**Некоммерческое акционерное общество**

**АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ**

Кафедра теоретических основ электротехники

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

Методические указания и задания к курсовой  работе

для студентов специальности 5В070200- Автоматизация и управление

Алматы2013

СОСТАВИТЕЛИ: С.Ю. Креслина, А.Т Аршабекова. Теоретические основы электротехники. Методические указания и задания к курсовой работе для студентов специальности 5В070200- Автоматизация и управление. – Алматы: АУЭС, 2013.-  12 с.

Методические указания и задания к курсовой работе содержит требования к выполнению и оформлению курсовой работы, задания, схемы и параметры электрических цепей. Курсовая работа по теме  «Расчет переходных процессов в линейных электрических цепей» предназначена для студентов специальности 5В070200- Автоматизация и управление. Методические указания и задания к курсовой работе соответствуют типовой программе по Теоретическим основам электротехники.

Ил. 10 , табл. 5 , библиогр.- 7 назв.

Рецензент: доцент каф. ЭПП Башкиров М.В.

Печатается по плану издания «НАО Алматинского университета энергетики и связи» на 2013 г.

Ó «НАО Алматинский университет энергетики и связи», 2013г.

**1 Требования к выполнению и оформлению курсовой  работы**

1.1 Курсовая работа должна быть выполнена в соответствии с фирменным стандартом «Работы учебные», АИЭС, 2002г. и  включать следующие элементы:

а) титульный лист (образец прилагается);

б) содержание;

в) введение;

г) задание;

д) основную часть;

е) заключение (выводы);

ж) список литературы;

к) приложения.

1.2 Текст задания (условие задачи) должен быть переписан полностью, со всеми рисунками и числовыми значениями для своего варианта.

1.3 Каждый этап курсовой работы должен быть озаглавлен.

1.4 Курсовая работа выполняется рукописным способом, а также с применением компьютерной печати (в программе Microsoft Word, шрифт высотой 14 пунктов с интервалом 1,0-1,5). Текст пишется на одной стороне листа белой бумаги формата А4. По всем четырем сторонам листа оставляются поля: левое - не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.

1.5 Все листы курсовой  работы должны иметь сквозную нумерацию, начиная с титульного листа, включая приложение. Номер листа пишется в правом верхнем углу без точки.

1.6 Расчеты должны сопровождаться пояснениями. Нельзя приводить только расчетные формулы и конечные результаты. Курсовые работы, в которых вычисления и пояснения приводятся сокращенно, к защите не допускаются и возвращаются студентам на доработку.

1.7 Рисунки, графики и схемы должны быть выполнены аккуратно и  пронумерованы.

 1.8 На графиках обязательно указываются названия изображаемых величин, их единицы измерения. Масштабы необходимо  подбирать так, чтобы было удобно пользоваться графиком или диаграммой. В соответствии с выбранным масштабом подписываются шкалы графиков и диаграмм.

 1.9 У параметров, имеющих определенные размерности, писать в окончательных результатах соответствующие единицы измерения. Все обозначения электрических величин должны соответствовать  ГОСТу.

1.10 Во введении обосновать необходимость изучения переходных процессов и методов их  расчета.

1.11 В заключение провести анализ методов расчета переходных процессов, использованных в курсовой работе; сравнить результаты, полученные классическим и операторным методами; определить время, которое требуется для завершения переходного процесса на практике; для этого момента времени определить в процентах отношение переходного тока (напряжения) к принужденному току (напряжению).

1.12 Курсовая  работа должна быть сдана на проверку в срок, указанный преподавателем. В случае нарушения студентом срока сдачи работы, ему выдается дополнительное задание или другой вариант (по усмотрению преподавателя), а также снижается итоговый балл за работу.

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Кафедра теоретических основ электротехники

Курсовая работа

по дисциплине ТОЭ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(полное наименование работы)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

                                                      Работа выполнена

                                            Студентом\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

                                                                           (фамилия и инициалы)

                                                        \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

                                                                    (номер зачетной книжки)

                                            Группа \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

                                                                                       (шифр группы)

                                         Отчет принят\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

                                                                                (дата принятия отчета)

                                         Преподаватель\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

                                                                                                      (Ф.И.О.)

Алматы 201...

**2 Задание. Расчет переходных процессов в линейной электрической цепи классическим и операторным методом**

Содержание задания: дана электрическая цепь (см. рисунок 1.1 – 1.10), в которой в момент времени t = 0 происходит коммутация, переключение  ключа из положения 1 в положение 2, то есть цепь от источника синусоидального напряжения *u(t)=Umsin(ωt+φu)*  переключается к источнику  постоянного напряжения . Параметры источников заданы в таблице 1.1. Параметры электрической цепи приведены в таблицах 1.2–1.3. Необходимо рассмотреть переходный процесс в цепи второго порядка и  определить закон изменения во времени тока в одной из ветвей или напряжения на каком-либо элементе после коммутации (см. таблицу 1.2), решив задачу двумя методами:

1) классическим;

2) операторным.

На основании полученного аналитического выражения требуется построить график изменения искомой величины в функции времени в интервале от  *t=0* до *t=3/|pmin|* , где *|pmin|* - меньший по модулю корень характеристического уравнения, используя программы  MathCAD или Excel.

Т а б л и ц а  2.1

|  |  |
| --- | --- |
| Год поступления | Последняя цифра зачетной книжки |
| Четный | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Нечетный | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| № схемы | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 2.10 |
| Um, В | 100 | 110 | 120 | 150 | 140 | 160 | 180 | 200 | 170 | 130 |
| φu, град | 30о | -45о | 60о | -50о | 45о | -60о | 50о | 40о | -40о | -30о |
| f, кГц | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 0,7 | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,1 |
| Uо В | 60 | 30 | 40 | 60 | 50 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |

Т а б л и ц а  2.2

|  |  |
| --- | --- |
| Год поступления | Предпоследняя цифра зачетной книжки |
| Четный | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Нечетный | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| L, мГн | 15 | 55 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 10 |
| C, мкФ | 3 | 5 | 10 | 8 | 6 | 11 | 12 | 9 | 4 | 7 |
| определить | iL (t) | UL(t) | ic (t) | Uc(t) | iR1(t) | UR1(t) | iR2(t) | UR2(t) | iR3(t) | UR3(t) |

Т а б л и ц а  2.3

|  |  |
| --- | --- |
| Год поступления | Первая буква фамилии |
| Четный | А ЛФ | Б МЦ | В НЧ | Г ОШ | Д П Щ | Е РЭ | Ж СЮ | З ТЯ | И У | К Х |
| Нечетный | К ЦЭ | ЧХ Л | А НМ | Б ЮО | В ПЯ | З Ф | Г Р Ш | Е ТЩ | Д СИ | У Ж |
| R1, Ом | 70 | 65 | 120 | 30 | 35 | 25 | 40 | 45 | 50 | 60 |
| R2, Ом | 20 | 30 | 40 | 10 | 150 | 60 | 35 | 25 | 45 | 70 |
| R3, Ом | 60 | 50 | 30 | 120 | 100 | 150 | 250 | 35 | 60 | 80 |



Рисунок 2.1



Рисунок 2.2



Рисунок 2.3



Рисунок 2.4



Рисунок 2.5



Рисунок 2.6



Рисунок 2.7



Рисунок 2.8



Рисунок 2.9



Рисунок 2.10

**3. Методические указания к выполнению курсовой работы**

3.1 Классический метод расчёта переходных процессов.

 Расчёт переходных процессов классическим методом включает следующие этапы:

а) определение независимых начальных условий: .

Независимые начальные условия определяются путём расчета установившегося режима в цепи до коммутации и с применением законов коммутации:

                   ;                 .

Так как в электрической цепи до коммутации действовал источник переменного синусоидального напряжения *U(t)=Umsin(ωt+φu)* (ключ находился в положении 1), то расчет установившихся значений *UC(t)* и *iL(t)* до коммутации осуществляют комплексным методом. Сначала определяют комплексные амплитуды напряжения на конденсаторе  и тока в катушке, а затем переходят к их мгновенным значениям *UC(t) и iL(t)* и в полученные выражения подставляют *t=0*;

б) определение принуждённого тока  или принужденного напряжения  путём расчёта установившегося режима в цепи после коммутации.

 Принужденной режим цепи после коммутации (ключ находится в положении 2) обусловлен действием источника постоянного напряжения U0, поэтому принужденная составляющая тока  (или напряжения ) может быть найдена методами расчета цепей постоянного тока. Следует отметить, что сопротивление индуктивного элемента постоянному току равно  нулю, а емкостного элемента – бесконечности;

в) запись выражения для искомого переходного тока или переходного напряжения в виде:

                   ;                            ;

г) запись дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа для цепи после коммутации;

д) Определение свободного тока  или напряжения .  Для определения  или составляется характеристическое уравнение и находятся его корни. Характеристическое уравнения составляют наиболее простым методом входного сопротивления. Для этого записывают формулу комплексного входного сопротивления для цепи после коммутации , в которой  заменяют на *р* и полученное выражение входного операторного сопротивления приравнивают к нулю . После подстановки числовых значений параметров цепи рассчитывают корни характеристического уравнения – *р1 ,р2* (цепь второго порядка).

Запись выражения  или  определяется типом корней характеристического уравнения. Выражение свободной составляющей тока  (или напряжения ) определяется видом корней характеристического уравнения . Если корни характеристического уравнения  и - различные и вещественные, то  имеет вид ,

где  и - постоянные интегрирования.

Если корни характеристического уравнения равны, т.е. , то  имеет вид .

В случае комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения  ( – собственное затухание,  – частота свободных колебаний)  имеет вид ,

где  и  – постоянные интегрирования.

В цепях второго порядка для определения постоянных интегрирования используют начальные условия, причем независимые начальные условия определяют из законов коммутации , , а зависимые начальные условия находят путем решения уравнений, составленных по законам Кирхгофа для цепи после коммутации при  t=0;

ж) определение постоянных интегрирования по начальным значениям искомой величины и её первой производной (для цепи второго порядка).

3.2 Операторный метод расчёта переходных процессов.

Расчёт переходных процессов операторным методом включает следующие этапы:

а) Определение независимых начальных условий: .

б) Составление эквивалентной операторной схемы (схема составляется для цепи после коммутации).

         Т а б л и ц а 3.1

|  |
| --- |
| Эквивалентные операторные схемы пассивных элементов |
| Исходная схема | Операторная схема |
| **http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image046.gif** | **http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image047.gif** |
| **http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image048.gif** | **http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image049.gif** |
| **http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image050.gif** | **http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image051.gif** |

в) Составление уравнений для определения изображения искомой величины, используя любой из методов расчёта: законы Кирхгофа в операторной форме, метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод эквивалентного генератора и т.п. (уравнения составляются для цепи после коммутации), и определение изображения искомой величины.

г) Определение искомой величины (оригинала) по найденному изображению, используя теорему разложения.

Т а б л и ц а 3.2

|  |
| --- |
| Теорема разложения |
| Изображение имеет вид рациональной дроби: http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image052.gifгде m<n,  http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image053.gif - характеристическое уравнение. Оригинал определяется по теореме разложения. |
| Вид корней характеристического уравнения http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image053.gif,для http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image054.gif. |   Теорема разложения |
| корни характеристического уравнения http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image053.gif, http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image055.gif− вещественные и различные | http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image056.gifhttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image057.jpghttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image058.gifгде http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image059.gif |
| корни характеристического уравнения http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image053.gif комплексные сопряженные http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image060.gif  | http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image056.gifhttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image057.jpghttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image061.gif  |
| знаменатель имеет один нулевой корень: http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image062.gif, корни характеристического уравненияhttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image053.gif,http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image055.gif− вещественные и различные | http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image063.gifhttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image057.jpghttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image064.gifhttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image065.gif |
| знаменатель имеет один нулевой корень: http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image062.gif, корни характеристического уравненияhttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image053.gif комплексные сопряженные http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image060.gif | http://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image063.gifhttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image057.jpghttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image064.gifhttp://lib.aipet.kz/aies/facultet/eef/kaf_toe/toe/umm/toe_7.files/image066.gif  |

**Список литературы**

1.           Сборник задач по теоретическим основам электротехники/ Л.Д.Бессонов, И.Г.Демидова, М.Е.Заруди и др.-М.: Высшая школа, 2003.-52 с.

2.           Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники.-М.: Гардарики,1999. – 638 с.

3.           Шебес М.Р., Каблукова М.В. Задачник по теории линейных электрических цепей. - М.: Высшая школа, 1990.- 544 с.

4.           Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей.- М.: Энергоатомиздат, 1989. -528 с.

5.           Денисенко В.И., Зуслина Е.Х ТОЭ. Учебное пособие.- Алматы: АИЭС, 2000. –  83 с.

6.     Денисенко В.И., Креслина С.Ю. ТОЭ1. Конспект лекций (для баколавриата 050702 – Автоматизация и управление). Алматы: АИЭС, 2008. – 67 с.

7.     Денисенко В.И., Креслина С.Ю., Светашев Г.М. ТОЭ2. Конспект лекций (для бакалавриата 050702 – Автоматизация и управление). Алматы: АИЭС, 2009. –  62 с.

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 Требования к выполнению и оформлению курсовой  работы | 3 |
| 2 Задание к курсовой работе | 5 |
| 3 Методические указания к выполнению курсовой работы | 9 |
| 4 Список литературы | 13 |

Сводный план 2013 г., поз. 24