



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

Кафедра
теоретических
основ электротехники

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ 1

Методические указания и задания
к выполнению расчетно-графических работ №1-3
(для специальности 5В071800 – Электроэнергетика)

Алматы 2016

СОСТАВИТЕЛИ: М.М. Аршидинов, Л.П. Болдырева. Теоретические основы электротехники 1. Методические указания и задания к выполнению расчетно-графических работ №1-3 (для специальности 5В071800 – Электроэнергетика).

– Алматы: АУЭС, 2016.-18 с.

Представлены методические указания и задания к расчетно-графическим работам по курсу «Теоретические основы электротехники 1» по разделам: «Линейные электрические цепи постоянного тока», «Цепи однофазного синусоидального тока», «Трехфазные цепи».

Расчетно-графические задания предназначены для студентов второго курса, обучающихся в бакалавриате по специальности 5В071800 - Электроэнергетика.

Ил. 32, табл.9, библиогр.- 8 назв.

Рецензент: доц. Гали К.О.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2016 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2016 г.

Содержание

1 Методические указания к выполнению и оформлению расчетно-графических работ	4
2 Задание № 1. Расчёт разветвлённых линейных цепей постоянного тока.....	5
3 Задание № 2. Расчёт разветвленных электрических цепей однофазного синусоидального тока	10
4 Задание № 3. Расчёт симметричных и несимметричных режимов в трехфазных цепях со статистической нагрузкой	13
Список литературы	17

1 Методические указания к выполнению и оформлению расчетно-графических работ

Расчётно-графические работы (РГР) являются важнейшим компонентом при изучении курса «Теоретические основы электротехники 1» (ТОЭ1). Выполнение РГР позволяет студенту применить теоретические положения при проведении практических расчётов, получить навыки самостоятельного анализа электрических цепей, что, в конечном итоге, способствует успешному освоению курса ТОЭ 1.

Предлагаемая методическая разработка содержит задания и методические указания к трем РГР по основным разделам ТОЭ 1, изучаемым в третьем семестре. РГР №1 посвящена расчёту разветвлённых линейных электрических цепей постоянного тока с использованием основных методов расчёта электрических цепей. В РГР №2 производится расчёт линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока комплексным методом. В РГР №3 производится расчёт симметричных и несимметричных режимов в трехфазных цепях.

При выполнении расчётно-графических работ необходимо:

- выбрать свой вариант, текст задания должен быть переписан полностью без сокращений в пояснительную записку расчётно-графической работы;
- каждый этап расчётно-графической работы должен быть озаглавлен, работа выполняется только на одной стороне листа;
- в пояснительной записке приводить не только расчётные формулы и конечные результаты, но также пояснения и необходимые промежуточные вычисления, позволяющие понимать выполняемые действия и проверять их;
- номер варианта и группа, фамилия и инициалы студента должны быть написаны на титульном листе;
- для параметров, имеющих определённые размерности, писать соответствующие единицы измерения, над комплексами ставить точки;
- не допускать изменений наименований узлов, параметров, резисторов, индуктивностей, ёмкостей, условных положительных направлений токов и напряжений;
- кривые мгновенных величин, векторные, топографические и круговые диаграммы должны выполняться на вклеенных листах миллиметровой или клетчатой бумаги;
- на графике обязательно указывать названия изображаемых величин. Подбирать масштабы так, чтобы было удобно пользоваться графиком или диаграммой. Схемы в пояснительной записке должны быть выполнены карандашом с применением линейки, циркуля;
- привести список использованной литературы.

2 Задание № 1. Расчёт разветвлённых линейных цепей постоянного тока

Для электрической цепи, заданной в соответствии с вариантом таблицами 2.1-2.3 и рисунками 2.1-2.20, выполнить следующее:

- а) составить систему уравнений по законам Кирхгофа;
- б) рассчитать токи во всех ветвях методами контурных токов и узловых потенциалов, сопоставить результаты расчётов двумя методами, определить погрешность расчётов;
- в) составить уравнение баланса мощностей и проверить точность, с которой он выполняется.
- г) рассчитать один из токов (таблица 2.3) методом активного двухполюсника (эквивалентного генератора) и сопоставить полученный результат со значениями этого тока, полученными при расчете методами контурных токов и узловых потенциалов.

Методические указания:

- а) при расчете методом контурных токов или методом узловых потенциалов источник тока целесообразно заменить эквивалентным источником ЭДС;
- б) при расчете методом узловых потенциалов следует заземлить один из узлов, прилегающих к ветви с нулевым сопротивлением, тогда потенциал другого узла будет равен ЭДС этой ветви, взятой с соответствующим знаком.

Таблица 2.1

Год поступления	Последняя цифра зачётной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
нечётный № рисунка	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.20
чётный № рисунка	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
$E_1, В$	100	0	0	200	180	0	0	0	250	0
$E_2, В$	0	180	250	150	0	150	0	180	200	150
$E_3, В$	120	0	150	0	200	120	100	250	100	0
$E_4, В$	250	140	0	0	250	200	150	200	0	250
$E_5, В$	0	250	100	250	0	0	200	0	0	130
$E_6, В$	200	100	200	170	150	180	220	150	200	100

Таблица 2.2

Год поступления	Предпоследняя цифра зачётной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
нечётный	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
чётный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_1, \text{ Ом}$	70	80	60	30	20	70	60	90	30	70
$R_2, \text{ Ом}$	30	40	20	80	50	80	50	70	60	50
$R_3, \text{ Ом}$	90	60	50	40	70	40	80	60	80	60
$R_4, \text{ Ом}$	40	40	70	90	30	90	20	30	20	40
$R_5, \text{ Ом}$	60	90	90	60	40	20	60	50	50	20

Таблица 2.3

Год поступления	Первая буква фамилии				
	нечётный	ЕАЖНУ	МБОЗФЫ	ВИПХЦТ	ГКРЭЦЯ
чётный	ВИПХЦТ	ЕАЖНУ	ДЛСЮЧШ	МБОЗФЫ	ГКРЭЦЯ
$J, \text{ А}$	5	3	2	6	4
Рассчитать ток	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5

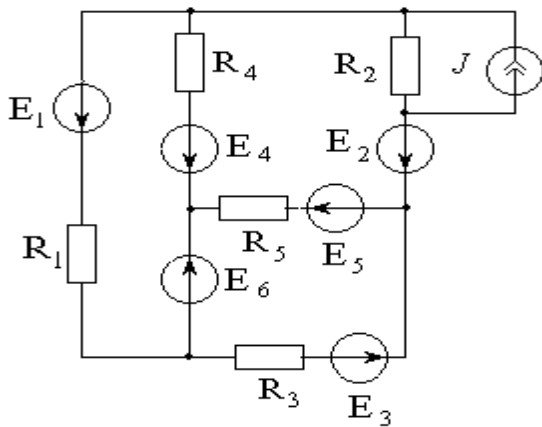


Рисунок 2.1

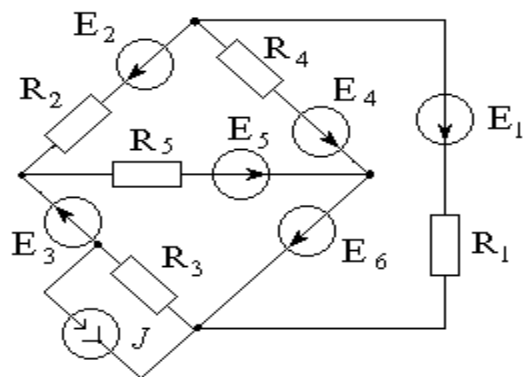


Рисунок 2.2

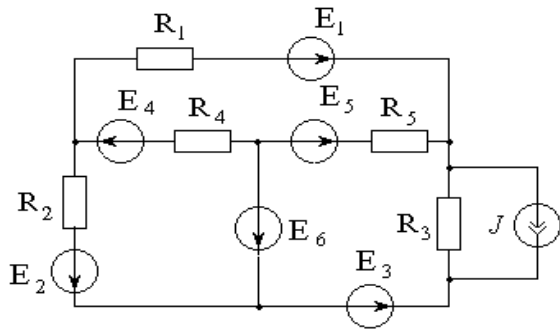


Рисунок 2.3

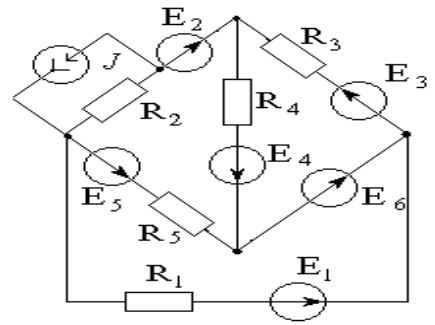


Рисунок 2.4

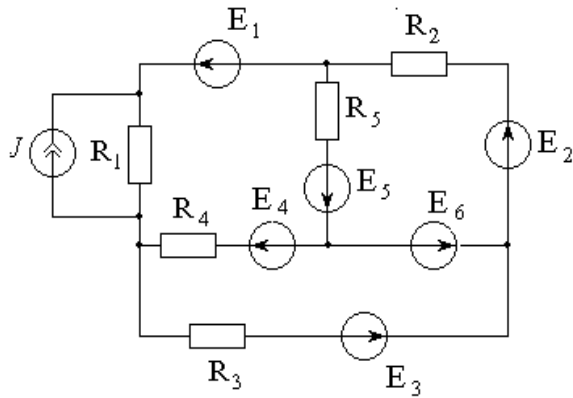


Рисунок 2.5

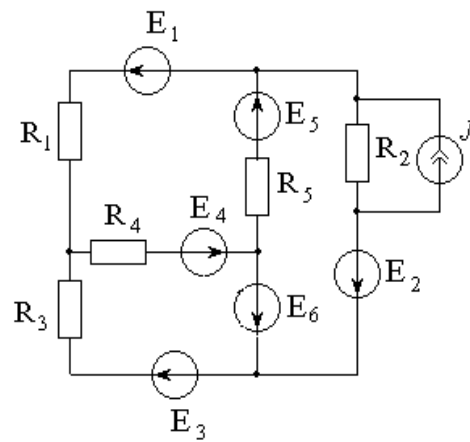


Рисунок 2.6

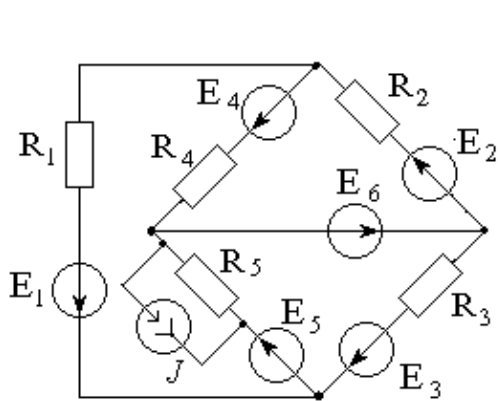


Рисунок 2.7

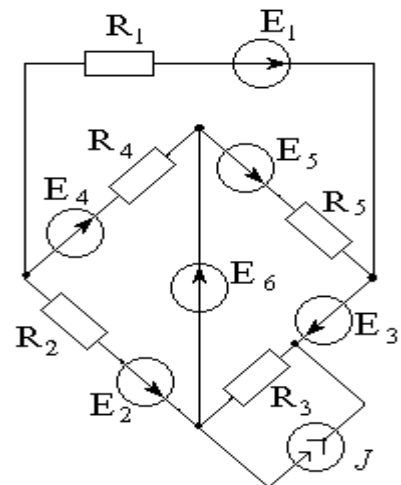


Рисунок 2.8

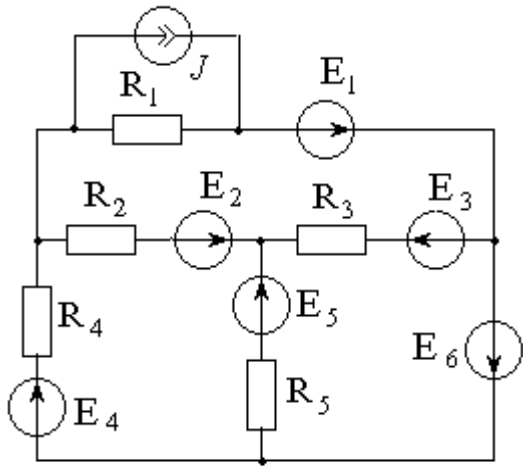


Рисунок 2.9

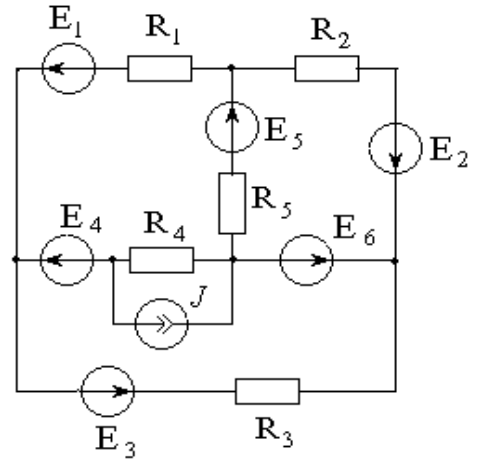


Рисунок 2.10

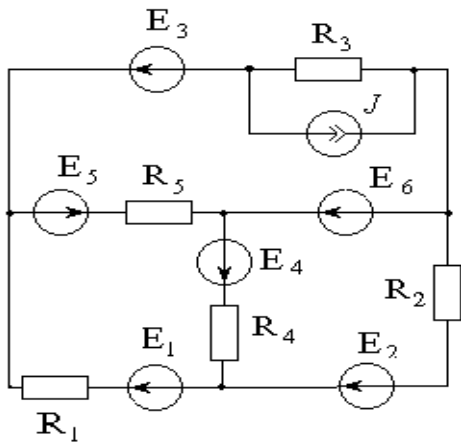


Рисунок 2.11

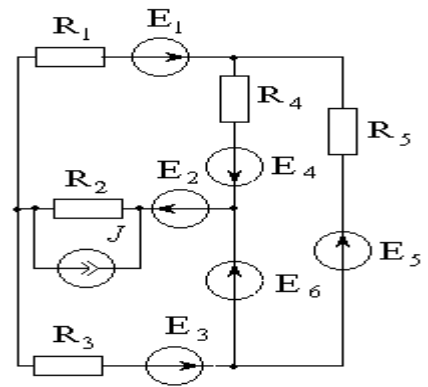


Рисунок 2.12

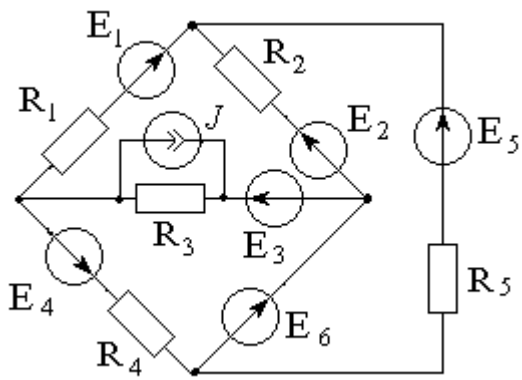


Рисунок 2.13

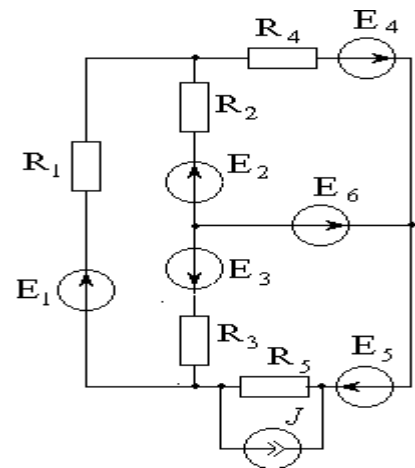


Рисунок 2.14

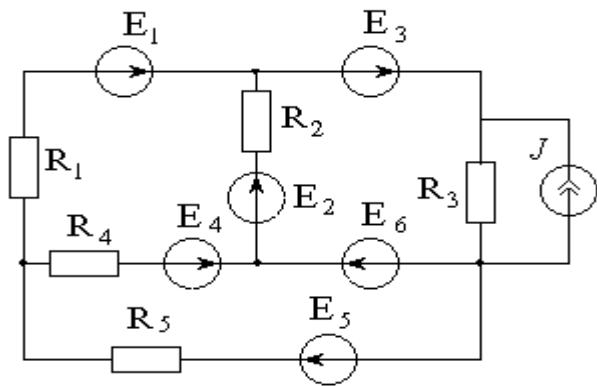


Рисунок 2.15

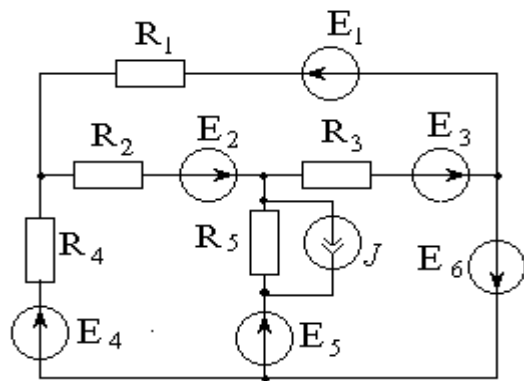


Рисунок 2.16

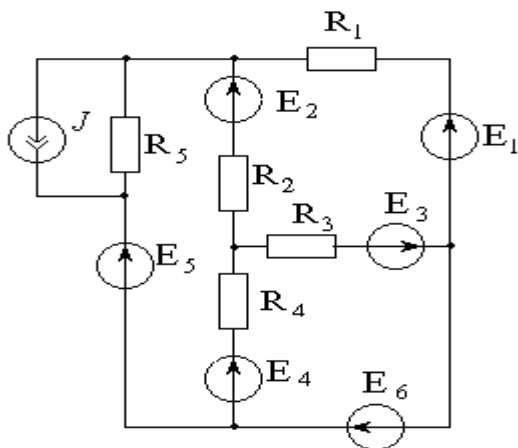


Рисунок 2.17

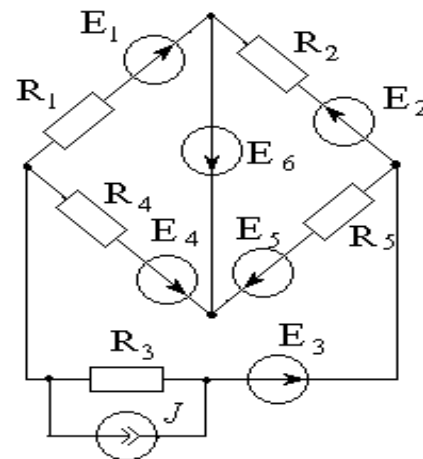


Рисунок 2.18

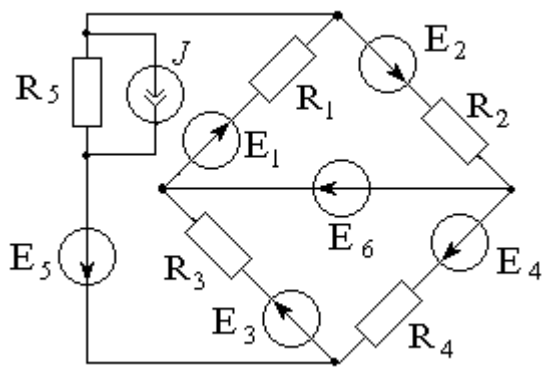


Рисунок 2.19

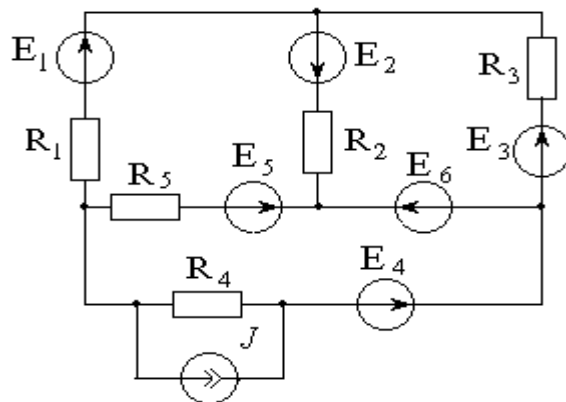


Рисунок 2.20

3 Задание № 2. Расчёт разветвлённых электрических цепей однофазного синусоидального тока

Для разветвлённой электрической цепи (рисунки 3.1-3.10) выполнить следующее:

- составить систему уравнений по законам Кирхгофа для мгновенных значений токов и напряжений и для комплексных величин;
- рассчитать комплексные действующие значения токов во всех ветвях двумя методами: методом контурных токов и методом узловых потенциалов;
- составить уравнение баланса мощностей в цепи и проверить точность его выполнения;
- построить топографическую диаграмму, совмещённую с векторной диаграммой токов.

Методические указания:

- при расчёте методами контурных токов и узловых потенциалов схему можно упростить путём замены двух параллельных ветвей с пассивными элементами одной эквивалентной;
- баланс мощностей можно составить для комплексной, активной и реактивной мощностей. Для полных мощностей уравнение баланса не составляется;
- при построении топографической диаграммы точку с нулевым потенциалом следует поместить в начало координат на комплексной плоскости и из этой же точки строить вектора токов.

Таблица 3.1

Год поступления	Последняя цифра зачётной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
чётный № рисунка	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
нечётный № рисунка	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$E_1, В$	70	60	75	100	50	45	50	80	40	80
$\psi_{e_1}, \text{град.}$	30	90	45	45	0	0	30	0	60	30
$E_2, В$	35	40	50	65	40	20	60	100	75	30
$\psi_{e_2}, \text{град.}$	0	30	-90	0	-45	45	0	90	0	0
$E_3, В$	30	55	70	70	65	40	30	90	60	50
$\psi_{e_3}, \text{град.}$	-90	0	0	-90	30	30	-45	60	30	45

Таблица 3.2

Год поступления	Предпоследняя цифра зачётной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
чётный	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
нечётный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_1, \text{ Ом}$	15	16	8	25	45	15	12	15	50	15
$X_{L_1}, \text{ Ом}$	10	25	8	40	30	40	15	10	35	10
$X_{C_1}, \text{ Ом}$	20	10	7	20	40	20	30	8	40	20
$R_2, \text{ Ом}$	18	45	18	8	30	18	15	18	18	15
$X_{L_2}, \text{ Ом}$	15	15	10	10	25	20	10	10	25	8
$X_{C_2}, \text{ Ом}$	30	10	6	12	15	25	5	15	12	6

Таблица 3.3

Год поступления	Первая буква фамилии									
	БЛ Ц	КХ	ВМ Ч	ГНШ	ДОЩ	ЕПР	ЖСЗ	ТЭИ	УЮФ	АЯ
чётный	БЛ Ц	КХ	ВМ Ч	ГНШ	ДОЩ	ЕПР	ЖСЗ	ТЭИ	УЮФ	АЯ
нечётный	ГН Ш	ДО Щ	ЕП Р	ЖСЗ	ТЭИ	УЮ Ф	АЯ	БЛЦ	КХ	ВМЧ
$R_3, \text{ Ом}$	20	25	18	16	20	35	15	20	10	35
$X_{L_3}, \text{ Ом}$	9	10	6	20	10	15	12	10	8	10
$X_{C_3}, \text{ Ом}$	12	20	10	15	8	30	20	15	6	20

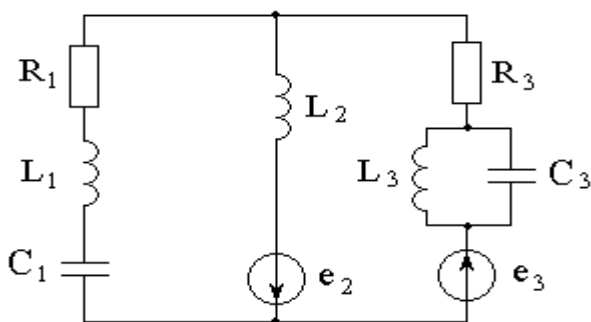


Рисунок 3.1

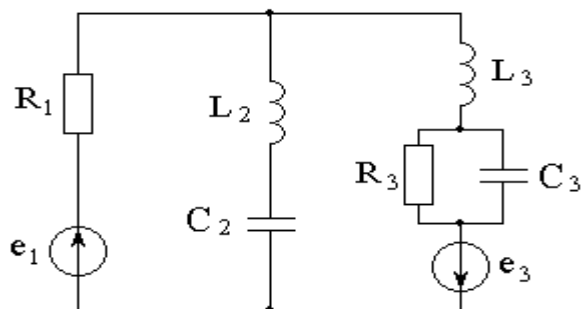


Рисунок 3.2

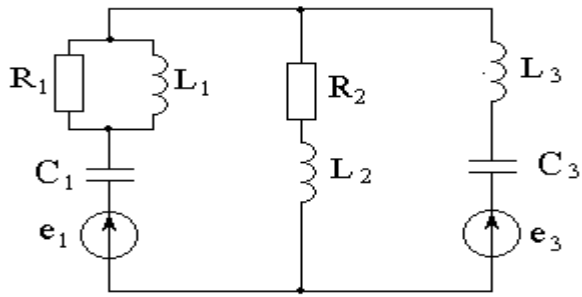


Рисунок 3.3

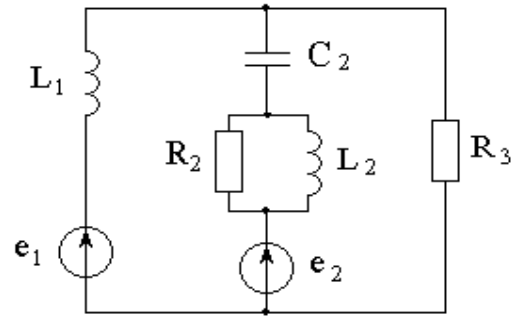


Рисунок 3.4

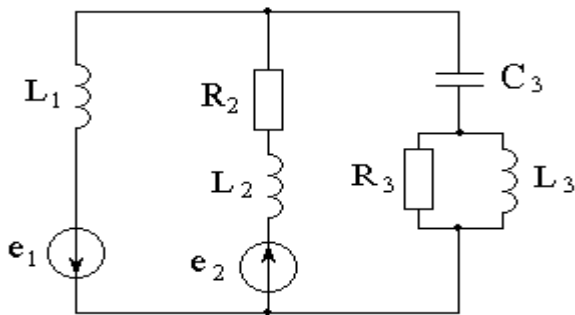


Рисунок 3.5

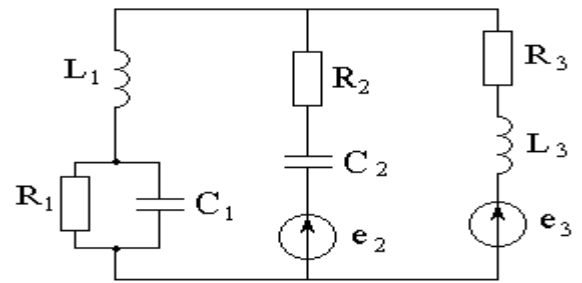


Рисунок 3.6

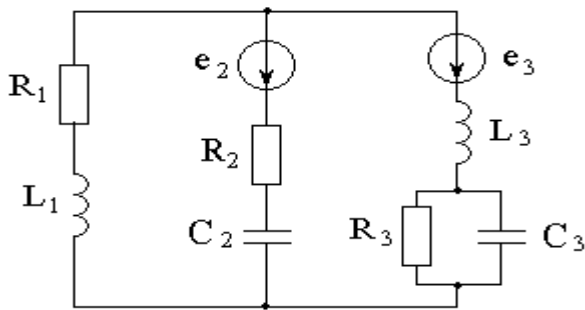


Рисунок 3.7

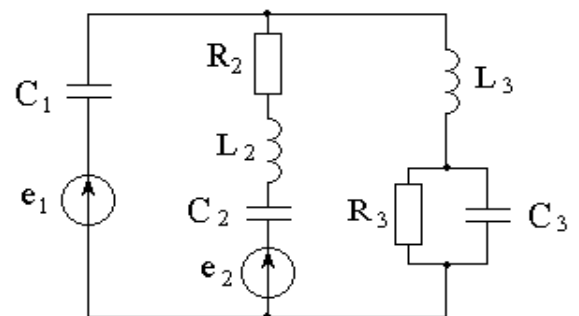


Рисунок 3.8

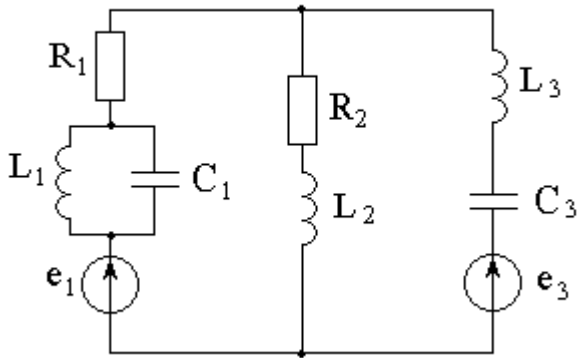


Рисунок 3.9

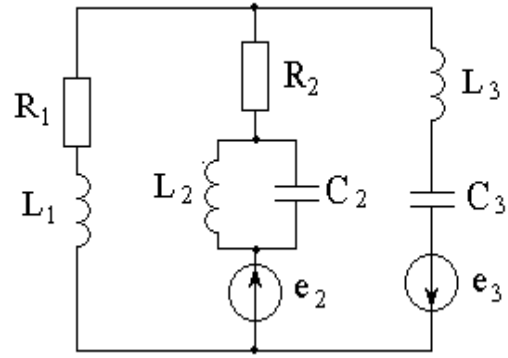


Рисунок 3.10

4 Задание № 3. Расчёт симметричных и несимметричных режимов в трёхфазных цепях со статической нагрузкой

К симметричному трёхфазному генератору с фазной ЭДС E_ϕ через линию, сопротивление каждого провода которой $Z_{пр}$, подключены два симметричных приёмника, соединённые звездой с фазными сопротивлениями Z_1 и треугольником, с фазными сопротивлениями Z_2 (рисунок 4.1). Значения фазных ЭДС генератора и параметров цепи приведены в таблицах 4.1, 4.2, 4.3.

Выполнить следующее: в соответствии с заданным вариантом рассчитать: токи в линейных проводах и в фазах приёмников; фазные напряжения приёмников; активную, реактивную, полную мощности; построить векторные диаграммы для трёх режимов работы трёхфазной цепи:

- симметричный режим;
- обрыв одного из линейных проводов или обрыв одной из фаз приёмника.

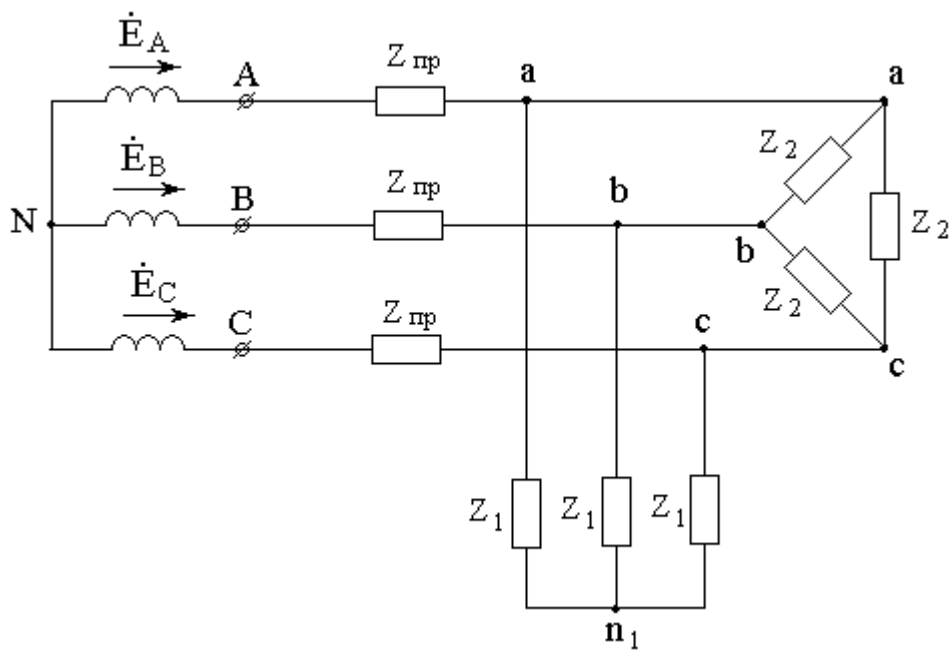


Рисунок 4.1

Таблица 4.1

Год поступления	Первая буква фамилии									
	нечётный	АЯ	УЮ Ф	КХ	БЛ Ц	ВМЧ	ТЭИ	ЖСЗ	ДО Щ	ЕПР
чётный	ФЕУ	ЦБ Х	ГЧВ	ЩД Ш	МЛК	ПОН	ЖСР	ТЗ	АИЭ	ЯЮ
$E_{\phi}, \text{ В}$	220	120	180	127	120	220	160	200	100	380
$Z_{\text{пр}}, \text{ Ом}$	$2+j2$	$1+j2$	$0,5+j2$	$1+j1$	$1+j2,5$	$2+j2,5$	$2+j3$	$0,5+j1$	$0,4+j1$	$1+j1,5$

Таблица 4.2

Год поступления	Последняя цифра зачётной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
чётный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
нечётный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Z_1 , Ом	60- j20	70+ j30	50- j40	100+ j50	90- j60	100- j50	70- j100	60+ j80	80- j110	100+ j70
Обрыв линии	--	A	--	B	--	C	--	B	--	C

Таблица 4.3

Год поступления	Предпоследняя цифра зачётной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
чётный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
нечётный	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Z_2 , Ом	70+ j80	60- j90	80+ j80	90- j50	40+ j90	30- j60	100- j80	120+ j70	90+ j40	80- j50
Обрыв фазы	--	ав	--	bc	--	ca	--	an ₁	--	bn ₁

Методические указания:

Для расчёта симметричного режима трёхфазной цепи соединение приёмника треугольником с сопротивлениями Z_2 заменяют на соединение эквивалентной звездой. Все нейтральные точки в симметричном режиме имеют одинаковый потенциал, и их можно соединить проводом без сопротивлений. Режим работы фазы А не изменится, если из полученной схемы удалить фазы В и С. В результате получим однофазную схему для расчёта токов в фазе А (рисунок 4.2, где Z'_2 - сопротивления эквивалентной звезды).

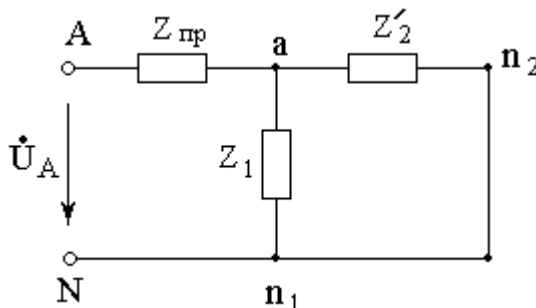


Рисунок 4.2

Соответствующие токи в фазах В и С по модулю такие же, как и в фазе А, и сдвинуты по фазе относительно токов в фазе А на угол $\pm 120^\circ$.

Для расчёта несимметричных режимов трёхфазной цепи (обрыв в линии или в одной из фаз треугольника приёмника) приёмник, соединённый звездой с сопротивлениями Z_1 , преобразовывают в эквивалентный треугольник, ветви которого параллельны ветвям треугольника приёмника с сопротивлениями Z_2 . Затем заменяют каждую пару параллельных ветвей треугольников одной ветвью, в результате получается схема с одним эквивалентным треугольником.

Список литературы

- 1 Атабеков Г.И. ТОЭ. Линейные электрические цепи.-СПб.: «Лань», 2010.
- 2 ТОЭ т.1/под ред. Демирчян К.С. и др.-СПб., 2006.
- 3 Сборник задач по теоретическим основам электротехники/ Л.Д.Бессонов, И.Г.Демидова, М.Е.Заруди и др.-М.: Высшая школа, 2003.-52с.
- 4 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. Т.1. - СПб.: Питер, 2003.-463с.
- Прянишников В.А. ТОЭ: Курс лекций: Учебное пособие – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб., 2000 – 368 с.
- 5 Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей.- М.: Энергоатомиздат, 1989. -528с.
- 6 Денисенко В.И., Креслина С.Ю. Теоретические основы электротехники 2. Конспект лекции (для студентов всех форм обучения специальности 050718 – Электроэнергетика). - Алматы: АИЭС, 2007. - 62 с.
- 7 Денисенко В.И., Креслина С.Ю. Теоретические основы электротехники 1. Конспект лекции (для студентов всех форм обучения специальности 050718 – Электроэнергетика). - Алматы: АИЭС, 2006. - 63 с.
- 8 Денисенко В.И., Зуслина Е.Х. ТОЭ. Учебное пособие.- Алматы: АИЭС, 2000. 83 с.

Маликжан Мамежанович Аршидинов
Любовь Павловна Болдырева

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ 1

Методические указания и задания
к выполнению расчетно - графических работ №1-3
(для специальности 5В071800 – Электроэнергетика)

Редактор Л.Т. Сластихина
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать _____
Тираж 250 экз.
Объем 1,1 уч. - изд. л.

Формат 60x84 1/16
Бумага типографская №1
Заказ _____. Цена 550 тенге.

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинского университета энергетики и связи»
050013, Алматы, Байтурсынова 126