Министерство образования Российской Федерации

Балтийский Государственный технический университет «Военмех»

кафедра электротехники

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

ДОМАШНИЕ И КУРСОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Под редакцией П.А. Галайдина

Санкт-Петербург

2006

Составители: *А. П. Лысенко, И. К. Желанкина, С. А. Гусев, С. Г. Костенко, Л. Ф. Погромская, Э. Л. Мальц, Ю. Н. Мустафаев, Л.А. Чередниченко, Тораманян О.С.*

Подготовка к переизданию: *С. А. Гусев, Ю. Н. Мустафаев*

**УДК 621.313 (07)**

**Э10**

###  Электротехника: Домашние и курсовые задания /Под ред. П. А. Галайдина; Балт. гос. техн. ун-т, 2-е испр. изд. СПб, 2006, 79 с.

Настоящие методические указания содержит описание восьми заданий по расчету электрических и магнитных цепей. Задания снабжены подробными методическими указаниями по их выполнению и оформлению. Приведены способы решения некоторых задач с помощью прикладной программы MathCAD.

Предназначено для студентов, изучающих курсы «Теоретические основы электротехники», «Основы теории цепей», «Общая электротехника», «Электротехника и электроника».

**УДК 621.313 (07)**

**Э10**

Рецензент: канд. техн. наук, доцент кафедры Н1 *Е. Б. Коротков*

*Утверждено*

 *редакционно-издательским*

*советом университета*

© БГТУ СПб, 2006

**Правила оформления домашнего задания и курсовой работы**

***В состав работы входят***: титульный лист, оглавление, постановка задачи, введение, основная часть, заключение, список литературы.

*Титульный лист* содержит

* полное наименование министерства, учебного заведения;
* название вида документа;
* название темы;
* сведения об исполнителе (Ф.И.0. студента, номер группы, подпись),
* сведения о преподавателе (руководителе) (Ф.И.0., ученая степень, ученое звание, подпись);
* наименование места и года выполнения.

*Оглавление* должно содержать перечень структурных элементов задания с указанием номеров страниц:

* введение;
* постановка задачи;
* главы, параграфы, пункты, подпункты;
* заключение;
* приложения;
* список литературы.

*Постановка задачи* включает схему цепи, исходные данные и определяемые физические величины.

Во *введении* приводятся цель работы и методы достижения цели.

В *основной части* приводятся основные расчеты, пояснения, графические построения.

В *заключении* приводятся выводы, характеризующие в сжатом виде итоги проделанной работы.

*Приложения* включают реализации алгоритмов на ПК.

*Список литературы*. Библиографические описания документов в списке литературы оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1, ГОСТ 7.16, ГОСТ 7.34, ГОСТ 7.40. Библиографические описания документов располагают в алфавитном порядке по первым их элементам - авторским заголовкам (фамилии и инициалы авторов) или по основным заглавиям.

***Задание 1*. Расчет установившегося процесса в электрической цепи синусоидального тока с одним источником эдс**

**Постановка задачи**

В цепи, представленной на рис. 1.1, действует источник (один из пяти возможных) синусоидальной ЭДС В.

****

Рис. 1.1

Амплитуда ЭДС E*m*=179В,начальная фаза дана в табл. 1.1. При заданной частоте  модули сопротивлений элементов цепи z1=40 Ом, z2=30 Ом, z3=40 Ом, z4=50 Ом, z5=60 ом. Характер и нумерация сопротивлений заданы в табл.1.1 и 1.2. соответственно.

Таблица 1. 1

| Вариант | Характер сопротивлений | ψ, град |
| --- | --- | --- |
| 1 | R | XL | XC | R | XL | 0 |
| 2 | XL | XC | R | XL | R | 30 |
| 3 | XC | R | XL | R | XL | 60 |
| 4 | R | XL | R | XL | XC | 120 |
| 5 | XL | R | XL | XC | R | 180 |
| 6 | XL | R | XC | XL | R | -10 |
| 7 | XL | XC | R | R | XL | -40 |
| 8 | XC | R | XL | XL | R | -70 |
| 9 | R | XL | R | XC | XL | -110 |
| 10 | R | XL | R | R | XC | -150 |
| 11 | XL | R | R | XL | XC | 20 |
| 12 | XC | XL | XL | R | R | 50 |
| 13 | R | R | XC | XL | XL | 80 |
| 14 | R | XL | XL | XC | XL | 120 |
| 15 | XL | R | R | R | XC | 150 |
| 16 | XC | R | R | XL | XL | -20 |
| 17 | XL | XC | XL | R | R | -50 |
| 18 | XC | XL | R | R | XL | -80 |
| 19 | XL | R | R | XC | XL | 90 |
| 20 | R | R | XC | XC | XL | -180 |
| 21 | XL | R | XC | R | XL | 60 |
| 22 | R | XC | XL | R | XL | -60 |
| 23 | XC | XL | R | XL | R | 35 |
| 24 | R | XL | XL | R | XC | 40 |
| 25 | XL | XL | R | XC | R | 15 |
| 26 | XL | XL | XC | R | XC | -65 |
| 27 | R | XL | XC | XL | R | 20 |
| 28 | R | XL | XL | XC | R | 50 |
| 29 | R | XC | XL | R | XC | -50 |
| 30 | XC | R | R | XL | R | 25 |

Таблица 1. 2

|  |  |
| --- | --- |
| Вариантп/п | Нумерация сопротивлений |
| 1 | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 |
| 2 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 | Z1 |
| 3 | Z3 | Z4 | Z5 | Z1 | Z2 |
| 4 | Z4 | Z5 | Z1 | Z2 | Z3 |
| 5 | Z5 | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 |
| 6 | Z1 | Z3 | Z2 | Z5 | Z4 |
| 7 | Z3 | Z2 | Z5 | Z4 | Z1 |
| 8 | Z2 | Z5 | Z4 | Z1 | Z3 |
| 9 | Z5 | Z4 | Z1 | Z3 | Z2 |
| 10 | Z4 | Z1 | Z3 | Z2 | Z5 |
| 11 | Z1 | Z5 | Z2 | Z4 | Z3 |
| 12 | Z5 | Z2 | Z4 | Z3 | Z1 |
| 13 | Z2 | Z4 | Z3 | Z1 | Z5 |

Номер варианта состоит из трех чисел, например 25-7-1. Первое и второе числа указывают номера строк в табл. 1.1 и 1.2 соответственно. Третье число указывает номер ветви, в которой включен источник ЭДС (остальные ЭДС отсутствуют, т.е. закорочены).

Для указанного варианта 25-7-1 *Z3 = jXL* = j40 Ом, *Z2 = jXL* = j30 Ом, *Z5 = R* = 60 Ом, *Z4 = -jXC* = -j50 Ом, *Z1 = R* = 40 Ом, , источник включен в первую ветвь.

**Содержание задания**

1. Рассчитать токи и напряжения на всех участках цепи по законам Кирхгофа в комплексной форме с помощью прикладной математической программы (MathCAD, MathLab и др).
2. Рассчитать токи и напряжения на всех участках цепи методом эквивалентных преобразований.
3. Построить векторные диаграммы токов и напряжений.
4. Проверить баланс активных и реактивных мощностей. Допустимая погрешность выполнения баланса мощностей 2%.
5. Определить показания измерительных приборов: амперметра, вольтметра и ваттметра.
6. Методом эквивалентного генератора определить ток в одной из ветвей схемы (номер ветви задается преподавателем).

**Методические указания.**

Рассмотрим ход выполнения задания на примере варианта 30-13-1. Изображение каждого элемента на схеме должно соответствовать его характеру ().

 В соответствии с указанным вариантом исходная схема показана на рис 1.2.

Комплексы сопротивлений элементов имеют значения , , , , , комплекс действующего значения ЭДС

В.

1. ***Расчет цепи по законам Кирхгофа***.

Выбираем направления токов в ветвях и направления обхода контуров. Цепь содержит пять ветвей и три узла. Система уравнений для комплексов действующих значений токов и напряжений включает 5 уравнений, два из которых составлены по I и три по II законам Кирхгофа:

 (1.1)

Подставляя данные, запишем систему уравнений (1.1) в матричной форме :

, (1.2)

где квадратная матрица [*A*]– обобщенная матрица коэффициентов, [*I*] – вектор-столбец токов ветвей цепи, [*F*] – вектор-столбец входных воздействий.

Составленное матричное уравнение (1.2) решаем с помощью прикладной программы MathCAD: 



Напряжения на элементах определяем по закону Ома в комплексной форме.

1. ***Расчет электрической цепи методом эквивалентных преобразований***.

С помощью метода эквивалентных преобразований находим эквивалентные сопротивления участков цепи и входное сопротивление цепи. При оформлении работы следует привести все промежуточные схемы, полученные при эквивалентных преобразованиях, с графическим отображением характера элементов.

 Все результаты следует записывать в показательной и в алгебраической формах.







.

По закону Ома

.

Тогда .

Дальнейший расчет проводится по закону Ома.





.

*Проверка*: – первый закон Кирхгофа для I узла выполняется.







.

*Проверка*: – первый закон Кирхгофа для II узла выполняется.

Найденные в п. 2 значения комплексных величин токов и напряжений на всех участках цепи в алгебраической и показательной форме, а также их мгновенные значения приведены в табл.1.3. Сравниваем их с результатами расчета п.1.

Таблица 1.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расчетнаявеличина | Комплексные значения | Мгновенные значения |
| Алгебраическая форма | Показательная форма |
|  | А |  |  |  |
| … | … | … | … | … |
|  | А |  |  |  |
|  | В |  |  |  |
| … | ... | … | … | … |
|  | В |  |  |  |

1. ***Построение векторной диаграммы токов и напряжений*.**

 Для построения векторной диаграммы (рис 1.3) используют алгебраическую форму представления комплексов действующих значений токов и напряжений. Векторные диаграммы токов и напряжений должны удовлетворять уравнениям (1.2), составленным по законам Кирхгофа. Построения выполняют на миллиметровке, используя масштабы, соответствующие ГОСТ. Желательно токи и напряжения выделять разными цветами.



Рис. 1.3

1. ***Проверка баланса активных и реактивных мощностей***.

Проверка баланса мощностей выполняется с помощью уравнения



где – сопряженный комплекс тока ветви, в которую включен источник, – комплекс э.д.с. источника, – комплексное сопротивление и действующее значение тока в ветви .

Для рассмотренного варианта: .

Определяем комплекс полной мощности источника:

 ВА.

Определяем комплекс полной мощности приемников цепи:



 Проводим оценку выполнения баланса:

;

.

Полученные расхождения находятся в пределах заданной погрешности.

1. ***Определение показаний приборов***.

Амперметр показывает действующее значение тока *I*2=*I*A = 6,209 А, вольтметр – действующее значение напряжения U4 =Uv = 75,51 В.

Показание ваттметра определяется произведением действующих значений напряжения и тока на соответствующих обмотках прибора на косинус угла сдвига фаз между ними:

**Вт.

1. ***Расчет тока***  ***методом эквивалентного генератора.***

Этот метод применяют при определении тока только в одной из ветвей сложной электрической цепи. При этом остальная часть цепи заменяется эквивалентным активным двухполюсником, называемым эквивалентным генератором(см. рис.1.4). Параметрами эквивалентного генератора являются ЭДС  и внутреннее сопротивление ***ZЭГ***.



Рис.1.4.

В процессе расчета определяют ЭДС эквивалентного генератора , где  – напряжение на зажимах разомкнутой ветви *ab* (в рассматриваемом случае *Z*2), и внутреннее сопротивление эквивалентного генератора , равное эквивалентному сопротивлению цепи по отношению к зажимам *ab*. Ток в ветви рассчитывают по формуле

.

6.1 Определение ЭДС эквивалентного генератора (рис.1.5а).



Рис.1.5

Ток источника в режиме холостого хода (ветвь 2 разомкнута) равен:

А,

где 

Э.д.с. эквивалентного генератора



6.2 Определение внутреннего сопротивления эквивалентного генератора (рис.1.5 б).

Внутреннее сопротивление эквивалентного генератора относительно точек *a* и *b*

 Ом.

Искомый ток определяется (рис 1.4)

А.

Результаты расчетов, выполненных различными методами, практически совпадают.

В заключении следует привести краткие выводы по выполненному расчету.