ЗАДАНИЕ 1.  
Методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.

Для электрической схемы, соответствующей номеру заданного варианта, из числа представленных на рисунках 1.1 – 1.30, с указанными в таблице 1.1 параметрами элементов и видов коммутации требуется рассчитать два переходных процесса: апериодический и колебательный, причем каждый режим необходимо рассчитать классическим и операторным методом.

1. Классический метод.

1.1.Перечертить схему и составить систему из необходимого и достаточного числа дифференциальных уравнений по 1-му и 2-му законам Кирхгофа для схемы, которая получается в первый момент времени после коммутации цепей (t = 0).

1.2.Решить в общем виде составленную систему дифференциальных уравнений относительно токов в индуктивностях или падений напряжений в емкостях схемы таким образом, чтобы дифференциальные уравнения оказались записанными относительно одной неизвестной величины (тока в индуктивности или напряжения на емкости).

1.3.Преобразуя неоднородное дифференциальное уравнение в однородное путем приравнивания его правой части к нулю, необходимо получить из однородного дифференциального уравнения характеристическое, решая которое в общем виде, определить его корни.

1.4.Подставляя в выражение для корней два набора параметров элементов схемы из таблицы 1.1, нужно провести анализ корней характеристического уравнения и сделать выводы о том, при каких параметрах элементов переходный процесс носит апериодический, а при каких – колебательный характер.

1.5. Записать в общем виде уравнения свободных составляющих переходных процессов при апериодическом и колебательном режимах для тока в индуктивности и падения напряжения на емкости.

1.6.Рассматривая схему электрической цепи до и после коммутации, определить установившиеся значения падений напряжений и токов во всех элементах схемы для двух моментов времени до (при t<0) и после коммутации (при t>0). Полученные значения свести в таблицу 1.2.

1.7.Записать в общем виде решения неоднородных дифференциальных уравнений для тока в индуктивности и падения напряжения на емкости во время переходного процесса, представив их как сумму принужденных и свободных составляющих:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

1.8.Используя законы коммутации: запрет скачка тока в индуктивности и запрет скачка падения напряжения на емкости, - найти постоянные интегрирования, входящие в состав  и . При этом в левые части выражений  и  подставляют их значения в установившемся режиме до коммутации (t<0), а в правые части – параметр t=0.

1.9.Определив постоянные интегрирования, необходимо найти выражения для тока и напряжения переходного режима соответственно для индуктивности и для емкости.

1.10.Задавая изменения времени с шагом 0.05 с от 0 до 1.0 с, рассчитать, используя полученные выражения  и , числовые значения тока и напряжения переходного режима.

1.11.По данным пункта 1.10 построить графики тока в индуктивности и падения напряжения на емкости во время переходного процесса в одном масштабе времени.

1.12.Графики  и  во время переходного процесса строятся для апериодического и колебательного режимов. Графики целесообразно выполнять на миллиметровой бумаге.

2.Операторный метод.

2.1.Вычертить заданную схему электрической цепи и указать, при каких условиях протекает переходный процесс: при нулевых или ненулевых.

2.2.Если начальные условия ненулевые, то для заданной электрической цепи необходимо составить операторную схему замещения путем введения в исходную схему внутренних источников – накопителей энергии в цепи с индуктивностью и в цепи с емкостью.

2.3.Для получения операторной схемы замещения нужно составить систему необходимого и достаточного числа алгебраических уравнений в соответствии с 1-м и 2-м законами Кирхгофа для операторных токов, ЭДС и падений напряжений в ветвях.

2.4.Решить систему алгебраических уравнений относительно операторного тока в индуктивности и операторного падения напряжения на емкости, т.е. найти изображения или операторные функции.

2.5.Представить  и  в виде отношения полиномов:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

и найти корни полиномов знаменателей  и : 

2.6.Для применения теоремы разложения



необходимо рассчитать значения полинома числителя, подставляя в него каждое значение корня полинома знаменателя, а затем найти первую производную от полинома знаменателя и определить его числовые значения для каждого корня полинома знаменателя в отдельности.

2.7.Сравнить полученные функции времени или оригиналы с выражениями переходного тока в индуктивности и напряжения на емкости, найденными классическим методом.

**Примечание к таблице 1.1:**

В таблице 1.1 даны значения питающего напряжения (Е, В) и емкости (С, мкФ). Остальные параметры, необходимые для расчета соответствующей схемы студент должен подобрать самостоятельно для реализации апериодического или колебательного режимов и согласовать, выбранные параметры с преподавателем.

Параметры схемы подбираются по виду корней характеристического уравнения:

1. *Для апериодического переходного процесса (при L1):*

Корни k1 и k2 должны быть отрицательными и вещественными (k1 = -α1, k2 = -α2), причем, значения данных корней по модулю должны иметь один порядок.

1. *Для колебательного переходного процесса (при L2):*

Корни k1 и k2 должны быть комплексными сопряженными (k1 = -α + jβ; k2 = -α - jβ), причем, отношение действительной и мнимой частей по модулю должно определяться неравенством:.

Данные условия определяют скорость затухания переходного процесса.

Так как активные сопротивления определяют установившиеся значения токов в источниках и элементах схемы, рекомендуется их выбирать в соответствии с неравенством вида: , А.

# Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Номер схемы | Параметры элементов схемы | | | | | | |
| Е,В | L,Гн | С,мкФ | r1,Oм | r2,Ом | r3,Ом | r4,Ом |
| 5 | 5 | 200 |  | 5 |  |  |  |  |
| 200 |  | 5 |  |  |  |  |

#### Таблица 1.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Значения параметров | |
|  | при t<0 | при t>0 |
| 1  .  .  .  . | I1=....  .  .  In=.... | I1=....  .  .  In=.... |
| .  .  .  q | U1=....  .  .  Uk=.... | U1=....  .  .  Uk=.... |

Варианты схем для задания по расчету ПП.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |