Министерство образования Иркутской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области
«Усть-Ордынский аграрный техникум»

СОГЛАСОВАНО
на заседании МК
Протокол № ___ от «___» ____ 20__ г
Председатель М.К
_____ Н.В. Кизима

УТВЕРЖДАЮ
Зам директора по УПР
_____ А.И. Графин
«___»_____20__г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

По выполнению практических работ

По учебной дисциплине: Электротехника.
Профессия: Мастер по техническому обслуживанию и ремонту машинно-тракторного парка.

Усть-Ордынский

Методические указания по выполнению практических работ для обучающихся по учебной дисциплине: электротехника, – Усть-Ордынский: ГБПОУ СПО УО АТ

В методических указаниях по выполнению практических работ, при проведении практических занятий для обучающихся по учебной дисциплине: электротехника, разработаны практические работы.

Методические указания предназначены для обучающихся по Профессии: Мастер по техническому обслуживанию и ремонту машинно-тракторного парка.

Дан порядок выполнения работ, вопросы, которые нужно отработать и формы отчета.

Пояснительная записка.

Методические указания по выполнению практических работ предназначены для обучающихся по профессии: Мастер по техническому обслуживанию и ремонту машинно- тракторного парка.

Оформление отчета после выполнения заданий, способствует повторению и закреплению знаний, полученных на уроках теоретического обучения и более плодотворной работе на практических занятиях.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**
- читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;
- рассчитывать параметры электрических схем;
- собирать электрические схемы;
- пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
- проводить сращивание, спайку и изоляцию проводов и контролировать качество выполняемых работ.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**
- электротехническую терминологию;
- основные законы электротехники;
- типы электрических схем;
- правила графического изображения элементов электрических схем;
- методы расчета электрических цепей;
- основные элементы электрических сетей;
- принципы действия, устройство, основные характеристики электроизмерительных приборов, электрических машин, аппаратуры управления и защиты;
- схемы электроснабжения;
- основные правила эксплуатации электрооборудования;
- способы экономии электроэнергии;
- основные электротехнические материалы;
- правила сращивания, спайки и изоляции проводов.

Перечень практических работ

№п/п	Наименование работ
1	Моделирование электростатических полей
2	Расчет простых электрических цепей.
3	Расчет разветвленной электрической цепи
4	Расчет электрических цепей методом преобразования схем
5	Расчет сил действующих между параллельными проводниками с током.
6	Расчет силы, действующей на проводник с током в магнитном поле.
7	Расчет энергии магнитного поля катушки.
8	Расчет неразветвленной электрической цепи с R – L – C элементами.
9	Расчет разветвленной электрической цепи с R – L – C элементами.
10	Вычисление характеристик переменного тока.
11	Расчет трехфазной цепи при соединении приемников энергии звездой и треугольником
12	Расчет электрической нагрузки трехфазной четырехпроводной цепи.
13	Расчет и сборка маломощных трансформаторов. Проверка трансформаторов
14	Сращивание, спайка и изоляция проводов и контроль качества выполняемых работ
15	Монтаж и обслуживание электропривода.

Практическая работа №2

Тема: Расчет электрических цепей.

Цель: Изучить методы соединения конденсаторов в электрических цепях постоянного тока. Рассчитать эквивалентную емкость, напряжение и заряд батареи конфденсаторов при смешанном соединении конденсаторов.

Ход работы:

1. Изучить свойства конденсаторов, способы соединения, формулы для определения основных величин.
2. Рассчитать эквивалентную емкость, напряжение и заряд батареи конденсаторов при смешанном соединении конденсаторов по заданному варианту.
3. Оформить отчет.

Теоретическая часть:

Сообщение электрического заряда проводнику называется электризацией. Чем больший заряд принял проводник, тем больше его электризация, или, иначе говоря, тем выше его электрический потенциал.

Между количеством электричества и потенциалом данного уединенного проводника существует линейная зависимость: отношение заряда проводника к его потенциалу есть величина постоянная:

$$\frac{q}{\varphi} = C.$$

Для какого-либо другого проводника отношение заряда к потенциалу есть также величина постоянная, но отличная от этого отношения для первого проводника.

Одной из причин, влияющих на эту разницу, являются размеры самого проводника. Один и тот же заряд, сообщенный различным проводникам, может создать различные потенциалы. Чтобы повысить потенциал какого-либо проводника на одну единицу потенциала, необходим определенный заряд.

Свойство проводящих тел накапливать и удерживать электрический заряд, измеряемое отношением заряда уединенного проводника к его потенциалу, называется электрической емкостью, или просто емкостью, и обозначается буквой С.

$$C = \frac{q}{\varphi}.$$

Приведенная формула позволяет установить единицу емкости.

$$\text{Единица емкости} = \frac{\text{единица заряда}}{\text{единица потенциала}}.$$

Практически заряд измеряется в кулонах, потенциал в вольтах, а емкость в фарадах:

$$1 \text{ фарада} = \frac{1 \text{ кулон}}{1 \text{ вольт}}.$$

Емкостью в 1 фараду обладает проводник, которому сообщают заряд в 1 кулон и при этом потенциал проводника увеличивается на 1 вольт.

Единица емкости — фарада (обозначается ф или F) очень велика. Поэтому чаще пользуются более мелкими единицами — микрофарадой (мкф или μF), составляющей миллионную часть фарады:

$$1\ мкф = 10^{-6}\ ф,$$

и пикофарадой (*пф*), составляющей миллионную часть микрофарады:

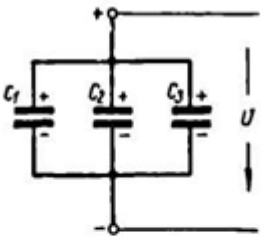
$$1\ пф = 10^{-6}\ мкф = 10^{-12}\ ф.$$

Найдем выражение практической единицы — фарады в абсолютных единицах:

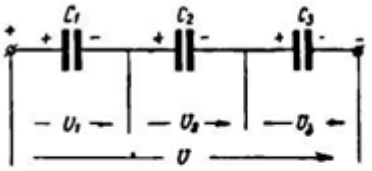
$$\frac{1\ \text{кулон}}{1\ \text{вольт}} = \frac{3 \cdot 10^{9}}{1/300} = 9 \cdot 10^{11}\ \text{абс. ед. емкости (сантиметров).}$$

Устройство, предназначенное для накопления электрических зарядов, называется электрическим конденсатором. Конденсатор состоит из двух металлических пластин (обкладок), разделенных между собой слоем диэлектрика. Чтобы зарядить конденсатор, нужно его обкладки соединить с полюсами электрической машины. Разноименные заряды, скопившиеся на обкладках конденсатора, связаны между собой электрическим полем. Близко расположенные пластины конденсатора, влияя одна на другою, позволяют получить на обкладках большой электрический заряд при относительно невысокой разности потенциалов между обкладками. Емкость конденсатора есть отношение заряда конденсатора к разности потенциалов между его обкладками:

$$C = \frac{Q}{U} \text{ или } Q = CU.$$



Параллельное соединение конденсаторов



Последовательное соединение конденсаторов

При параллельном соединении конденсаторов напряжение на обкладках каждого конденсатора одно и то же. Поэтому можно написать:

$$U_1 = U_2 = U_3 = U.$$

Количество электричества (заряд) каждого конденсатора:

$$q_1 = C_1U;\ q_2 = C_2U;\ q_3 = C_3U.$$

Общий заряд батареи конденсаторов:

$$q = q_1 + q_2 + q_3;$$

$$q = C_1U + C_2U + C_3U = U(C_1 + C_2 + C_3).$$

Обозначая емкость батареи конденсаторов через C, получаем:

$$q = CU,$$

тогда

$$CU = U(C_1 + C_2 + C_3)$$

или окончательно

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$

Следовательно, при параллельном соединении конденсаторов общая емкость равна сумме емкостей отдельных конденсаторов. При параллельном соединении каждый конденсатор окажется включенным на полное напряжение сети.

Рассмотрим последовательное соединение конденсаторов:

$$q_1 = q_2 = q_3 = q.$$

Напряжение, приложенное ко всей батарее конденсаторов, равно сумме напряжений на обкладках каждого конденсатора:

$$U = U_1 + U_2 + U_3.$$

Так как

$$U_1 = \frac{q}{C_1},\quad U_2 = \frac{q}{C_2},\quad U_3 = \frac{q}{C_3},$$

для всей батареи

$$U = \frac{q}{C}.$$

Теперь можно написать

$$\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

или, сокращая на q, получим окончательно:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}.$$

Практическое задание:

Определить заряд, напряжение, энергию электрического поля каждого конденсатора, эквивалентную емкость цепи.

Номер варианта	Номер рисунка схемы	Задаваемые величины						
		U, кВ	C1, мкФ	C2, мкФ	C3, мкФ	C4, мкФ	C5, мкФ	C6, мкФ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	2.1	1	10	20	30	40	50	60
01	2.2	10	20	30	40	50	60	10
02	2.3	9	30	40	50	60	10	20
03	2.4	8	40	50	60	10	20	30
04	2.5	7	50	60	10	20	30	40
05	2.1	2	60	10	20	30	40	50
06	2.2	9	10	20	30	40	50	60
07	2.3	8	20	30	40	50	60	10
08	2.4	7	30	40	50	60	10	20
09	2.5	6	40	50	60	10	20	30
10	2.1	3	50	60	10	20	30	40
11	2.2	8	60	10	20	30	40	50
12	2.3	7	10	20	30	40	50	60
13	2.4	6	20	30	40	50	60	10
14	2.5	5	30	40	50	60	10	20
15	2.1	4	40	50	60	10	20	30
16	2.2	7	50	60	10	20	30	40
17	2.3	6	60	10	20	30	40	50
18	2.4	5	10	20	30	40	50	60
19	2.5	4	20	30	40	50	60	10
20	2.1	5	30	40	50	60	10	20

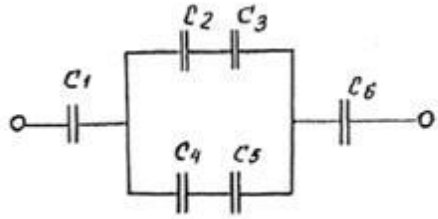


Рис. 2.3

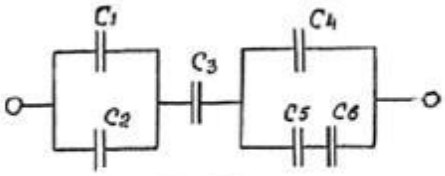


Рис. 2.4

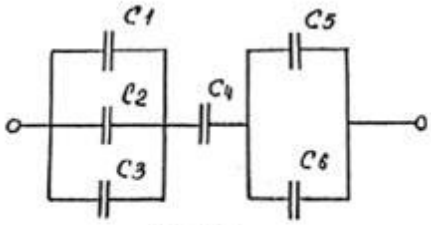


Рис. 2.5

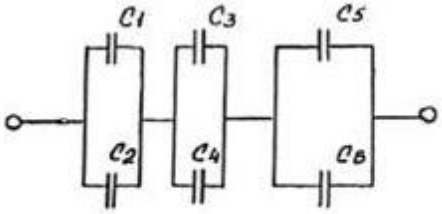


Рис. 2.1

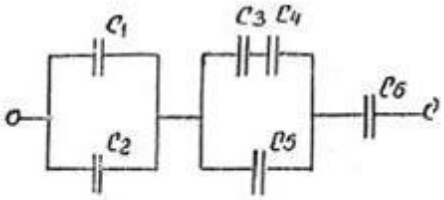


Рис. 2.2

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

РАСЧЕТ НЕРАЗВЕТВЛЕННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчета неразветвленных цепей переменного тока и построения векторных диаграмм

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;
2.2. Калькуляторы

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 9.1-9.9
3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», §§ 13.1-13.5, 14.1-14.2

4. Задание

Неразветвленная цепь переменного тока, изображенная на рисунке 10.1, содержит активные, индуктивные и емкостные сопротивления, величины которых и один дополнительный параметр заданы в таблице 10.1.

Определить:

а) полное сопротивление цепи *Z*;

б) напряжение *U*, приложенное к цепи, и напряжение каждого участка;

в) силу тока *I* в цепи;

г) угол сдвига фаз φ;

д) активную *P*, реактивную *Q* и полную *S* мощности, потребляемые цепью.

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

Записать уравнения мгновенных значений напряжения и тока при $\psi_U=90^\circ$ и промышленной частоте.

*Определить полное сопротивление цепи Z, если частота тока *f* увеличится в 3 раза.

Если одна из величин, подлежащих определению, задана в таблице 10.1, ее вычисление отпадает.

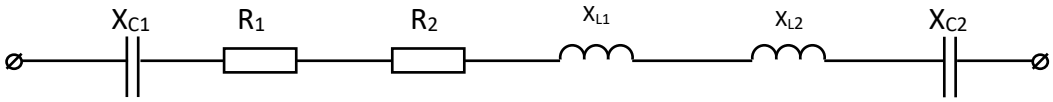


Рисунок 10.1

5. Технология работы

5.1. Изобразить схему электрической цепи в соответствии с данными своего варианта.
5.2. Определить общие сопротивления: активное, индуктивное и ёмкостное.
5.3. Определить величину тока, используя заданный дополнительный параметр.
5.4. Определить $\cos\varphi$ и φ.
5.5. Вычислить мощности: *P, Q, S*.
5.6. Выбрать масштабы по току и по напряжению. Построить векторную диаграмму напряжений с изображением векторов напряжений на каждом участке цепи. Сложить все векторы напряжений, получив вектор общего напряжения. Сравнить с расчётным значением.
5.7. Найти максимальные значения напряжения и тока, угловую частоту. Запишите уравнения мгновенных значений напряжения при $\psi_U=90^\circ$ и тока с учётом сдвига фаз.
5.8. Проанализируйте, как изменятся реактивные сопротивления (индуктивное и ёмкостное), если частота тока *f* увеличится в 3 раза. Как при этом изменится полное сопротивление цепи Z (привести расчёты).

6. Требования к отчёту

6.1. Схему электрической цепи выполнять с применением чертёжных инструментов.
6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.
6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

Таблица 10.1

Вари-ант	R_1, Ом	R_2, Ом	X_{L1}, Ом	X_{L2}, Ом	X_{C1}, Ом	X_{C2}, Ом	Дополнительный параметр
1.	10	8	20	4	5	-----	U_{L1} = 50 В
2.	-----	50	40	30	20	10	U_{C2} = 20В
3.	8	-----	7	6	3	4	U_{a1} = 40 В
4.	9	12	-----	4	20	18	U_{a2} = 36 В
5.	17	8	32	-----	8	12	P = 100 Вт
6.	20	25	30	40	-----	15	I = 2 А
7.	4	8	20	10	14	-----	S = 500 В·А
8.	14	10	-----	20	12	36	Q_{L2} = 320 В·Ар
9.	3	5	4	-----	8	2	U = 60 В
10.	3	7	8	6	-----	4	Q_{C2} = 196 В·Ар
11.	30	40	50	60	70	-----	Q_L = 990 В·Ар
12.	-----	44	54	62	78	80	Q_{L2} = 248 В·Ар
13.	14	18	16	-----	24	12	P_1 = 56 Вт
14.	12	16	20	22	-----	15	U_{a2} = 80 В
15.	18	20	14	12	10	-----	U_a = 133 В

7. *Контрольные вопросы*

7.1. Что такое индуктивное, емкостное, активное сопротивления? Как они определяются?
7.2. Полное сопротивление в цепи переменного тока.
7.3. Что понимают под активной, реактивной мощностью?
7.4. Почему активная мощность в цепи с индуктивностью равна нулю?
7.5. Коэффициент мощности. Формулы.
7.6. Правило о сдвиге фаз при активно-индуктивной нагрузке.
7.7. Правило о сдвиге фаз при активно-ёмкостной нагрузке.
7.8. Сдвиг фаз в цепи с активным сопротивлением.
7.9. Сдвиг фаз в цепи с индуктивностью.
7.10. Сдвиг фаз в цепи с ёмкостью.
7.11. Вид треугольника сопротивлений при активно-индуктивной нагрузке.
7.12. Вид треугольника сопротивлений при активно- ёмкостной нагрузке.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

РАСЧЕТ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчета разветвленных цепей переменного тока методом проводимостей и построения треугольников токов

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;
2.2. Калькуляторы

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 9.10-9.12
3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», §§ 14.3-14.4

4. Задание

Цепь переменного тока состоит из двух параллельных ветвей, каждая из которых содержит активное R и реактивное X сопротивления, величины которых и действующее значение входного напряжения U заданы в таблице 11.1.

Пользуясь методом проводимостей, определить токи в параллельных ветвях I_1, I_2 и ток в неразветвлённой части цепи I, а также мощности каждой ветви и всей цепи.

Построить треугольники токов и треугольник мощностей.

*Записать формулы мгновенных значений напряжения u, тока в неразветвлённой части цепи i и токов в ветвях i_1, i_2 при условии, что частота $f = 100$ Гц, $\psi_u = 90^\circ$

Таблица 11.1

Вариант	U, В	Z_1		Z_2	
		R_1, Ом	X_1, Ом	R_2, Ом	X_2, Ом
1	200	16	$1/\omega C_1=12$	10	$\omega L_2=20$
2	190	18,33	$\omega L_1=8$	15	$1/\omega C_2=24$
3	180	16,6	$\omega L_1=15$	7	$1/\omega C_2=14{,}18$
4	170	24	$1/\omega C_1=20{,}6$	17	$\omega L_2=14{,}5$
5	160	20	$1/\omega C_1=10$	12	$1/\omega C_2=12$
6	150	30	$\omega L_1=21$	15	$1/\omega C_2=30$
7	140	6	$\omega L_1=20$	10	$1/\omega C_2=15$
8	130	12	$1/\omega C_1=15$	18	$\omega L_2=5$
9	120	24	$1/\omega C_1=18$	20	$\omega L_2=7$
10	110	13	$\omega L_1=10$	22	$1/\omega C_2=16$
11	100	15	$\omega L_1=12$	25	$1/\omega C_2=15$
12	90	24	$1/\omega C_1=12$	23	$\omega L_2=10$
13	80	10	$1/\omega C_1=20$	15	$\omega L_2=15$
14	70	12	$\omega L_1=16$	12	$1/\omega C_2=8$
15	60	16	$\omega L_1=8$	8	$1/\omega C_2=15$

5. Технология работы

5.1. Изобразить схему цепи, учитывая характер нагрузок согласно данным своего варианта. Например, если в первой ветви имеется индуктивное сопротивление $\omega L_1=20$ *Ом,* то следует обозначить его $X_{L1}=20$ *Ом.*

5.2. Определить активные и реактивные проводимости ветвей g_i, b_i.

5.3. Определить активные и реактивные составляющие токов в ветвях I_{ai}, I_{pi} и тока в неразветвлённой части цепи I_a, I_p.

5.4. Вычислить полные токи в ветвях I_1, I_2 и ток в неразветвлённой части цепи I.

5.5. Вычислить мощности P, Q, S в ветвях и всей цепи.

5.6. Выбрать масштабы по току и по напряжению. Построить треугольники токов.

5.7. Выбрать масштаб по мощности. Построить треугольник мощностей.

5.8. Определить $\cos\varphi$ и φ для каждой ветви и для всей цепи.

5.9. Найти максимальные значения токов. Записать формулы мгновенных значений напряжения u, общего тока i и токов в ветвях i_1, i_2, учитывая сдвиги фаз φ.

6. Требования к отчёту

6.1. Схему электрической цепи выполнять с применением чертёжных инструментов.

6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.

6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

7.1. Формулы активной и реактивной проводимостей.

7.2. Из каких составляющих состоит ток каждой параллельной ветви по методу проводимостей?

7.3. Как заменяют ветви с приемниками при расчете электрической цепи методом проводимостей?

7.4. Как определяются активные и реактивные составляющие токов?

7.5. Как находится полный ток по методу проводимостей?

7.6. Как можно определить углы сдвига фаз φ_1 и φ_2 между напряжениями и токами в

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

РАСЧЁТ НЕСИММЕТРИЧНОГО РЕЖИМА ТРЁХФАЗНОЙ ЦЕПИ, СОЕДИНЁННОЙ ЗВЕЗДОЙ

1. Цели работы

1.1. Приобретение практических навыков расчета трехфазной электрической цепи, соединённой звездой, при несимметричной нагрузке
1.2. Приобретение практических навыков построения векторных диаграмм

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;
2.2. Калькуляторы;
2.3. Чертёжные инструменты

3. Литература

5.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 10.1-10.6
5.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», стр. 280-289
5.3. М.Ю.Зайчик «Сборник задач и упражнений по теоретической электротехнике», §§ 15.2, 16.1.

4. Задание

Трёхфазная нагрузка соединена звездой. Данные своего варианта взять из таблицы 13.1.
4.1. При отсутствии нейтрального провода ($Z_N \to \infty$) определить фазные напряжения в приемниках энергии U'_A, U'_B, U'_C и фазные токи I_A, I_B, I_C.
Построить в масштабе векторную диаграмму напряжений;
4.2. При наличии нейтрального провода, сопротивление которого пренебрежимо мало ($Z_N \to 0$), определить фазные напряжения и токи в тех же приемниках энергии и ток в нейтральном проводе I_N.
Построить в масштабе векторную диаграмму напряжений и токов.
*Определить мощность трёхфазной нагрузки для обоих режимов (4.1 и 4.2).

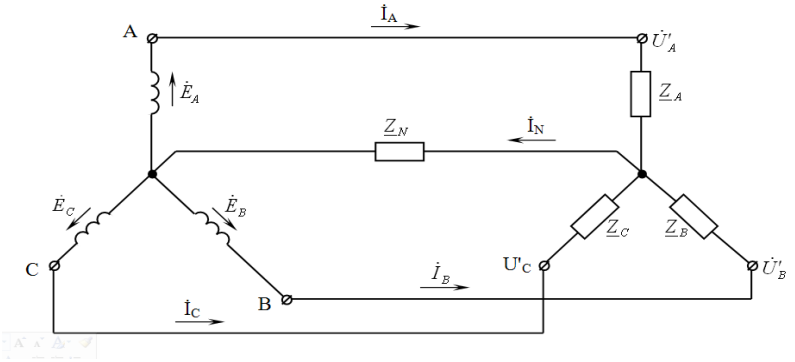


Рисунок 13.1. Трёхфазная цепь, соединённая звездой

5. Технология работы

5.1. Изобразить схему трёхфазной нагрузки, соединенной звездой, в соответствии с данными своего варианта.
5.2. Составить комплексы фазных напряжений генератора U_A, U_B, U_C.
5.3.Определить комплексы полных сопротивлений фаз Z_A, Z_B, Z_C и комплексы полных проводимостей фаз Y_A, Y_B, Y_C .
5.4. Определить комплекс напряжения смещения нейтрали U_N по формуле узлового напряжения.
5.5. Найти комплексы напряжений на фазах приёмника U'_A, U'_B, U'_C.

5.6. Выбрать масштаб по напряжению. Построить векторную диаграмму фазных напряжений генератора, вектор напряжения смещения нейтрали U_N. Построить векторы напряжений на фазах приёмника U'_A, U'_B, U'_C по второму закону Кирхгофа.
5.7. Провести расчёт фазных токов для той же нагрузки при подключении нейтрального провода с бесконечно малым сопротивлением, учитывая, что в этом случае $U_N \rightarrow 0$.
5.8. Найти ток в нейтральном проводе I_N по первому закону Кирхгофа.
5.9. В выбранном масштабе построить векторную диаграмму фазных напряжений генератора (они же и фазные напряжения приёмника). Выбрать масштаб по току, построить векторы фазных токов и тока I_N.

Таблица 13.1

Вариант		**Нагрузка фазы «А»**		**Нагрузка фазы «В»**		**Нагрузка фазы «С»**	
	$U_Л$	**R_A**	**X_A**	**R_B**	**X_B**	**R_C**	**X_C**
	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
1	190	14,9	ωL = 41,4	20	----	40	----
2	380	50	---	33	1/ωC = 44	80	---
3	220	40	----	80	---	30,4	ωL = 26
4	190	20,5	1/ωC = 8	20	---	50	---
5	228	100	---	38,4	ωL = 21,5	50	----
6	346	50	----	100	----	24	1/ωC = 32
7	380	41,4	ωL = 14,9	100	----	50	----
8	190	20	---	44	1/ωC = 33	40	---
9	220	40	----	80	---	13	ωL = 15,2
10	190	8	1/ωC = 20,5	40	---	60	---
11	228	50	---	21,5	ωL = 38,4	70	----
12	346	80	----	50	----	32	1/ωC = 24
13	346	41,4	ωL = 14,9	100	----	40	----
14	173	20	---	40	1/ωC = 30	50	---
15	220	40	----	20	---	16	ωL = 12

6. Требования к отчёту

6.1. Схему электрической цепи выполнять с применением чертёжных инструментов.
6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.
6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

7.1.Что понимают под фазным напряжением?
7.2. Что понимают под линейным напряжением?
7.3. При каких условиях в трёхфазной цепи, соединённой звездой, появляется напряжение смещения нейтрали?
7.4. От чего зависит величина напряжения смещения нейтрали?
7.5. Что такое «перекос фаз»?
7.6. Каково назначение нейтрального провода?
7.7. Как определяются напряжения на фазах приемника энергии?
7.8. Как определяются фазные токи?
7.9. Как определяется ток в нейтральном проводе?
7.10. Как определяются линейные токи?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

РАСЧЁТ НЕСИММЕТРИЧНОГО РЕЖИМА ТРЁХФАЗНОЙ ЦЕПИ, СОЕДИНЁННОЙ ТРЕУГОЛЬНИКОМ

1. Цели работы

1.1. Приобретение практических навыков расчета и анализа работы трехфазной электрической цепи при несимметричной нагрузке, соединённой треугольником.
1.2. Приобретение практических навыков построения векторных диаграмм

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;
2.2. Калькуляторы;
2.3. Чертёжные инструменты

3. Литература

3.1. В.С.Попов «Теоретическая электротехника», §§ 12.5-12.6
3.2. Ф.Е.Евдокимов «Теоретические основы электротехники», §§ 21,2
3.3. М.Ю.Зайчик «Сборник задач и упражнений по теоретической электротехнике», §§ 16.2

4. Задание

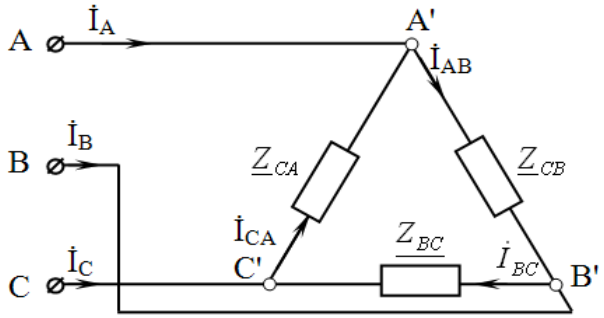


Рисунок 14.1 Трёхфазная нагрузка, соединённая треугольником

Несимметричная трехфазная нагрузка соединена треугольником. Данные своего варианта взять из таблицы 14.1.
Определить фазные напряжения на приемниках энергии U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}, фазные токи I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}, линейные токи I_A, I_B, I_C; мощности, потребляемые каждой фазой приёмника, и мощность всей цепи (активную, реактивную и полную).
Построить в масштабе векторную диаграмму напряжений и токов.
* Определить фазные и линейные токи в тех же приемниках энергии при условии обрыва линейного провода В.

5. Технология работы

5.1. Изобразить схему трёхфазной нагрузки, соединенной треугольником, в соответствии с данными своего варианта.
5.2. Вычислить значение фазного напряжения $U_Ф$.
5.3. Составить комплексы фазных напряжений генератора U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}.
5.4.Определить комплексы полных сопротивлений фаз Z_{AB}, Z_{BC}, Z_{CA}.
5.5. Вычислить по закону Ома комплексы фазных токов I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}.
5.6. Определить по первому закону Кирхгофа комплексы линейных токов I_A, I_B, I_C.
5.6. Выбрать масштаб по напряжению. Построить векторную диаграмму фазных напряжений генератора, вектор напряжения смещения нейтрали U_N. Построить векторы напряжений на фазах приёмника U'_A, U'_B, U'_C по второму закону Кирхгофа.
5.7. Вычислить комплексы полных мощностей для каждой фазы.
5.8. Найти комплекс полной мощности для всей цепи.
5.9. Выбрать масштаб по напряжению. Построить векторную диаграмму фазных напряжений U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}. Выбрать масштаб по току, построить векторы фазных токов I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}.

Графически по первому закону Кирхгофа найти линейные токи I_A, I_B, I_C. Сравнить положение векторов линейных токов с расчётными значениями.

Таблица 14.1

Вариант	$U_Л$	$R_{АВ}$	$R_{ВС}$	$R_{СА}$	$X_{АВ}$	$X_{ВС}$	$X_{СА}$
	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом
1	200	15	7	48	20(емк.)	24(инд.)	14(емк.)
2	220	33	24	12,8	44(емк.)	49,5(инд.)	17,9(инд.)
3	200	15,2	16	17,2	13(инд.)	12(емк.)	10,2(инд.)
4	110	8	41	14	20,5(емк.)	14,9(емк.)	48(инд.)
5	150	20	30	14,1	15(инд.)	40(инд.)	14,1(емк.)
6	350	30	14	96	40(емк.)	48 (инд.)	28(емк.)
7	330	15	49,5	17,9	8(инд.)	24(инд.)	12,8(инд.)
8	240	85	40	97,5	85(емк.)	113(емк.)	70(инд.)
9	250	20	24	14	15(инд.)	7(емк.)	48(инд.)
10	350	44	49,5	17,9	33(инд.)	24(емк.)	12,8(емк.)
11	150	30	24	36	40(инд.)	43,9(инд.)	34,7(емк.)
12	180	24	30	13	32(емк.)	40(инд.)	15,2(инд.)
13	200	12	20	15,2	16(инд.)	15(емк.)	13(емк.)
14	380	70.7	80	40	70,7(емк.)	60(инд.)	30(емк.)
15	400	30,4	20	32	39,7(инд.)	15(емк.)	24(инд.)

6. Требования к отчёту

6.1. Схему электрической цепи выполнять с применением чертёжных инструментов.
6.2. Вычисления начинать с записи расчётных формул в общем виде.
6.3. Размеры величин указывать в системе СИ.

7. Контрольные вопросы

7.1. Что понимают под симметричной системой ЭДС?
7.2. Что понимают под симметричной нагрузкой?
7.3. Записать соотношение фазных и линейных напряжений при соединении приемников энергии треугольником.
7.4. Как определяются фазные токи при симметричной нагрузке, соединённой треугольником?
7.5. Как определяются линейные токи при симметричной нагрузке, соединённой треугольником?
7.6. Как определяются фазные токи при несимметричной нагрузке, соединённой треугольником?
7.7. Как определяются линейные токи при несимметричной нагрузке, соединённой треугольником?
7.8. Как определяется полная мощность несимметричной нагрузки, соединённой треугольником?
7.9. Как влияет на режим работы симметричной нагрузки, соединённой треугольником, обрыв одной из фаз (например «ВС»)?
7.10. Как влияет на режим работы симметричной нагрузки, соединённой треугольником, обрыв линейного провода (например «В»)?