметь первый порядок;

2) при коммутации цепи сопротивление *r2* размыкается ключом *S*, поэтому в дальнейшем переходном процессе не участвует;

3) переходный процесс связан с изменением энергии, запасенной в индуктивности *L*, при изменении структуры цепи, обуслов­ленной размыканием сопротивления *r2*.

1. Рассчитаем до коммутационный режим (t = 0-):

На Рисунке 2 изображена схема в момент времени t = 0-, на ней индуктивность заменена перемычкой.



*Рисунок 2. Схема в момент времени t = 0-*

1. Из рисунка видно, что сопротивление R1 параллельно R2 и R3 параллельно R4, а они

между собой последовательны. Отсюда следует, что интересующий нас ток iL(0-) = 0

На основании I закона коммутации запишем независимые начальные условия:

iL(0-) = iL(0) = iL(0+) = 0

1. Составим дифференциальное уравнение после срабатывания ключа:

На основании законов Кирхгофа запишем:

J = I3 + IL => I3 = IL – J

UL + R4IL – I3R3 = 0

UL = L \* dIL/dt

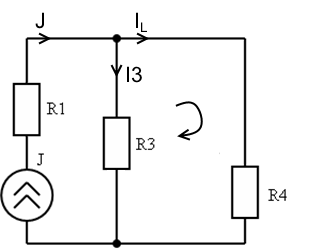
Отсюда запишем дифференциальное уравнение (попутно подставив числовые значения):

10-3 \* dIL/dt + 2IL – 4(IL – 8) = 0

10-3 \* dIL/dt – 2IL = -32

1. Рассчитаем установившийся режим (t →∞):

На Рисунке 3 изображена схема в момент времени t →∞, на ней индуктивность также заменена перемычкой.



*Рисунок 3. Схема в момент времени t →∞*

Сопротивления R3 и R4 параллельны, а полученное сопротивление последовательно с R1, после преобразования получаем цепь с одним сопротивлением Rэ и одним источником тока J.

Rэ = R1 + R3\*R4/(R3 + R4) = 2.333 (Ом)

U = J / Rэ = 3.429 (В)

U34 = J \* R34 = 10.664 (В)

IL = U34/R4 = 5.332 (А)

1. Найдём корни характеристического уравнения и свободное решение:

10-3p – 2 = 0

p = 2/10-3 = 2000 (c-1)

τL = |1/p| = 5 \* 10-4

ILсв. = А \* e-(1/τ) \* t

1. Определим постоянную интегрирования из начальных условий:

t = 0

IL(0) = А \* e-(1/τ) \* 0 + U34/R4

0 = A + U34/R4

A = -U34/R4

1. Нахождение полного решения:

IL(t) = -5.332e-2000t + 4 (А)

UL(t)= L \* dIL/dt = 10-3 \* (-5.332) \* (-2000) \* e-2000t = 10.664 e-2000t (В)

1. График

**3. Расчёт мгновенных значений операторным методом**

1. Из предыдущего метода расчёта запишем независимые начальные условия:

iL(0-) = iL(0) = iL(0+) = 0

Они остались неизменными, так как J(t) → J(p), R → R (никаких новых элементов при переходе к изображениям не появилось)

1. Далее произведём замену индуктивности в цепи сопротивлением ZL и ЭДС ЕL, которые соответственно равны: p\*L и L\*iL(0-). Из независимых начальных условий получаем ЭДС равную 0, т.е. не учитываем её в нашей цепи.

Получаем схему как на рисунке 3, только с ещё одним сопротивлением (последовательным к R4), аналогичным методом посчитаем сопротивления:

Rэ = R1 + R3\*RL4/(R3 + RL4) = 2 + (8 + 4 \* 10-3p)/(6 + 10-3p) = 6 – 1600/(p+6000) (Ом)

U34 = J \* R34L = 32 – 128000/(p + 6000) (В)

IL = U34/ZL = 10666/p + 21333/(p+6000) (А)

Переходя в область оригиналов:

IL = 21333\*e-6000t + 10666 (А)

UL = -42666\*e-6000t (В)

Значения не сошлись, значит где-то допущена ошибка. Длительные поиски ошибки не дали результатов, расчёты разными способами давали практически одинаковые значения. Возможно были упущены какие-то нюансы в изучении теории, самостоятельный разбор примеров также не помог в поиске ошибки.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной работе были рассчитаны переходные процессы в электрических цепях двумя методами: классическим и операторным. Вычисление процессов в цепи после коммутации очень важно с технической точки зрения, таким образом приобретение данных навыков очень полезно для студентов данного профиля.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи/ Л.А. Бессонов.– М.: Изд-во «Гардарики», 2002. – 640 с.
2. Фриск В. Основы теории цепей/ В. Фриск. – М.: Изд-во «РадиоСофт», 2002. – 288 с.
3. Основы теории цепей/Г.В. Зевеке и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990.-752 с.
4. Теоретические основы электротехники/ К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин и др. – С.-Пб.: Изд-во «Питер», 2003. – Т.1 – 464 с.
5. Кузовкин В.А. Теоретическая электротехника/ В.А. Кузовкин. – М.: Изд-во «Логос», 2002. – 480 с.
6. Бычков Ю.А. Основы теории электрических цепей/ Ю.А. Бычков, В.М. Золотницкий, Э.П. Чернышев. – М.: Изд-во «Лань», 2004. – 464 с.
7. Касаткин А.С. Электротехника/А.С. Касаткин, М.В.Немцов. – М.: Высш. шк., 2003. – 542 с.
8. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники/ И.А. Данилов, П.М. Иванов. – М.: Высш. шк., 2005. – 751 с.
9. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника/ Ф.Е. Евдокимов. – М.: Высш. шк., 2004. – 367 с.
10. Бессонов Л.А. Сборник задач по теоретическим основам электротехники/ Л.А. Бессонов. – М.: Высш. шк., 2000. – 528 с.
11. Шебес М.Р. Сборник задач по теории линейных электрических цепей/ М.Р. Шебес.-М.: Высш. шк., 1990. – 530 с.
12. Коровкин Н.В. Теоретические основы электротехники: Сборник задач/ Н.В. Коровкин, Е.Е.Селина. – С.-Пб.: Изд-во «Питер», 2004. – 512 с.