



ГБПОУ «Пермский политехнический колледж имени
Н.Г. Славянова»

Содержание

1	Пояснительная записка	3
2	Содержание практических занятий	
	Практическая работа № 1 «Расчёт цепи постоянного тока при смешанном соединении резисторов»	4
	Практическая работа № 2 «Расчёт цепи переменного тока»	14
3	Список источников и литературы	20

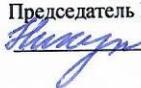
Методические указания

для обучающихся по выполнению практических работ
по учебной дисциплине

ОП.06 «Основы электротехники»

профессии

15.01.32 Оператор станков с программным управлением

Рассмотрено на заседании
Предметной цикловой
комиссии
«Рабочие профессии»
Протокол № 7 от 22 марта 2023 г.
Председатель ПЦК
 Н.Ф. Никулина

Автор:

преподаватель первой квалификационной
категории ГБПОУ «ППК им. Н.Г. Славянова»
Мазунина Зульфия Хасимовна

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических занятий обучающимися по дисциплине ОП.06 Основы электротехники предназначены для обучающихся по профессии 15.01.32 *Оператор станков с программным управлением*.

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по дисциплине ОП.06 Основы электротехники.

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся закрепить теоретические знания, сформировать необходимые умения и навыки деятельности по профессии, направлены на формирование следующих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Осуществлять подготовку и обслуживание рабочего места для работы на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных).

ПК 3.1 Осуществлять подготовку и обслуживание рабочего места для работы на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) с программным управлением.

В результате выполнения практических занятий по дисциплине ОП.06 Основы электротехники обучающиеся должны:

уметь:

- рассчитывать параметры различных электрических цепей;
- измерять параметры электрической цепи;
- собирать электрические схемы и проверять их работу;

знать:

- основные законы электротехники.
- методы расчета и измерения основных параметров электрических цепей.
- основные сведения об электроизмерительных приборах, электрических машинах, аппаратуре управления и защиты.

Описание каждого практического занятия содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, что должен знать и уметь обучающийся, теоретическую часть, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, учебно-методическое и информационное обеспечение.

На выполнение практических занятий по дисциплине ОП.06 Основы электротехники отводится *4 часа*.

Содержание практических занятий

Практическая работа №1

Раздел 2. «Постоянный ток»

Тема: Расчет цепи постоянного тока при смешанном соединении резисторов.

Количество часов: 2

Цели:

- Научиться рассчитывать электрическую цепь постоянного тока и определять параметры при смешанном соединении резисторов;
- Научиться проводить анализ работы электрических цепей при изменении режимов работы отдельных участков цепи.

Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Выполнить расчеты по формулам;
- Заполнить таблицу;
- Ответить на контрольные вопросы;
- Сделать выводы по работе.

Теоретическая часть:

- Электрической цепью называют совокупность устройств, предназначенных для получения передачи, преобразования и использования электрической энергии. Электрическая цепь состоит из отдельных устройств: источников электрической энергии; потребителей электрической энергии; аппараты для включения и отключения цепи; проводов.
- Расчет электрической цепи производится для различного вида соединений методом «свертывания». Поставить на схеме узлы и токи, определить, как включены резисторы. Для определения эквивалентного сопротивления свернуть цепь по направлению к источнику питания. Ветвь, в которую включен источник, сворачивается в последнюю очередь.
- Ветвь электрической цепи — это участок, расположенный между двумя узлами.
- В процессе свертывания цепи (при замене группы резисторов одним резистором) строить схемы замещения. В каждой схеме замещения показывать сопротивление, узлы соединения. В конце свертывания определить эквивалентное сопротивление, общее напряжение в ветвях. Для определения токов в ветвях начинать двигаться от последней схемы к первой. Для определения токов в ветвях необходимо знать сопротивление и напряжение этой ветви (**нельзя** для определения напряжения брать напряжение, приложенное к цепи). Для определения напряжения в ветвях необходимо вернуться к предыдущей схеме, найти этот участок (ветвь) и определить там напряжение

Порядок выполнения работы:

Пример расчета простой цепи

Задача 1. На рисунке 1.1 задана электрическая цепь постоянного тока смешанного соединения, состоящая из 7 резисторов. Заданы значения сопротивлений резисторов, и одна из трех величин, действующих на входе цепи: напряжение, ток, мощность. Исходные данные сведены в таблицу 1.1:

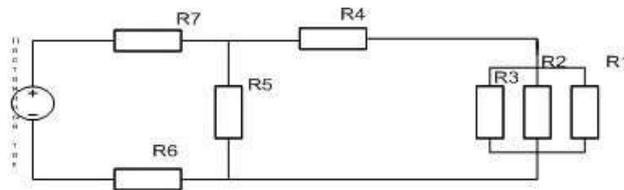


Рисунок 1.1 – Расчетная электрическая цепь

Таблица 1.1– Исходные данные для задачи 1

P	U	I	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Вт	В	А	Ом						
?	240	?	10	20	60	9	30	2	4

Определить:

$R_{экв}$ – эквивалентное сопротивление цепи,

P – мощность, потребляемая цепью,

$I_{вх}$ – силу тока на входе цепи, или напряжение источника, в зависимости от заданной величины,

U_i, I_i – токи и напряжения на всех элементах цепи, а также $W_{эл}$ – расход энергии за 8 часов работы цепи.

Задача относится к теме "Электрические цепи постоянного тока".

Проводим поэтапное решение, предварительно обозначив стрелкой ток в каждом резисторе: индекс тока должен соответствовать номеру резистора, по которому он проходит.

Решение.

I. Определение эквивалентного сопротивления цепи:

Для определения эквивалентного сопротивления цепи применяется метод «свертывания» цепи.

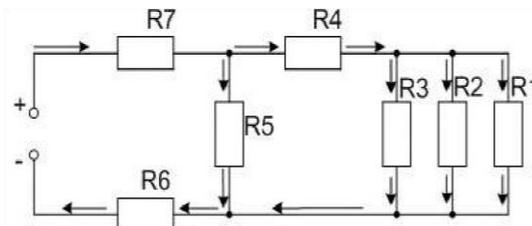


Рисунок 1.1(а) – Исходная заданная цепь.

Предполагаемое направление токов в элементах заданной цепи «Свёртывание» цепи начинают с её конца.

1.1. В данном случае с группы резисторов R_1, R_2 и R_3 , включенных параллельно. При параллельном соединении складываются проводимости ветвей. Общее сопротивление группы определится как величина обратная суммарной проводимости:

1.2.

$$R_{123} = \frac{1}{g_{123}}, \text{ где: } g_{123} = g_1 + g_2 + g_3 = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{6+3+1}{60} = \frac{10}{60} = \frac{1}{6} \text{ Ом}$$

Найдем обратную величину : $R_{123} = 6 \text{ .Ом}$

Сейчас 3 резистора можно заменить одним - R_{123} .

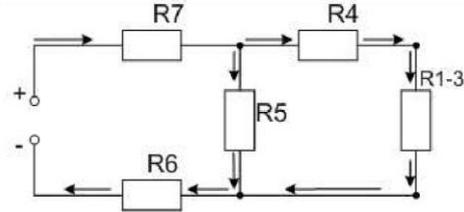


Рисунок 1.2

В полученной цепи резисторы R_{123} и R_4 соединены последовательно. При последовательном соединении общее сопротивление определяется суммой номиналов резисторов: $R_{1234} = R_{123} + R_4 = 6 + 9 = 15 \text{ .Ом}$.

Вновь преобразуем схему, заменив 2 резистора на один им эквивалентный:

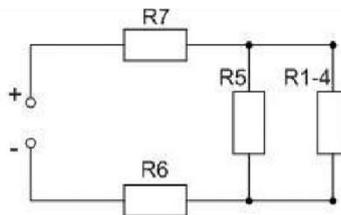


Рисунок 1.3 – 2 шаг упрощения цепи.

1.3. В новой схеме легко заменить образовавшуюся пару с параллельным включением R_{1234} и R_5 . Найдем их общее сопротивление, воспользовавшись формулой для двух параллельно включенных резисторов:

$$R_{\text{эКВ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{30 \cdot 15}{30 + 15} = 10 \text{ Ом}$$

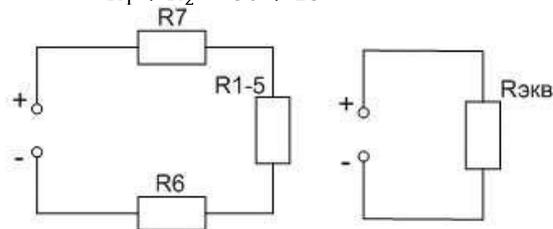


Рисунок 1.5 (а) – 3 шаг упрощения цепи. б – Упрощенная цепь.

1.4. После этого, схема преобразуется в схему цепи с простейшим соединением, а именно: R_7 , R_6 и R_{1-5} включены последовательно, и сумма этих сопротивлений является последним шагом в определении $R_{\text{эКВ}}$.

$$R_{\text{эКВ}} = R_7 + R_6 + R_{1-5} = 4 + 2 + 10 = 16 \text{ .Ом}$$

II. Определение тока на входе цепи

Для этого воспользуемся законом Ома: $I = \frac{U}{R}$

2.1

Так как напряжение $U = 240 \text{ В}$ приложено ко всей цепи имеющей эквивалентное сопротивление – $R_{\text{эКВ}} = 16 \text{ Ом}$, тогда согласно закону Ома :

$$I_{\text{ВХ}} = \frac{U}{R_{\text{эКВ}}}, \quad I_{\text{ВХ}} = \frac{U}{R_{\text{эКВ}}} = \frac{240}{16} = 15 \text{ А}$$

III. Расчет токов и напряжений в каждом элементе цепи.

Последний этап решения задачи начинается от входных зажимов, поэтому вернёмся к начальной схеме.

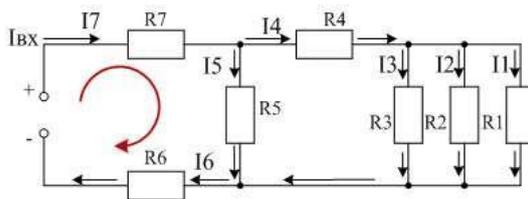


Рисунок 1.7 – Исходная заданная цепь. 1 контур

Запишем уравнение по 2-у закону Кирхгофа для первого от входных зажимов контура:

$$E = U_{\text{вх}} = I_7 \cdot R_7 + I_5 \cdot R_5 + I_6 \cdot R_6$$

Учитывая, что «входной» ток равен «выходному», имеем: $I_{\text{вх}} = I_7 = I_6 = 15 \text{ A}$, тогда, зная значение токов и величины сопротивлений, можно по закону Ома (для участка цепи) найти падения напряжения на резисторах R_7 и R_6 : $U_7 = I_7 \cdot R_7 = 15 \cdot 4 = 60 \text{ В}$.

$$U_6 = I_6 \cdot R_6 = 15 \cdot 2 = 30 \text{ В}$$

После чего, напряжение на R_5 можно определить из 2 закона Кирхгофа: $U_5 = U_{\text{вх}} - U_7 - U_6 = 240 - 60 - 30 = 150 \text{ В}$.

Ток I_5 найдем по закону Ома: $I_5 = U_5 / R_5 = 150 / 30 = 5 \text{ A}$.

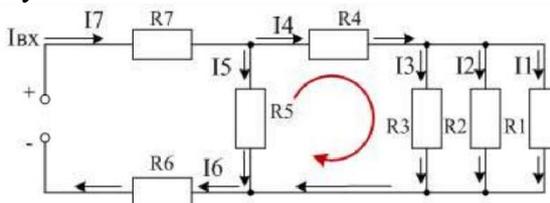


Рисунок 1.8 – Исходная заданная цепь. 2 контур

В исходной цепи по 2-у закону Кирхгофа для 2-го контура имеем:

$0 = U_4 + U_3 - U_5$, где: $U_3 = U_2 = U_1 = U_{123}$, действительно, цепочка из резистора R_4 и группы R_{123} (R_1, R_2, R_3) включена параллельно резистору R_5 .

Следовательно: $U_5 = (U_3 + U_4)$

Тогда: $U_3 + U_4 = 150 \text{ В}$.

По 1 закону Кирхгофа запишем

Для узла А: $I_7 = I_5 + I_4$,

Для узла В: $I_4 = I_1 + I_2 + I_3$.

Найдем ток и напряжение на резисторе R_4 :

$$I_4 = I_7 - I_5 = 15 - 5 = 10 \text{ A}; \quad U_4 = I_4 \cdot R_4 = 10 \cdot 9 = 90 \text{ В}$$

3.4 Так как R_1, R_2 и R_3 , включены параллельно, то напряжения на каждом из них одинаковые $U_1 = U_2 = U_3 = U_{123}$ $U_{123} = U_5 - U_4 = 150 - 90 = 60 \text{ В}$.

$$I_1 = U_{123} / R_1 = 60 : 10 = 6 \text{ A}$$

$$I_2 = U_{123} / R_2 = 60 : 20 = 3 \text{ A}$$

$$I_3 = U_{123} / R_3 = 60 : 60 = 1 \text{ A}$$

Выполним проверку по первому закону Кирхгофа: $I_4 = I_1 + I_2 + I_3$.

$10 \text{ A} = 6 \text{ A} + 3 \text{ A} + 1 \text{ A}$ - равенство выполняется, следовательно, задача решена, верно. IV. Определение мощности и расхода энергии.

Мощность потребляемая цепью:

$$P = I \cdot U = 15 \cdot 240 = 3600 \text{ Вт}$$

$$\text{или } P = I^2 \cdot R_{\text{экв}} = 15^2 \cdot 16 = 225 \cdot 16 = 3600 \text{ Вт}$$

Расход энергии цепью за восемь часов работы:

$$W_{\text{эл}} = P \cdot t = I \cdot U \cdot t = 15 \cdot 240 \cdot 8 = 28800$$

$$\text{Вт} \cdot \text{ч} = 28,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Результаты расчета записать в таблицу 1.3:

Таблица 1.3– Результаты расчета задачи 1.1

$R_{\text{экв}}$	$U_{\text{вх}}$	$I_{\text{вх}}$	U_1	I_1	U_2	I_2	U_3	I_3	U_4	I_4	U_5	I_5	U_6	I_6	U_7	I_7	P	W за 8 ч
Ом	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	В	А	кВт	кВт*ч
16	240	15	60	6	60	3	60	1	90	10	150	5	30	15	60	15	3,6	28,8

Ход работы

Рассчитать электрическую цепь постоянного тока по данным варианта.

Вариант 1

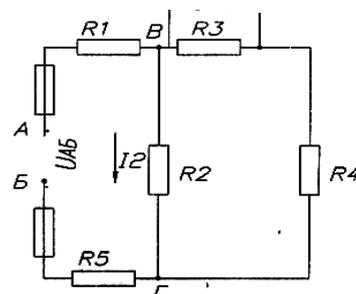
Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность на каждом сопротивлении

4 Расход энергии цепью за 200 ч

Дано: $R_1=8 \text{ Ом}$ $R_2=6 \text{ Ом}$ $R_3=8 \text{ Ом}$

$R_4=30 \text{ Ом}$ $R_5=10 \text{ Ом}$ $U_{\text{вг}}=20 \text{ В}$



Вариант 2

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность на каждом сопротивлении
- 4 Расход энергии цепью за 100 ч

Дано: $R_1=4 \text{ Ом}$; $R_2=10 \text{ Ом}$; $R_3=15 \text{ Ом}$; $R_4=4 \text{ Ом}$;
 $R_5=2 \text{ Ом}$;

$U_4 = 30 \text{ В}$.

Вариант 3

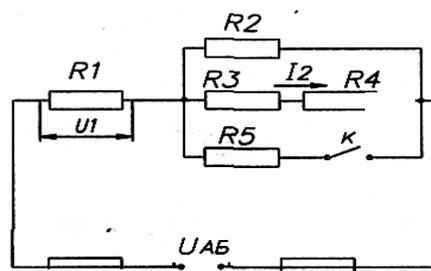
Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Напряжения на каждом сопротивлении
- 4 Стоимость энергии, потребляемой цепью,

если 1 кВт ч стоит 4руб.

Дано: $R_1=5 \text{ Ом}$; $R_2=11 \text{ Ом}$; $R_3=4 \text{ Ом}$;

$R_4=10 \text{ Ом}$; $R_5=9 \text{ Ом}$; $U_{\text{общ}}=200 \text{ В}$



Вариант 4

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность на каждом сопротивлении
- 4 Расход энергии цепью за 20 ч.

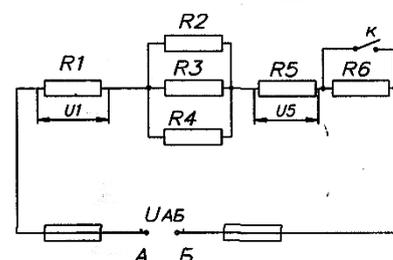
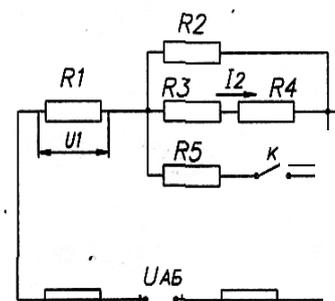
Дано: $R_1=6 \text{ Ом}$; $R_2=10 \text{ Ом}$; $R_3=8 \text{ Ом}$;

$R_4=7 \text{ Ом}$; $R_5=6 \text{ Ом}$; $U_{\text{аб}}=120 \text{ В}$

Вариант 5

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Напряжения на каждом сопротивлении



4 Стоимость энергии, потребляемой цепью за 100 ч., если 1 кВт ч стоит 4руб.

Дано: $R_1=5 \text{ Ом}; R_2=10 \text{ Ом}; R_3=15 \text{ Ом}; R_4=6 \text{ Ом}; R_5=7 \text{ Ом}; R_6=10 \text{ Ом}; U_1=45 \text{ В}$

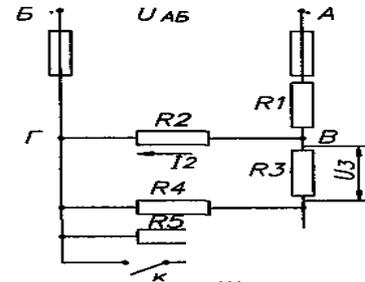
Вариант 6

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Напряжения на каждом сопротивлении
- 4 Расход энергии цепью за 50 ч.

Дано: $R_1=4 \text{ Ом}; R_2=10 \text{ Ом}; R_3=4 \text{ Ом};$

$R_4=10 \text{ Ом}; R_5=15 \text{ Ом}; U_3=60 \text{ В}$



Вариант 7

Для цепи постоянного тока определить:

1. Эквивалентное сопротивление
2. Токи в каждом сопротивлении
3. Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
4. Стоимость энергии, потребляемой цепью за 70 ч., если 1 кВт ч стоит 4 руб.

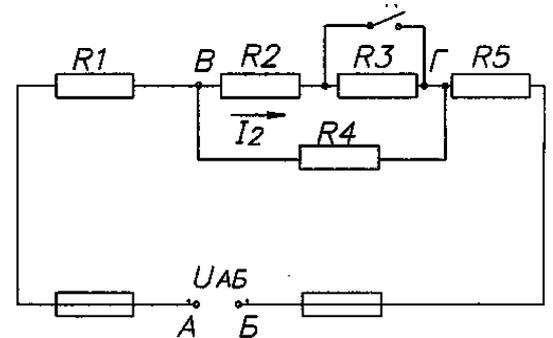
Дано: $R_1=1 \text{ Ом}; R_2=8 \text{ Ом}; R_3=2 \text{ Ом}; R_4=15 \text{ Ом}; R_5=3 \text{ Ом}; R_6=5 \text{ Ом}; I_{\text{общ}}=6 \text{ А}.$

Вариант 8

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
- 4 Стоимость энергии, потребляемой цепью за 80 ч., если 1 кВт ч стоит 4 руб.

Дано: $R_1=3 \text{ Ом}; R_2=8 \text{ Ом}; R_3=4 \text{ Ом}; R_4=4 \text{ Ом}; R_5=4 \text{ Ом}; R_6=10 \text{ Ом}; I_2=4 \text{ А}.$



Вариант 9

Для цепи постоянного тока определить:

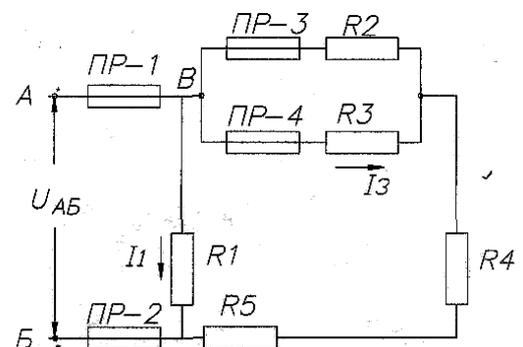
- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
- 4 Стоимость энергии, потребляемой цепью за 70 ч., если 1 кВт ч стоит 4 руб.,.

Дано: $R_1=4 \text{ Ом}; R_2=8 \text{ Ом}; R_3=4 \text{ Ом}; R_4=4 \text{ Ом}; R_5=3 \text{ Ом}; R_6=5 \text{ Ом}; I_5=6 \text{ А}.$

Вариант 10

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
- 4 Расход энергии цепью за 100 ч



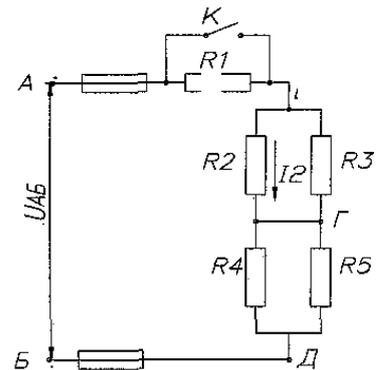
Дано: $R_1=12 \text{ Ом}$; $R_2=10 \text{ Ом}$; $R_3=15 \text{ Ом}$;
 $R_4=4 \text{ Ом}$; $R_5=20 \text{ Ом}$; $I_3=4 \text{ А}$

Вариант 11

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
- 4 Количество тепла, выделяемое на сопротивление R_2 за 10 ч

Дано: $R_1=5 \text{ Ом}$; $R_2=20 \text{ Ом}$; $R_3=5 \text{ Ом}$;
 $R_4=4 \text{ Ом}$; $R_5=12 \text{ Ом}$; $U_{ДВ} = 12 \text{ В}$

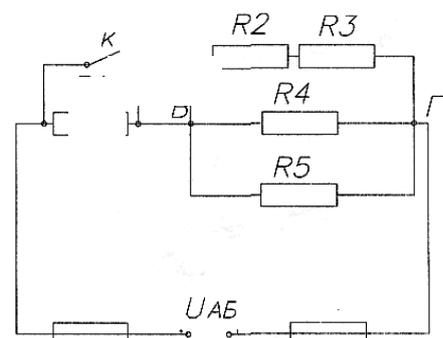


Вариант 12

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Напряжения на каждом сопротивлении
- 4 Стоимость энергии, потребляемой цепью за 300 ч., если 1 кВт ч стоит 4руб.

Дано: $R_1=8 \text{ Ом}$; $R_2=12 \text{ Ом}$; $R_3=8 \text{ Ом}$;
 $R_4=5 \text{ Ом}$; $R_5=4 \text{ Ом}$; $I_{\text{общ}} = 10 \text{ А}$

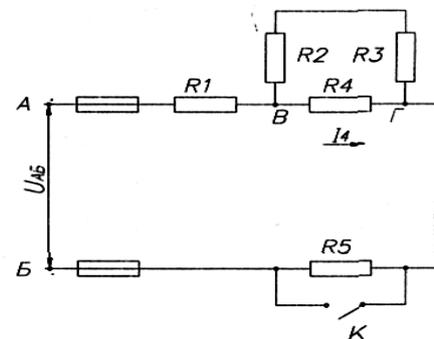


Вариант 13

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность на каждом сопротивлении
- 4 Расход энергии цепью за 200 ч

Дано: $R_1=80 \text{ Ом}$ $R_2=60 \text{ Ом}$ $R_3=80 \text{ Ом}$
 $R_4=300 \text{ Ом}$ $R_5=100 \text{ Ом}$ $U_{ВГ}=20 \text{ В}$

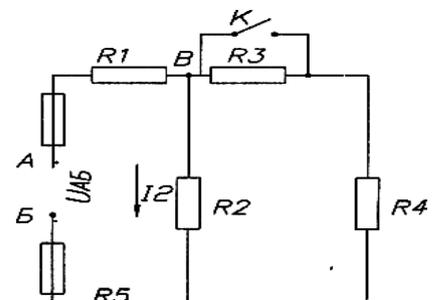


Вариант 14

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Напряжения на каждом сопротивлении
- 4 Количество тепла, выделяемое на сопротивление R_2 за 100 ч

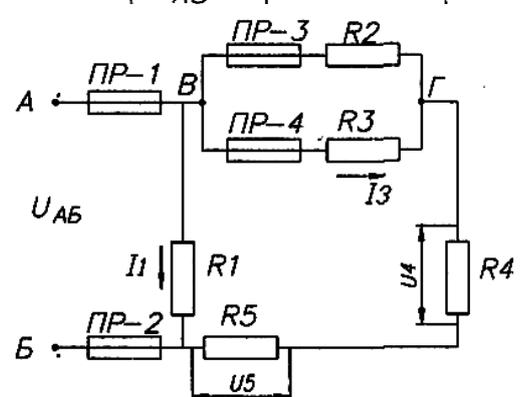
Дано: $R_1=2 \text{ Ом}$ $R_2=11 \text{ Ом}$ $R_3=4 \text{ Ом}$ $R_4=10 \text{ Ом}$ $R_5=40 \text{ Ом}$
 $I_{\text{общ}}=4 \text{ А}$



Вариант 15

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении



3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении

4 Расход энергии цепью за 100 ч

Дано: $R_1=12 \text{ Ом}$; $R_2=10 \text{ Ом}$; $R_3=15 \text{ Ом}$;

$R_4=4 \text{ Ом}$; $R_5=20 \text{ Ом}$; $I_3=4 \text{ А}$

Вариант 16

Для цепи постоянного тока определить:

1 Эквивалентное сопротивление

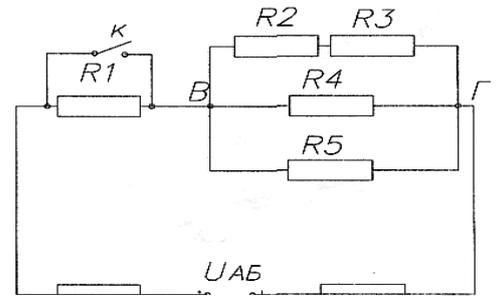
2 Токи в каждом сопротивлении

3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении

4 Расход энергии цепью за 100 ч

Дано: $R_1=4 \text{ Ом}$; $R_2=10 \text{ Ом}$; $R_3=15 \text{ Ом}$;

$R_4=4 \text{ Ом}$; $R_5=2 \text{ Ом}$; $U_{AB} = 30 \text{ В}$.



Вариант 17

Для цепи постоянного тока определить:

1 Эквивалентное сопротивление

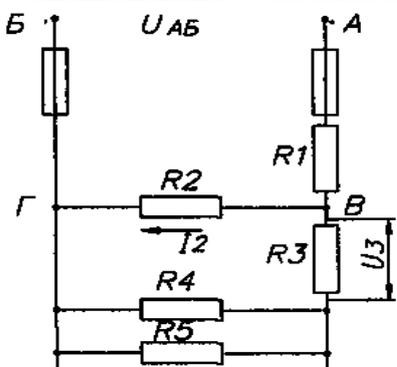
2 Токи в каждом сопротивлении

3 Напряжения на каждом сопротивлении

4 Стоимость энергии, потребляемой цепью за 100 ч., если 1 кВт ч стоит 4 руб.

Дано: $R_1=5 \text{ Ом}$; $R_2=10 \text{ Ом}$; $R_3=15 \text{ Ом}$;

$R_4=6 \text{ Ом}$; $R_5=7 \text{ Ом}$; $R_6=10 \text{ Ом}$; $U_3=45 \text{ В}$



Вариант 18

Для цепи постоянного тока определить:

1 Эквивалентное сопротивление

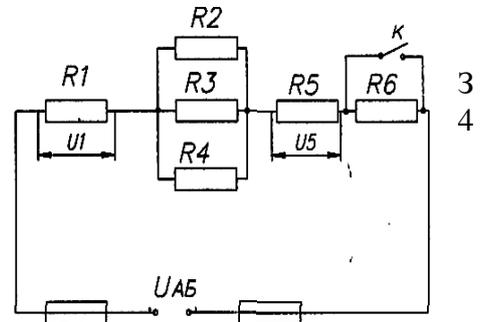
2 Токи в каждом сопротивлении

3 Напряжения на каждом сопротивлении

4 Расход энергии цепью за 50 ч.

Дано: $R_1=4 \text{ Ом}$; $R_2=10 \text{ Ом}$; $R_3=4 \text{ Ом}$;

$R_4=10 \text{ Ом}$; $R_5=15 \text{ Ом}$; $U_1=60 \text{ В}$



Вариант 19

Для цепи постоянного тока определить:

1 Эквивалентное сопротивление

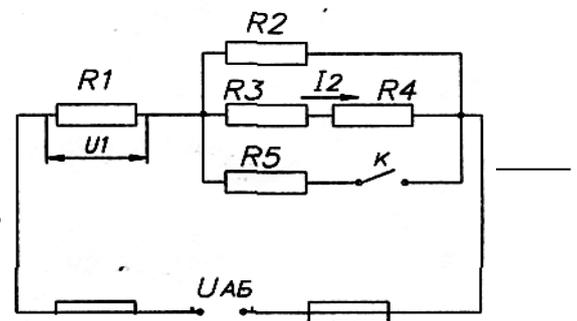
2 Токи в каждом сопротивлении

3 Напряжения на каждом сопротивлении

4 Стоимость энергии, потребляемой цепью, если 1 кВт ч стоит 4 руб.

Дано: $R_1=5 \text{ Ом}$; $R_2=11 \text{ Ом}$; $R_3=4 \text{ Ом}$;

$R_4=10 \text{ Ом}$; $R_5=9 \text{ Ом}$; $U=200 \text{ В}$.



Вариант 20

Для цепи постоянного тока определить:

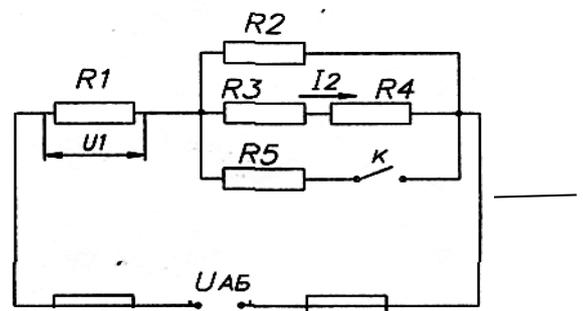
1 Эквивалентное сопротивление

2 Токи в каждом сопротивлении

3 Мощности на каждом сопротивлении

4 Расход энергии цепью за 20 ч.

Дано: $R_1=6 \text{ Ом}$; $R_2=10 \text{ Ом}$; $R_3=8 \text{ Ом}$;

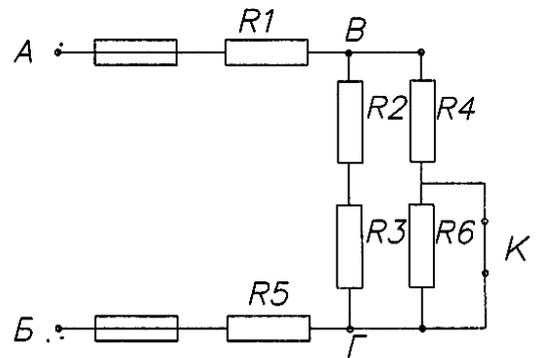


$R_4=7 \text{ Ом}; R_5=6 \text{ Ом}; U_{AB}=120\text{В}$

Вариант 21

Для цепи постоянного тока определить:

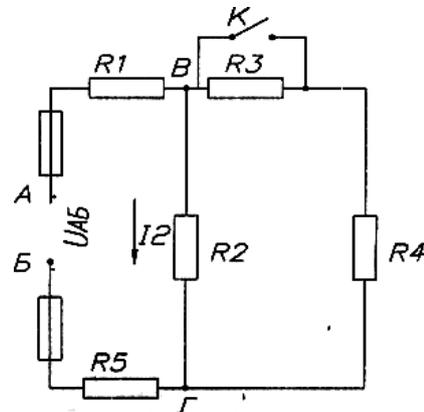
- 1 Эквивалентное сопротивление
 - 2 Токи в каждом сопротивлении
 - 3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
 - 4 Стоимость энергии, потребляемой цепью за 70 ч., если 1 кВт ч стоит 4 руб.
- Дано: $R_1=4 \text{ Ом}; R_2=8 \text{ Ом}; R_3=4 \text{ Ом}; R_4=4 \text{ Ом}; R_5=3 \text{ Ом}; R_6=5 \text{ Ом}; I_5=6\text{А}.$



Вариант 22

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
 - 2 Токи в каждом сопротивлении
 - 3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
 - 4 Количество тепла, выделяемое на сопротивление R_2 за 10 ч
- Дано: $R_1=5 \text{ Ом}; R_2=20 \text{ Ом}; R_3=5 \text{ Ом}; R_4=4\text{Ом}; R_5=12 \text{ Ом}; U_{дв} =12\text{В}.$

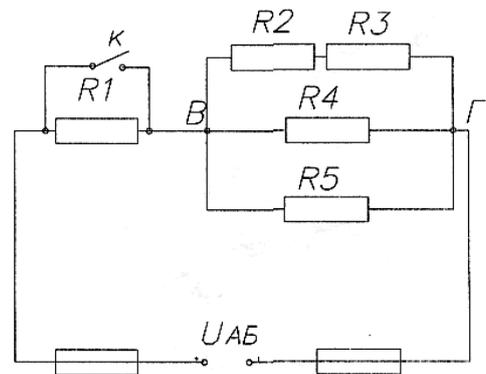


Вариант 23

Для цепи постоянного тока определить;

- 1 Эквивалентное сопротивление
- 2 Токи в каждом сопротивлении
- 3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
- 4 Стоимость энергии, потребляемой цепью за 70 ч., если 1 кВт ч стоит 4 руб.

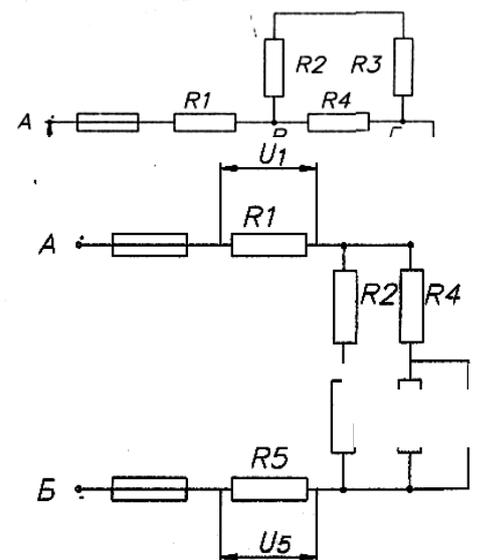
Дано: $R_1=1\text{Ом}; R_2=8 \text{ Ом}; R_3=2 \text{ Ом}; R_4=15 \text{ Ом}; R_5=3 \text{ Ом}; R_6=5 \text{ Ом}; I_{\text{общ}}=4\text{А}.$



Вариант 24

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
 - 2 Токи в каждом сопротивлении
 - 3 Мощность на каждом сопротивлении
 - 4 Расход энергии цепью за 200 ч
- Дано: $R_1=80 \text{ Ом}; R_2=60\text{Ом}; R_3=80 \text{ Ом}; R_4=300\text{Ом}; R_5=100\text{Ом}; U_{вр}=20\text{В}$



Вариант 25

Для цепи постоянного тока определить:

- 1 Эквивалентное сопротивление
 - 2 Токи в каждом сопротивлении
 - 3 Мощность в цепи и мощности на каждом сопротивлении
 - 4 Расход энергии цепью за 100 ч
- Дано: $R_1=12\text{ Ом}$; $R_2=10\text{ Ом}$; $R_3=15\text{ Ом}$;
 $R_4=4\text{ Ом}$; $R_5=20\text{ Ом}$; $I_3=4\text{ А}$

Контрольные вопросы:

1. Схема замещения – это?
2. Какое соединение называется последовательным? параллельным?
3. Сформулируйте первый закон Кирхгофа.
4. Что такое мощность? Ее единица измерения.
5. Сформулируйте второй закон Кирхгофа.

Критерии оценки за практическую работу:

- «Отлично» - Показал полное знание технологии выполнения задания в расчетной части.
Продемонстрировал умение применять теоретические знания при выполнении задания. Уверенно выполнил действия согласно условию задания.
- «Хорошо» - Задание в целом выполнил, но допустил неточности.
Показал теоретические знания при расчетах, выполнения задания, но недостаточно уверенно применил их на практике. Выполнил норматив на положительную оценку.
- «Удовлетворительно» - Показал знание общих положений, задание выполнил с ошибками. Задание выполнил на положительную оценку, но превысил время, отведенное на выполнение задания.
- «Неудовлетворительно» - Не выполнил задание.
Не продемонстрировал умения самостоятельного выполнения задания.
Не знает технологию/алгоритм выполнения задания.
Не выполнил норматив на положительную оценку.

Учебно-методическое и информационное обеспечение:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника : учебник / С. М. Аполлонский. — Москва : КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617> — Текст : электронный.

2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944> — Текст : электронный

3. Мартынова, И. О., Электротехника. : учебник / И. О. Мартынова. — Москва : КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О.. Электротехника. Лабораторно-практические работы : Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва : КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301>— Текст : электронный.

Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000008/>

2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. — URL: <http://eltray.com>

Практическая работа №2

Раздел 4 «Переменный синусоидальный ток»

Тема: Расчет цепи переменного тока.

Количество часов: 2

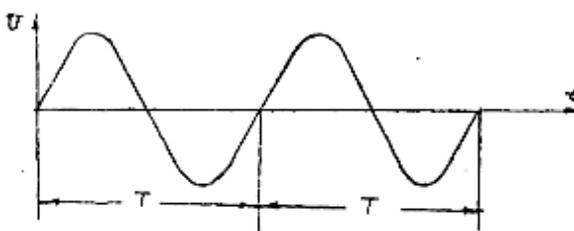
Цели:

1. Получить навыки расчета цепей переменного тока.
2. Научиться строить векторные диаграммы для расчета и проверки решения.

Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Выполнить расчеты по формулам;
- Построить векторную диаграмму электрической цепи переменного тока;
- Ответить на контрольные вопросы;
- Сделать выводы по работе.

Теоретическая часть: В науке и технике, важную роль играет переменный ток, который меняет значение направление определенное число раз в секунду. Условное графическое изображение представлено на рисунке.



При прохождении переменного тока через катушку индуктивности в ней возникает ЭДС самоиндукции, которая по правилу Ленца носит реактивный характер, т.е. препятствует изменению тока в цепи. Кроме преодоления активного сопротивления проводника катушки, необходимо преодолеть и противодействующую ЭДС самоиндукции. Поэтому для получения такой же силы переменного тока, как и постоянного, необходимо увеличить приложенное к катушке напряжение. Это можно объяснить тем, что по отношению к переменному току катушка обладает некоторым добавочным сопротивлением, которое зависит от индуктивности катушки L и называется индуктивным сопротивлением X_L .

Следовательно, в цепи переменного тока с индуктивным сопротивлением ток в своих изменениях отстает от приложенного напряжения по фазе на 90° . так, как возникшая ЭДС самоиндукции препятствует изменению тока в цепи.

Чем выше частота f переменного тока, тем быстрее изменяется ток в цепи, и сильнее противодействует самоиндукция этим изменениям тогда индуктивное сопротивление больше. Индуктивное сопротивление X_L определяется по формуле $X_L = 2\pi fL$, где f — частота переменного тока, Гц; L — индуктивность катушки, Гн; π — постоянная, равная 3,14.

В первую четверть периода, когда ток в цепи нарастает, катушка запасает энергию, которая идет на создание магнитного поля. Во вторую четверть периода ток в цепи убывает, энергия, магнитного поля катушки возвращается в цепь, при этом возникают потери в проводах линии.

Поэтому индуктивное сопротивление и потребляемую им мощность называют реактивным. Реактивная мощность определяется по формуле $Q_L = I^2 \cdot X_L$ (вар).

В цепи переменного тока с активным сопротивлением R ток и напряжение совпадают по фазе. При этом потребляется активная мощность P , которая

характеризует безвозвратную потерю энергии, т.е. превращение энергии тока в другой вид энергии, например, тепловую, механическую, химическую.

Активная мощность определяется по формуле $P = I^2 \cdot R$ (Вт)

Полное сопротивление катушки в цепи переменного тока, активного R и индуктивного X_L , сопротивлений, определяется по формуле $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$.

Полная мощность $S = I^2 \cdot Z = \sqrt{R^2 + Q^2}$ (В·А)

Конденсатор в цепи постоянного тока представляет собой бесконечно большое сопротивление (разрыв цепи), так, как состоит из двух пластин, между которыми имеется диэлектрик - изолятор. При подключении конденсатора к источнику постоянного тока в течение очень короткого, времени в цепи идет зарядный ток. Как только конденсатор зарядится до напряжения источника, ток в цепи прекратится.

В цепи переменного тока конденсатор будет периодически заряжаться, разряжаться и перезаряжаться, т.к. ток источника периодически меняет свою величину и направление. и опережает напряжение по фазе на 90° . Чем больше емкость конденсатора и частота переменного тока, тем больше ток заряда и разряда и меньше сопротивление. Емкостное сопротивление определяется по формуле $X_C = 1/2\pi fC$.

Из формулы видно, что с увеличением частоты f и емкости C , емкостное сопротивление X_C уменьшается

Конденсатор так же, как и катушка является реактивным сопротивлением, и потребляет реактивную мощность Q , которая при заряде конденсатора потребляется от источника, а при его разряде возвращается в сеть. $Q_C = -I^2 X_C$ (вар).

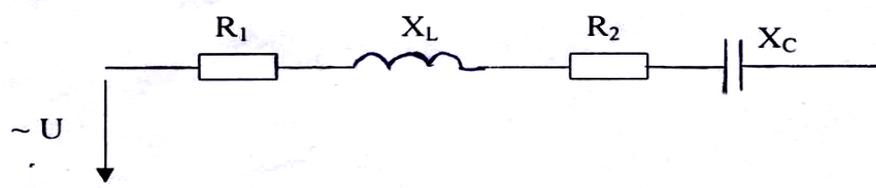
В цепи переменного тока могут быть участки с активным R , индуктивным X_L и емкостным X_C сопротивлением. Индуктивное сопротивление вызывает отставание по фазе тока от напряжения, а емкостное сопротивление дает обратный эффект, т.е. оба эти сопротивления действуют в противофазе. Это означает, что, когда конденсатор запасает энергию, катушка в этот момент ее отдает. В следующий момент - наоборот. Для того чтобы учесть эти противоположные действия индуктивного и емкостного сопротивлений, их складывают с разными знаками. Общее реактивное сопротивление цепи $X = X_L - X_C$. Реактивная мощность цепи $Q = Q_L - Q_C$

Когда сопротивления $X_L = X_C$ равны, тогда действия этих сопротивлений взаимно компенсируются, для генератора эти сопротивления не существуют. Общее реактивное сопротивление цепи равно нулю, а полное сопротивление цепи $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R$ становится минимальным и чисто активным $Z = R$, тогда наступает резонанс напряжения.

Порядок выполнения работы:

Пример 1. Активное сопротивление катушки $R_1 = 4 \text{ Ом}$, индуктивное сопротивление $X_L = 12 \text{ Ом}$. Последовательно с катушкой включен резистор с активным сопротивлением $R_2 = 2 \text{ Ом}$ и конденсатор с сопротивлением $X_C = 4 \text{ Ом}$. К цепи приложено напряжение $U = 100 \text{ В}$

- Определить:**
1. Полное сопротивление цепи Z (Ом);
 2. Ток в цепи I (А);
 3. Коэффициент мощности $\cos \varphi$;
 4. Активную мощность P (Вт);
 5. Реактивную мощность Q (вар);
 6. Полную мощность S (ВА)
 7. Построить векторную диаграмму



Решение:

1. Определяем полное сопротивление цепи по теореме Пифагора

$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(4+2)^2 + (12-4)^2} = 10 \text{ Ом}$$

2. Определяем ток в цепи

$$I = U/Z = 100/10 = 10 \text{ А}$$

3. Определяем $\cos\varphi = R_1 + R_2/Z = 4+2/10=0,6$.

По таблице Брадиса определяем угол $\varphi = 53^\circ$

4. Определяем активную, реактивную и полную мощности цепи:

4.1. Активная мощность

$$P = I^2 \cdot (R_1 + R_2) = 10^2 \cdot (4+2) = 600 \text{ Вт}$$

$$\text{или } P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,6 = 600 \text{ Вт.}$$

4.2. Реактивная мощность

$$Q = I^2 \cdot (X_L - X_C) = 10^2 \cdot (12-4) = 800 \text{ вар}$$

$$\text{или } Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,8 = 800 \text{ вар.}, \sin\varphi = X_L - X_C/Z = 12-4/10 = 0,8$$

4.3 Полная мощность

$$S = U \cdot I = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ В} \cdot \text{А};$$

$$S = I^2 \cdot Z = 10^2 \cdot 10 = 1000 \text{ В} \cdot \text{А};$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{600^2 + 800^2} = 1000 \text{ В} \cdot \text{А}$$

5. Определяем масштаб по напряжению и току (определить масштаб в 1 см)

$$U_R = I \cdot R;$$

$$U_L = I \cdot X_L;$$

$$U_C = I \cdot X_C$$

Задаем масштаб по току M_I (А/см) и напряжению M_U (В/см).

Определить длину векторов напряжений и тока с учетом масштаба $I_I = I/M_I$;

$$I_R = U_R/M_U; I_L = U_L/M_U; I_C = U_C/M_U$$

6. Построение диаграммы выполняется в следующей последовательности:

1) За начальный вектор принимаем вектор тока, поскольку ток является одинаковой величиной для всех участков цепи. Строим этот вектор горизонтально в масштабе.

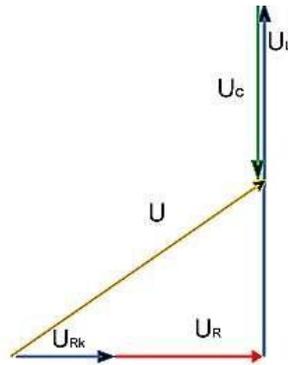
2) Напряжения на активных резисторах совпадают по фазе с током. Вектор этого напряжения I_R откладываем в масштабе вдоль вектора тока.

3) напряжения на индуктивных резисторах опережают по фазе ток на угол 90° . Поскольку положительное вращение векторов принято против часовой стрелки, вектор напряжения откладываем вверх относительно вектора тока, так как ток, а данном случае отстающий.

4) Напряжения на емкостных резисторах отстают по фазе от тока на угол 90° . Следовательно, вектор этого напряжения I_C откладываем вниз относительно вектора тока, так как ток в данном случае опережающий.

5) Геометрическим сложением векторов напряжений на активных, индуктивных и емкостных резисторах получим вектор приложенного напряжения:

Угол между векторами тока и общего (приложенного) напряжения обозначается (φ) называется углом сдвига фаз данной цепи.



Проверка. Следует проверить аналитическое решение и построение векторной диаграммы путем их сопоставления, следующим образом:

$$U = U_{R1,2} + U_{L1,2} + U_{C1,2}$$

1) Проверка угла φ производится с помощью транспортира и сравнением полученной величины угла в градусах с расчетным в решении.

2) Проверка величины приложенного напряжения: $U = I_U \cdot M_U$, что соответствует условиям

задачи. Значит, диаграмма построена, верно. В случае значительных расхождений при такой проверке следует найти ошибку. По виду векторной диаграммы можно определить характер нагрузки цепи.

Ход работы

Цепь переменного тока содержит различные элементы (резисторы, индуктивности, емкости), включенные последовательно (рис.3). Данные для своего варианта взять из таблицы. 1.

1. Начертить схему цепи, включая только те элементы (резисторы, индуктивности, емкости), величины которых заданы в табл. 1 для каждого варианта.

2. Определить следующие величины, относящиеся к данной цепи, если они не заданы, как дополнительный параметр в табл.1;

3.1. Полное сопротивление цепи;

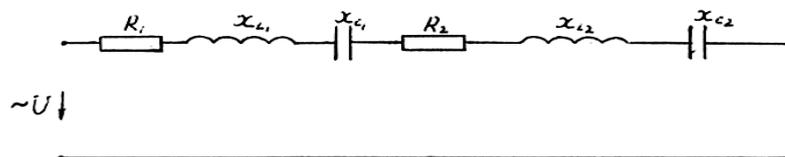
3.2. напряжение U , приложенное к цепи;

3.3. ток I ;

3.4. угол сдвига фаз φ (по величине и знаку);

3.5. активную P , реактивную Q и полную S мощности.

3. 6. Построить векторную диаграмму.



Варианты	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$X_{L1}, \text{ Ом}$	X_{L2}	$X_{C1}, \text{ Ом}$	$X_{C2},$	дополнител
01	4	-	6	-	3	-	$Q=48 \text{ вар}$
02	6	2	3	-	9	-	$U=40\text{В}$
03	-	6	-	12	-	4	$I=5 \text{ А}$
04	6	2	12	-	6	-	$P=200 \text{ В}$
05	4	4	-	6	12	-	$S=360 \text{ В А}$
06	3	-	6	-	-	2	$I=3 \text{ А}$

07	-	8	-	16	4	6	P=200 Вт
08	16	-	10	8	6	-	U=80 В
09	-	4	3	-	2	4	I=4 А
10	3	-	2	-	-	6	U=50 В
11	4	4	-	4	10	-	P=200 Вт
12	4	4	2	-	-	8	U=60 В
13	6	-	-	4	12	-	S=250 В А
14	8	8	-	8	8	-	I=5 А
15	-	4	5	-	5	3	P= 100 Вт
16	6	-	8	4	4	-	U=20В
17	-	8	-	12	4	2	S=160 В А
18	6	-	2	-	-	10	I=8 А
19	4	2	-	12	4	-	P=600 Вт
20	5	3	3	-	-	9	Q=54 вар
21	3	6	-	6	6	-	U=45В
22	-	4	8	4	3	6	S=125 В А
23	4	4	-	4	10	-	P=72 Вт
24	-	4	-	6	-	3	Q=300 вар
25	6	2	-	3	9	-	I=6 А
26	2	2	4	2	3	-	U=30 В
27	4	-	-	3	4	2	P=36 Вт
28	-	8	-	16	4	6	S=1 000 В А
29	-	3	6	8	2	-	I=10А
30	3	-	7	-	3	-	U=50В

Контрольные вопросы:

1. Каков характер движения электрических зарядов в проводнике при переменном токе? 2. Как связана частота вращения вектора изображающего синусоидальную величину с ее угловой скоростью?

В какую энергию преобразуется цепь с активным сопротивлением?

3. Укажите параметры переменного тока, от которого зависит индуктивное сопротивление катушки?

4. Какое сопротивление называется реактивным?

5. Что такое резонанс напряжений? токов?

Критерии оценки за практическую работу:

- «Отлично» - Показал полное знание технологии выполнения задания в расчетной части.

Продемонстрировал умение применять теоретические знания при выполнении задания. Правильно начертил векторную диаграмму данной схемы.

Уверенно выполнил действия согласно условию задания.

- «Хорошо» - Задание в целом выполнил, но допустил неточности.
Показал теоретические знания при расчетах, выполнения задания, но недостаточно уверенно применил их на практике. Выполнил норматив на положительную оценку.
- «Удовлетворительно» - Показал знание общих положений, задание выполнил с ошибками. Задание выполнил на положительную оценку, но превысил время, отведенное на выполнение задания. Не выполнил построение векторной диаграммы.
- «Неудовлетворительно» - Не выполнил задание.
Не продемонстрировал умения самостоятельного выполнения задания.
Не знает технологию/алгоритм выполнения задания.
Не выполнил норматив на положительную оценку.

Учебно-методическое и информационное обеспечение:

Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника : учебник / С. М. Аполлонский. — Москва : КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617> — Текст : электронный.
2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944> — Текст : электронный
3. Мартынова, И. О., Электротехника. : учебник / И. О. Мартынова. — Москва : КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О.. Электротехника. Лабораторно-практические работы : Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва : КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/> — Текст : электронный.

Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000008/>
2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. — URL: <http://eltray.com>

Список источников и литературы

Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника: учебник / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617> — Текст: электронный.
2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944> — Текст: электронный
3. Мартынова, И. О., Электротехника: учебник / И. О. Мартынова. — Москва: КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст: электронный.

Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О. Электротехника. Лабораторно-практические работы: Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва: КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301> — Текст: электронный.

Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000008/>
2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. — URL: <http://eltray.com>