

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерный факультет

Кафедра технического обеспечения сельскохозяйственного производства
и агрономии

МАТЕРИАЛЫ

для обеспечения управляемой самостоятельной работы студентов

Дисциплина ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Специальность 6-05-0611-01 Информационные системы и технологии

Семестр 3

Всего часов по дисциплине:

академических 108

аудиторных 50

Всего часов УСР 4

Составитель:

Доцент кафедры ТОСПиА

_____ И.В.Дубень

1 ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЛОК

1.1 План управляемой самостоятельной работы студентов

Темы УСР	Количество часов	Форма контроля
Расчет цепи постоянного тока методом контурных токов	2	Защита отчета по УСР
Расчет однофазной цепи переменного тока комплексным методом	2	Защита отчета по УСР

1.2 Рекомендации по выполнению заданий

Задания для самостоятельного выполнения приведены в разделе 2.

Вариант исходных данных соответствует номеру обучающегося в списке группы.

1.3 Требования к оформлению работ

Выполненные задания представляют собой решения всех задач в тетради в клетку, которые должны быть оформлены рукописным способом. Обязательно приводятся номер варианта исходных данных, схемы цепи и исходные данные согласно выполняемому варианту. Все расчетные формулы должны содержать наименования определяемых величин, расчетные формулы в общем виде, а также единицы измерения величин. Схемы и векторные диаграммы выполняются карандашом с соблюдением масштаба построений и норм ЕСКД. В конце решения задач приводятся численные ответы с указанием наименования, обозначения величин и единиц измерения.

1.4 Теоретические вопросы к изучению

Перед выполнением заданий необходимо изучить теоретический материал в конспектах лекций и литературных источниках по изучаемой дисциплине [2—4], а также ознакомиться с примерами решения задач [1].

1.5 Список рекомендуемых источников

1. Решение задач по расчёту электрических и магнитных цепей : практ. рук. для аудитор. и самостоят. работы студентов инженер. специальностей / сост. И. В. Дубень. — Барановичи : РИО БарГУ, 2013. — 134 с.

2. Рекус, Г. Г. Сборник задач и упражнений по электротехнике / Г. Г. Рекус. — М. : Высш. шк., 2001 г. — 416 с.

3. Лоторейчук, Е. А. Теоретические основы электротехники : учебник / Е. А. Лоторейчук. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2004. — 316 с.

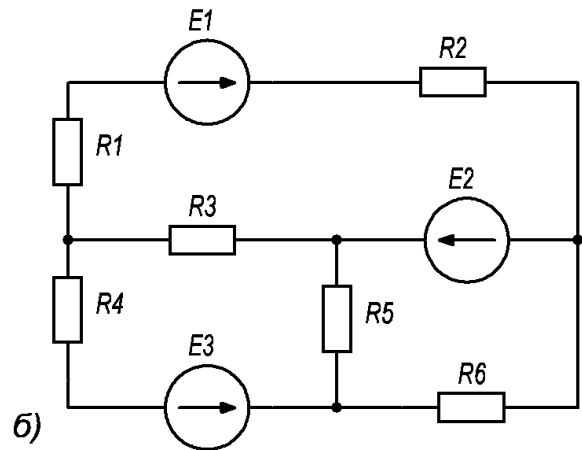
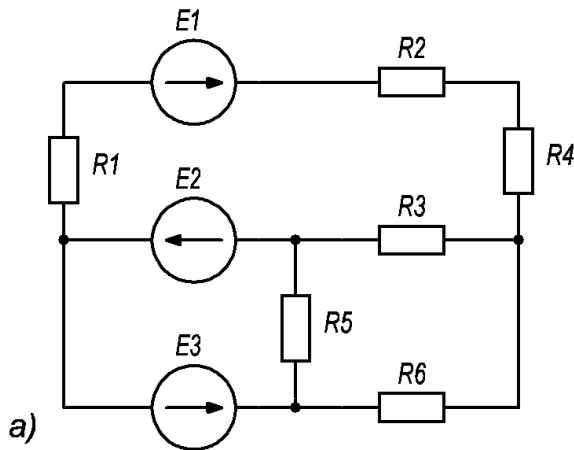
4. Иванов, И. И. Электротехника. Основные положения, примеры и задачи. / И. И. Иванов, А. Ф. Лукин, Г. И. Соловьев. — 3-е изд. — Спб.: Лань, 2004. — 192 с.

2 БЛОК ЗАДАНИЙ

Задание №1

Расчет цепи постоянного тока методом контурных токов

При заданных параметрах элементов цепи определить токи в ветвях. Проверить правильность решения задачи по уравнению баланса мощности.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E_1, \text{В}$	10	13	14	15	14	13	12	11	10	12	12	13
$E_2, \text{В}$	15	14	13	12	11	10	11	13	13	14	15	16
$E_3, \text{В}$	20	10	18	10	16	17	15	15	18	10	20	19
$R_1, \text{Ом}$	5	6	10	12	7	8	5	6	9	11	8	4
$R_2, \text{Ом}$	8	8	12	7	3	5	6	9	11	8	4	7
$R_3, \text{Ом}$	10	12	7	8	8	6	9	4	8	4	7	4
$R_4, \text{Ом}$	12	7	3	5	6	9	3	8	4	7	4	10
$R_5, \text{Ом}$	7	3	5	6	9	10	8	4	7	4	10	3
$R_6, \text{Ом}$	3	5	6	9	11	8	4	7	4	10	3	9

Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$E_1, \text{В}$	10	15	14	15	14	13	12	11	10	12	12	13
$E_2, \text{В}$	15	20	13	12	11	10	11	13	13	14	15	16
$E_3, \text{В}$	20	10	18	10	16	17	15	15	18	10	20	19
$R_1, \text{Ом}$	5	6	9	11	8	4	5	6	8	10	7	8
$R_2, \text{Ом}$	6	9	10	8	4	7	6	9	12	7	8	5
$R_3, \text{Ом}$	9	12	8	4	7	4	10	12	7	3	5	6
$R_4, \text{Ом}$	11	8	4	7	4	11	12	7	3	5	6	9
$R_5, \text{Ом}$	8	4	7	4	9	3	7	3	5	6	9	11
$R_6, \text{Ом}$	4	7	4	10	3	9	3	5	6	9	11	6

Примечание. Схема *a* соответствует нечетному варианту, схема *б* – четному.

Методические указания по решению задачи

Наиболее рациональный способ расчета разветвленных цепей постоянного тока с несколькими источниками — метод контурных токов.

Обозначим k — число независимых контуров в цепи, n — число ветвей, m — число узлов.

1. Обозначим на схеме цепи I_i — токи ветвей и I_{kj} — контурные токи.
2. Составляем n вспомогательных уравнений, связывающие токи ветвей с контурными токами, при этом токи в смежных ветвях определяются на основе принципа суперпозиции с учетом их направлений.
3. Для контуров составляем k уравнений по второму закону Кирхгофа с контурными токами, при этом учитываем падения напряжения на сопротивлениях в смежных ветвях, обусловленные токами соседних контуров.
4. Решаем полученную систему уравнений и определяем значения контурных токов I_{kj} .
5. По вспомогательным уравнениям (п. 2) определяем токи ветвей I_i .
6. Проверяем правильность решения задачи по уравнению баланса мощности:

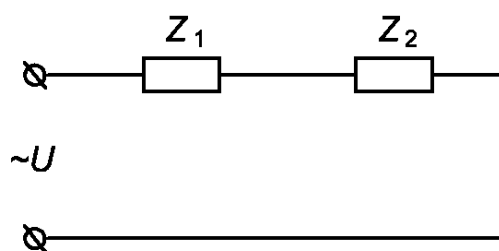
$$\sum_{j=1}^k E_j I_j = \sum_{i=1}^n I_i^2 R_i.$$

Задание №2

Расчет неразветвленной однофазной цепи переменного тока комплексным методом

При заданных напряжении питания и параметрах участков цепи в комплексном виде составить схему замещения цепи и определить:

- 1) частоту тока f ;
- 2) действующее значение U напряжения источника;
- 3) мгновенное значение силы тока i ;
- 4) величины, обозначенные знаком вопроса.



Вариант	$U, \text{В}$	$Z_1, \text{Ом}$	$Z_2, \text{Ом}$	$R, \text{Ом}$	$L, \text{мГн}$	$C, \text{мкФ}$	$P, \text{Вт}$	$Q, \text{Вар}$	$\varphi, \text{град.}$
1	$110 \sin(314t+30^\circ)$	$10 + j10$	$30 - j20$?	?	?	?		
2	$156 \sin(628t-20^\circ)$	$20 + j15$	$40 - j25$?		?	?	?
3	$180 \sin(942t+10^\circ)$	$30 - j20$	$50 + j30$?	?	?	?		
4	$311 \sin(1056t-40^\circ)$	$40 - j25$	$20 + j10$?	?		?	?
5	$537 \sin(314t+50^\circ)$	$50 + j30$	$30 - j15$?			?	?	?
6	$110 \sin(628t-20^\circ)$	$20 + j10$	$30 - j20$?	?	?	?		
7	$156 \sin(942t+10^\circ)$	$30 - j15$	$40 + j25$?	?		?	?

Вариант	$U, В$	$Z_1, Ом$	$Z_2, Ом$	$R, Ом$	$L, мГн$	$C, мкФ$	$P, Вт$	$Q, Вар$	$\varphi, град.$
8	$180 \sin(1056t - 40^\circ)$	$40 - j20$	$50 + j30$?	?	?	?		
9	$311 \sin(314t + 10^\circ)$	$50 + j30$	$20 - j10$?		?		?	?
10	$537 \sin(628t - 40^\circ)$	$20 + j40$	$30 - j15$?	?		?	?
11	$110 \sin(942t + 50^\circ)$	$30 - j10$	$30 + j20$?	?	?	?		
12	$156 \sin(1056t - 60^\circ)$	$25 - j10$	$40 + j25$?	?		?	?
13	$180 \sin(314t + 70^\circ)$	$30 + j15$	$50 - j30$?			?	?	?
14	$311 \sin(628t - 10^\circ)$	$40 - j20$	$20 + j10$?	?	?	?		
15	$537 \sin(942t + 20^\circ)$	$50 + j30$	$30 - j15$?	?			?	?
16	$110 \sin(1056t - 30^\circ)$	$20 - j40$	$20 + j10$?	?	?	?		
17	$156 \sin(1884t + 40^\circ)$	$30 - j10$	$30 + j15$?	?		?	?
18	$180 \sin(628t - 50^\circ)$	$50 + j30$	$40 - j20$?	?	?	?		
19	$311 \sin(1056t + 60^\circ)$	$20 + j10$	$50 - j30$?	?	?	?
20	$537 \sin(314t - 10^\circ)$	$30 - j15$	$20 + j10$?	?		?	?
21	$110 \sin(942t + 20^\circ)$	$40 - j20$	$40 + j25$?	?	?	?		
22	$156 \sin(314t + 30^\circ)$	$50 + j30$	$50 - j30$?	?		?	?
23	$180 \sin(628t + 40^\circ)$	$30 - j15$	$20 + j10$?	?			?	?
24	$311 \sin(1884t - 50^\circ)$	$30 - j20$	$30 + j15$?	?	?	?		

Методические указания по решению задачи

При составлении схемы замещения цепи необходимо учитывать, что действительная часть комплексного сопротивления соответствует активному сопротивлению R , мнимая часть – реактивному X .

Полное сопротивление цепи с включенными последовательно приемниками, сопротивление которых $\underline{Z}_1 = R_1 + jX_1$ и $\underline{Z}_2 = R_2 + jX_2$:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 = (R_1 + R_2) + j(X_1 + X_2).$$

В общем виде полное сопротивление цепи:

$$\underline{Z} = R + jX = R + j(X_L - X_C).$$

В соответствии с выражением $X = X_L - X_C$ вид реактивного сопротивления определяется по его знаку:

«+» — реактивное сопротивление имеет индуктивный характер: $X = X_L$,

«-» — реактивное сопротивление имеет емкостной характер: $X = X_C$.

Индуктивность (если реактивное сопротивление положительное):

$$L = X_L / 2\pi f.$$

Емкость (если реактивное сопротивление отрицательное):

$$C = 1 / 2\pi f X_C.$$

Напряжение задано в виде мгновенного значения $u = U_m \sin(\omega t + \psi_U)$, откуда действующее значение напряжения (В) и частота тока (Гц):

$$U = U_m / \sqrt{2}; \quad f = \omega / 2\pi.$$

Напряжение в комплексном виде (алгебраическая и показательная формы):

$$\dot{U} = U' + jU'' = U \cdot e^{j\psi_U}.$$

Сила тока в комплексном виде (алгебраическая и показательная формы):

$$\dot{I} = \dot{U} / \underline{Z} = I' + jI'' = I \cdot e^{j\psi_I},$$

откуда I и ψ_I — действующее значение и начальная фаза тока источника.

Амплитудное и мгновенное значение тока в цепи (А):

$$I_m = \sqrt{2} \cdot I; \quad i = I_m \cdot \sin(\omega t + \psi_I).$$

Угол сдвига фаз между напряжением и током (град.):

$$\varphi = \psi_U - \psi_I.$$

Мощность цепи в комплексном виде:

$$\underline{S} = \dot{U} \cdot I^* = P + jQ,$$

где I^* — сопряженный комплекс тока:

$$I^* = I \cdot e^{-j\varphi} = I' - jI'',$$

для определения которого необходимо изменить знак аргумента $j\varphi$ или знак мнимой (реактивной) составляющей тока jI'' .

3 КОНТРОЛЬНЫЙ БЛОК

3.1 Перечень контрольных мероприятий

Контрольные мероприятия включают проверку преподавателем решения задач в сроки, установленные графиком учебного процесса, но не позднее начала зачетной недели.

3.2 Форма контроля знаний

Проверка выполненных заданий производится с выставлением отметки по 10-балльной шкале. Результаты УСР учитываются при семестровом контроле учебных достижений обучающихся и допуске к экзамену.