**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

для студентов заочной формы обучения

для специальности

**« Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования»,**

по дисциплине

**«Электротехника и электронная техника»**

2020г

[СОДЕРЖАНИЕ Рекомендации по оформлению контрольной работы 2](#_Toc116095)

[**Контрольная работа № 1** 5](#_Toc116096)

[Задача № 1 5](#_Toc116097)

[Задача № 2 10](#_Toc116098)

[Задача № 3 18](#_Toc116099)

[Задача № 4 23](#_Toc116100)

[**Контрольная работа № 2** 27](#_Toc116101)

[Задание № 1 27](#_Toc116102)

[Задание № 2 28](#_Toc116103)

[Литература……………………………………………………………………………..........3](#_Toc116104)1

Дисциплина «**Электротехника и электронная техника**», изучаемая студентами технического колледжа, относится к профессиональному учебному циклу, к общепрофессиональным дисциплинам Федерального Государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

При изучении указанной дисциплины студенты должны:

* уметь: использовать основные законы и принципы теоретической электротехники и электронной техники в профессиональной деятельности;
* читать принципиальные, электрические и монтажные схемы;
* рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных цепей;
* пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
* подбирать устройства электронной техники, электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками;
* собирать электрические схемы;
* принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических и электронных устройств и приборов;
* правила эксплуатации электрооборудования.

***Контрольная работа по дисциплине «Электротехника и электронная техника» состоит из двух контрольных работ:***

***Контрольная работа № 1*** *«Электротехника» 4 задачи.*

***Контрольная работа № 2*** *«Электроника»: 1 теоретический вопрос и 1 задача.*

***Вариант задания соответствует порядковому номеру студента в списке группы.***

***Рекомендации по оформлению контрольной работы***

К выполнению и оформлению контрольной работы предъявляются следующие основные требования:

1. Контрольная работа должна содержать:

* титульный лист,
* содержание,
* расчетную часть,
* список использованной литературы.

1. **Вариант каждого расчетного задания должен соответствовать порядковому номеру студента в списке студенческой группы (список прилагается).**

Студенты, зарегистрированные в журнале под номерами 26 и далее, выполняют задания с 1 варианта. На титульном листе обязательно указываются: наименование дисциплины, наименование работы, номер варианта, номер группы, фамилия и инициалы студента, фамилия и инициалы преподавателя.

1. Контрольная работа выполняется в обычной школьной тетради. Для замечаний рецензента на страницах тетради оставляются поля (35 мм). Каждая следующая задача должна начинаться с новой страницы. Условия задач переписываются полностью без сокращений.
2. Решение задачи должно сопровождаться пояснениями. В пояснениях необходимо указывать те основные законы и формулы, на которых базируется решение задачи.
3. При расчетах необходимо придерживаться определенного порядка:

сначала искомую величину выразить формулой, затем подставить в нее известные значения величин, после чего записать результат расчета.

1. Текст, формулы и числовые выкладки должны быть выполнены четко и аккуратно, без помарок. Буквенные обозначения и единицы физических величин должны соответствовать действующим нормативным документам (ГОСТу).
2. Во избежание ошибок при расчетах, значения всех величин рекомендуется подставлять в формулы в единицах СИ. Количество значащих цифр после запятой должно быть не более двух.
3. Электрические схемы должны быть выполнены с соблюдением установленных условий графических изображений элементов этих схем, при помощи чертежных инструментов. Строго следует придерживаться буквенных обозначений электрических величин. Векторные диаграммы выполнять на клетчатой или миллиметровой бумаге с обязательным проставлением выбранного масштаба.
4. В конце работы студент ставит дату и свою подпись.
5. Если работа не зачтена или зачтена при условии внесения исправлений, то все необходимые поправки делаются в конце работы в разделе «Работа над ошибками».

# **Контрольная работа № 1**

**Задача № 1 «Смешанное соединение конденсаторов»**

Дана батарея конденсаторов, соединенных смешанным способом и

подключенных к сети переменного тока напряжением 220*В*. Схема включения

соответствует варианту задания и изображена на схемах 1.1 -1.25, по заданным

в таблице 1.1 параметрам рассчитать:

1. Эквивалентную емкость батареи конденсаторов(*Cэкв*).
2. Заряд каждого конденсатора (*q1, q2, q3, q4, q5*).
3. Энергию каждого конденсатора (*W1, W2, W3, W4, W5*).

**Таблица 1.1 - Варианты задания и параметры элементов схем**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер варианта** | **Схема**  **(№ рисунка)** | **Емкость конденсаторов, *мкФ*** | | | |  |
| **С1,** | **С2,** | **С3,** | **С4,** | **С5,** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** |
| 1 | 1.1 | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 |
| 2 | 1.2 | 5 | 10 | 15 | 20 | 5 |
| 3 | 1.3 | 6 | 5 | 10 | 2 | 4 |
| 4 | 1.4 | 7 | 3 | 12 | 2 | 8 |
| 5 | 1.5 | 40 | 40 | 40 | 5 | 25 |
| 6 | 1.6 | 1 | 9 | 4 | 14 | 18 |
| 7 | 1.7 | 20 | 20 | 10 | 10 | 5 |
| 8 | 1.8 | 4 | 6 | 4 | 26 | 26 |
| 9 | 1.9 | 14 | 14 | 6 | 6 | 30 |
| 10 | 1.10 | 16 | 18 | 20 | 5 | 30 |
| 11 | 1.11 | 30 | 58 | 60 | 62 | 10 |
| 12 | 1.12 | 20 | 20 | 20 | 20 | 5 |
| 13 | 1.13 | 15 | 15 | 5 | 5 | 20 |
| 14 | 1.14 | 18 | 8 | 10 | 34 | 43 |
| 15 | 1.15 | 5 | 20 | 20 | 10 | 15 |
| 16 | 1.16 | 10 | 20 | 44 | 44 | 44 |

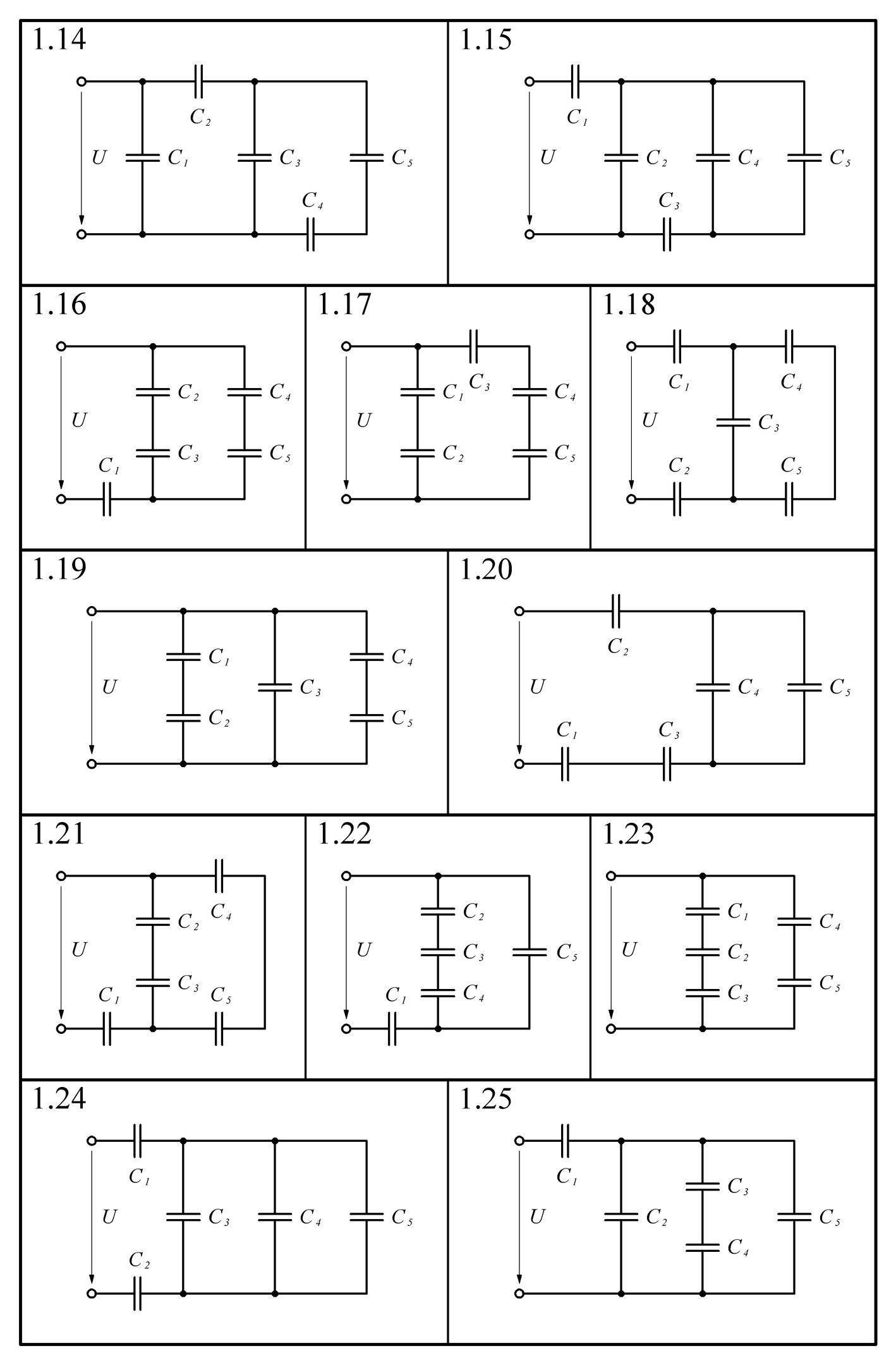
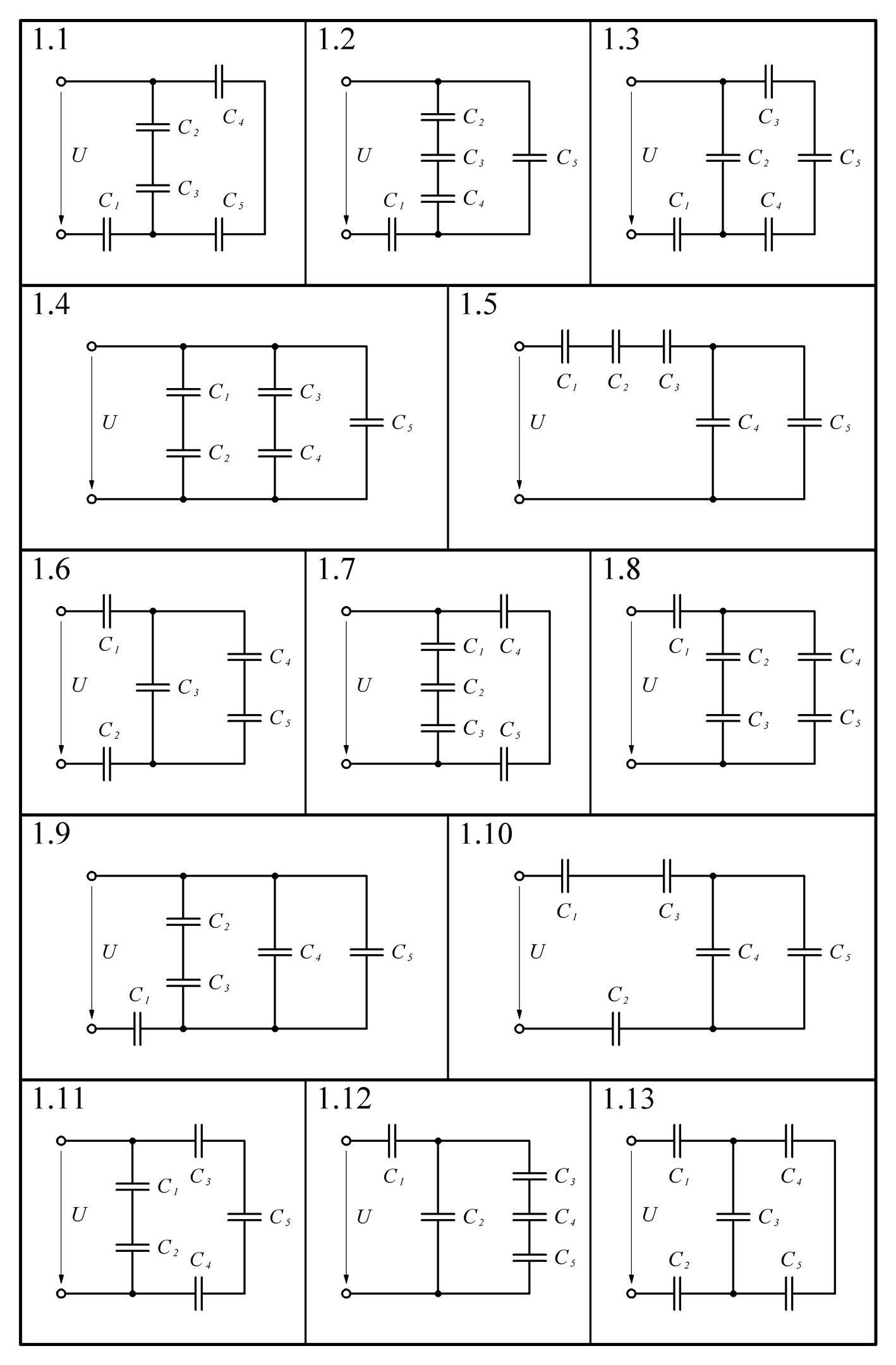
Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** |
| 17 | 1.17 | 5 | 25 | 20 | 10 | 5 |
| 18 | 1.18 | 6 | 9 | 18 | 28 | 36 |
| 19 | 1.19 | 5 | 5 | 14 | 18 | 20 |
| 20 | 1.20 | 10 | 6 | 6 | 6 | 10 |
| 21 | 1.21 | 42 | 36 | 27 | 38 | 48 |
| 22 | 1.22 | 3 | 16 | 25 | 32 | 34 |
| 23 | 1.23 | 4 | 20 | 32 | 34 | 36 |
| 24 | 1.24 | 16 | 56 | 58 | 32 | 10 |
| 25 | 1.25 | 15 | 15 | 20 | 22 | 24 |

# **Приложение А**

**Схемы для решения**

**задачи № 1**



***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЗАДАНИЮ №1***

Таблица 1.2 - Основные формулы для расчета задачи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Номер формулы | Формула  (Единицы измерения) | Примечание |
| Электроемкость двух проводников | 1.1 | C = (Ф) | *q-* заряд проводника  *C* – электроемкость *U* – напряжение (разность потенциалов проводника) |
| 1.2 | *q* = *CU(Кл)* |
| 1.3 | *U* = (В) |
| Последовательное соединение конденсаторов |  |  |  |
| 1.5 | *q=q1=q2* |
| 1.6 | *U=U1+U2* |
| 1.7 | С12 = |
| Параллельное соединение конденсаторов | 1.8 | *q=q1+q2* |  |
| 1.9 | *U=U1=U2* |
| 1.10 | *C= C1+C2* |

***Пример расчета смешанного соединения конденсаторов***

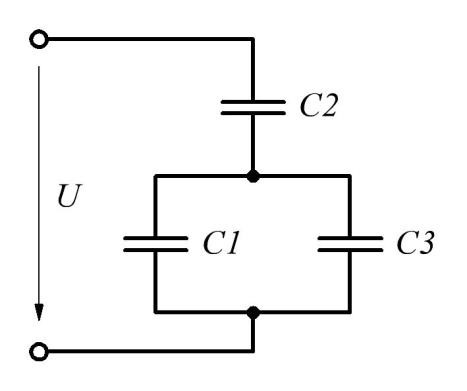
Дано: - конденсаторы в батарее соединены смешанным способом, схема изображена на рисунке 1.1;

напряжение *U* = 240*В*;

* емкости конденсаторов: *С1* = 50 *мкФ*, *С2* = 300 *мкФ*, *С3* = 150 *мкФ*.

Рассчитать:

1. Эквивалентную емкость батареи конденсаторов (*Cэкв*).
2. Заряд каждого конденсатора (*q1, q2, q3*).
3. Энергию каждого конденсатора (*W1, W2, W3*).

 Рисунок 1.1 – Схема электрической цепи для расчета смешанного соединения конденсаторов

**Решение:**

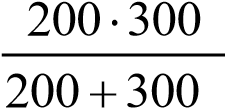
Рассматриваемая батарея конденсаторов имеет смешанное соединение.

Будем решать задачу методом свертывания.

1. Определим эквивалентную емкость *Сэкв* всей цепи.
   1. Рассчитаем общую емкость конденсаторов *C*1 и *C*3, соединенных параллельно по формуле 1.10:

*C*13 = 50 + 150 = 200 *мкФ*,

* 1. Эквивалентную емкость *Сэкв* батареи конденсаторов найдем по формуле 1.7:

*СЭКВ* = = 120  мкФ.

1. Определим электрический заряд *q123* батареи конденсаторов по формуле

1.2:

*q123* = 120·10–6·240 = 288·10–4 Кл.

В соответствии с формулой 1.5 величина заряда *q*2 на конденсаторе *C*2 равна

величине заряда *q123*, т.е.

*q*2 = 288·10–4*Кл*;

1. Рассчитаем напряжения *U* на каждом из конденсаторов:
   1. Зная величину заряда *q*2 рассчитаем напряжение *U2* на втором конденсаторе по формуле : 96*В*
   2. По формуле 1.6 находим напряжение *U13*, так как конденсаторы *C*2 и *C*13 соединены последовательно. При этом мы учитываем, что конденсаторы *C*1 и *C*3 соединены параллельно, значит напряжение на них будет одинаковым (формула 1.9):

*U*13 = *U*1 = *U3* = 240 – 96 = 144 *В*.

1. Зная напряжения *U1* и *U3*, рассчитываем заряды на конденсаторах *C*1 и *C*3 по формуле 1.2:

*q*1= 50·10–6·144 = 72·10–4*Кл*, *q*3= 150·10–6·144 = 216·10–4*Кл.*

1. Энергию электростатического поля *W1, W2, W3* на каждом из конденсаторов рассчитываем по формуле 1. 11:

*W*1 = 0,52*Дж* , *W*2  =1,56*Дж* , *W* =1,56*Дж*

2

Ответ: *Сэкв =* 120 *мкФ*; *q*1 = 72·10–4*Кл*; *q2* = 288·10–4*Кл*; *q*3 = 216·10–4*Кл*;

*W1*≈ 0,52*Дж*; *W2*≈ 1,56 *Дж*; *W3*≈ 1,56 *Дж*

# 

# **Задача № 2 «Простые цепи постоянного тока»**

Для электрической цепи постоянного тока, составленной из резистивных элементов, дана схема, изображенная на схемах 2.1-2.25 в приложение Б, по заданным в таблице 2.1 параметрам рассчитать:

1. Токи во всех ветвях схемы.
2. Падение напряжений на каждом из резисторов.
3. Мощность, развиваемую источником энергии (*Рист*) и мощность

рассеиваемую на нагрузке (*Рнаг*).

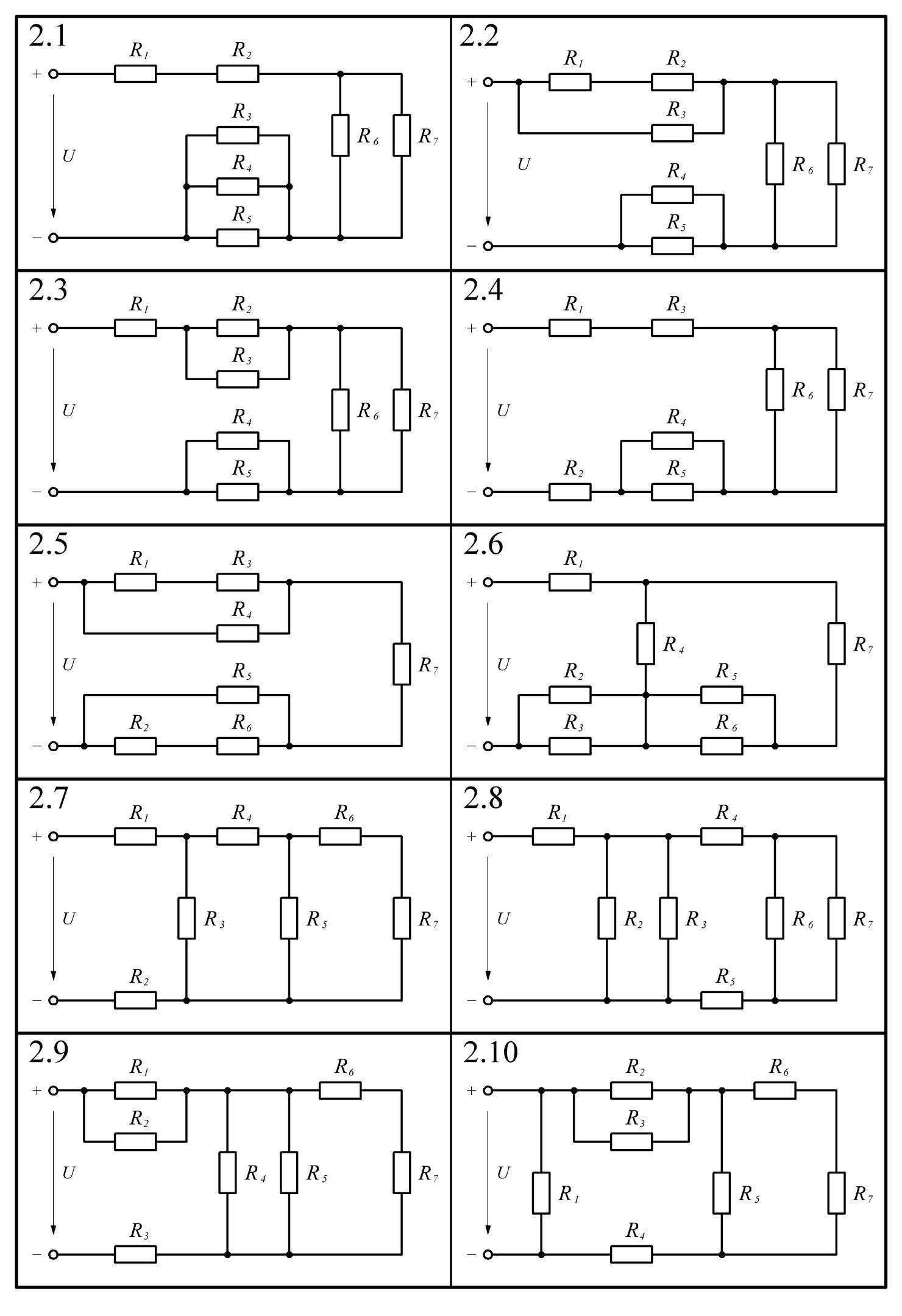
1. Проверить правильность решения методом баланса мощностей.

**Таблица 2.1 - Варианты задания и параметры элементов схем**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Схема**  **(№ рис.)** |  | **Значения сопротивлений резисторов,** | | | | | **Ом** | **Напряжение источника, В** |
| **R1** | **R2** | **R3** | **R4** | **R5** | **R6** | **R7** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| 1 | 2.1 | 1 | 10 | 6 | 4 | 10 | 6 | 2 | 20 |
| 2 | 2.2 | 2 | 5 | 10 | 8 | 6 | 3 | 9 | 10 |
| 3 | 2.3 | 10 | 7 | 4 | 2 | 15 | 9 | 4 | 25 |
| 4 | 2.4 | 5 | 9 | 2 | 3 | 5 | 7 | 2 | 15 |
| 5 | 2.5 | 6 | 5 | 2 | 4 | 3 | 6 | 8 | 30 |
| 6 | 2.6 | 2 | 3 | 5 | 10 | 14 | 8 | 4 | 30 |
| 7 | 2.7 | 3 | 7 | 6 | 4 | 5 | 7 | 6 | 20 |
| 8 | 2.8 | 3 | 2 | 1 | 4 | 8 | 7 | 3 | 15 |
| 9 | 2.9 | 1 | 3 | 5 | 10 | 12 | 7 | 4 | 10 |
| 10 | 2.10 | 2 | 8 | 3 | 1 | 1 | 5 | 7 | 25 |
| 11 | 2.11 | 4 | 2 | 8 | 1 | 6 | 4 | 2 | 15 |
| 12 | 2.12 | 2 | 4 | 1 | 5 | 3 | 7 | 5 | 30 |
| 13 | 2.13 | 3 | 8 | 2 | 2 | 5 | 5 | 7 | 25 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 14 | 2.14 | 8 | 3 | 5 | 7 | 6 | 8 | 1 | 15 |
| 15 | 2.15 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 10 |
| 16 | 2.16 | 7 | 3 | 10 | 5 | 12 | 8 | 6 | 10 |
| 17 | 2.17 | 4 | 5 | 2 | 2 | 5 | 5 | 7 | 15 |
| 18 | 2.18 | 5 | 3 | 3 | 10 | 7 | 4 | 5 | 20 |
| 19 | 2.19 | 5 | 2 | 2 | 1 | 9 | 3 | 4 | 25 |
| 20 | 2.20 | 2 | 5 | 7 | 3 | 6 | 7 | 3 | 30 |
| 21 | 2.21 | 7 | 5 | 4 | 3 | 4 | 6 | 4 | 25 |
| 22 | 2.22 | 5 | 3 | 6 | 7 | 11 | 5 | 7 | 10 |
| 23 | 2.23 | 9 | 3 | 5 | 1 | 10 | 3 | 2 | 25 |
| 24 | 2.24 | 7 | 3 | 5 | 5 | 8 | 4 | 4 | 10 |
| 25 | 2.25 | 3 | 5 | 2 | 8 | 3 | 1 | 2 | 30 |

# **Приложение Б**



### 

### 

### ***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

Таблица 2.2 - Основные формулы для расчета задачи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Номер формулы | Формула | Примечание |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Закон Ома для участка цепи | 2.1 | *I* = *(А)* | *U* – напряжение (между концами сопротивления) *I*– сила тока на участке  цепи  *R*– сопротивление проводника |
| 2.2 | *U* = *IR(В)* |
| 2.3 | *R* = *(Ом)* |
| Закон Ома для  замкнутой цепи | 2.4 | I = | *ε*–ЭДС источника  *R*–внешнее сопротивление *r*– внутреннее  сопротивление источника |
| 2.5 | *ε = I(R+r)* |
| Последовательное соединение резисторов | 2.6 | *I=I1=I2* |  |
| 2.7 | *U=U1+U2* |
| 2.8 | *R12= R1+R2* |
| Параллельное соединение конденсаторов | 2.9 | *I=I1=I2* |  |
| 2.10 | *U=U1=U2* |
| 2.11 |  |
| 2.12 | *R R*  *R*12 = 1 2  *R*1 + *R*2 |
|  | |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 |  | 4 | |
| Мощность источника (полная) | 2.13 | *Р=U I**(Вт)* | *Р -* мощность | |
| Мощность нагрузки  (полезная) | 2.14 | *P* = *IU =* *I**²R =*   *(Вт)* | | |
| 1 закон Кирхгофа |  |  | | *К –* число ветвей подходящих к узлу |
| 2 закон Кирхгофа | 2.16 |  | | *Q-* число источников ЭДС в контуре  *N –* число приемников контура |
| Баланс мощностей | 2.17 | *Рист = Рнагр* | | |

***Пример расчета цепи постоянного тока***

Дано: - схема цепи постоянного тока изображена на рисунке 2.1;

* напряжение источника постоянного тока *U* = 20 *В*;
* сопротивления резисторов: *R1* = 5 *Ом*, *R2* = 3 *Ом*, *R3* = 2 *Ом*,
* *R4* = 4 *Ом*, *R5* = 7*Ом*.

Рассчитать:

1. Токи во всех ветвях схемы (*I1, I2, I4, I5*).
2. Падение напряжений на каждом из резисторов (*U1, U2, U3, U4,U5*).
3. Мощность, развиваемую источником энергии (*Рист*) и мощность

рассеиваемую на нагрузке (*Рнаг*).

1. Составить уравнение баланса мощностей.

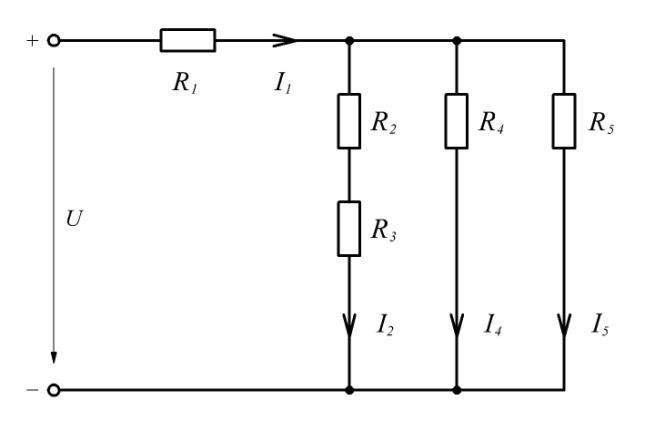


Рисунок 2.1 - Исходная схема для расчета цепи постоянного тока

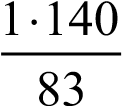
**Решение:**

Данная схема имеет смешанное соединение, поэтому будем решать задачу методом свертывания.

1. Определим эквивалентное сопротивление *Rэкв* цепи:
   1. Резисторы *R2* и *R3* соединены последовательно, поэтому общее сопротивление (рисунок 2.2, а) находим по формуле 2.8:

*R*23 =3+2= 5*Ом*.

* 1. Резисторы *R23* и *R4* и *R5* соединены параллельно, поэтому общее сопротивление *R2345* этих ветвей (рисунок 2.2, б) найдем по формуле 2.11:

*R*2345 =  =1,69*Ом*

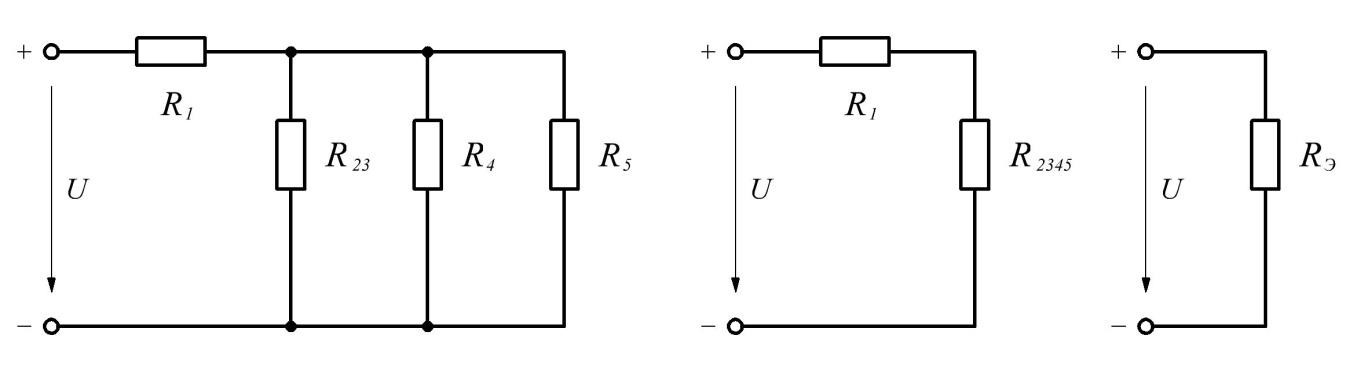
 а б в

Рисунок 2.2 - Этапы эквивалентного преобразования схемы разветвленной электрической цепи

* 1. Величину эквивалентного сопротивления *Rэкв* цепи (рисунок 2.2, в) находим как сумму *R2345* и *R1*, так как данные сопротивления соединены последовательно применим формулу2.8:

*Rэкв* = 5 + 1,69 = 6,69 *Ом*.

1. Определим токи в ветвях:
   1. Ток *I1* в неразветвленной части цепи рассчитаем по закону Ома для участка цепи (формула 2.1):

20

*I*1 = = 2,99*А*.

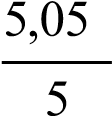
6,69

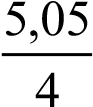
* 1. Для нахождения остальных токов необходимо определить напряжение на резисторах *R4*, *R5* и *R23*. Резисторы соединены параллельно, поэтому напряжения *U23 = U4 = U5* (формула 2.10) и численно равно напряжению *U2345.* Напряжение *U2345* рассчитаем через сопротивление *R2345* по формуле 2.2:

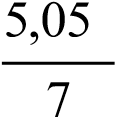
*U*2345 = 2,99\*1,69 =5,05*В*.

*U2345 =U23= U4=U5 =* 5,05*В*

* 1. Токи *I2, I4, I5* в параллельных ветвях исходной схемы находим по закону Ома для участка цепи (формула 2.1):

*I*2 =  =1,01*А*,

*I*4 =  =1,26*А*,

*I*5 =  = 0,72 *А*.

Проверку полученных результатов проведем по первому закону Кирхгофа:

*I*1 = *I*2 = *I*4 = *I*5.

2,99 = 1,01 + 1,26 + 0,72

2,99 А = 2,99 А. Токи определены верно.

1. Определим падения напряжений на резисторах:
   1. Напряжения на резисторах *R1, R2, R3, R4, R5* исходной схемы находим по формуле 2.2:

*U*1 = 2,99\*5=14,95*В*,

*U*2 =1,01\*3=3,03*В*,

*U*3 =1,01\*2 =2,02*В*,

*U*4 =*U*5 =*U*2345 = 5,05*В*.

1. Найдем мощность развиваемую источником и мощность рассеиваемую на нагрузке:
   1. Мощность развиваемую источником рассчитываем по формуле 2.13:

*Рист=* 20·2,99 *=* 59,8 *Вт*

* 1. Мощность рассеиваемую на нагрузке рассчитываем по формуле 2.14, учитывая все пять резисторов:

*Рнагр = R1I2+ R2I2+R3I2 +R4I2+ R5I2*

*Рнагр=* 5·2,992 + 3·1,012 + 2·1,012 +4·1,262 +7·0,722 = 59,77 *Вт*

1. Составим баланс мощностей применив формулу 2.15

59,8 *Вт* ≈ 59,77 *Вт* Баланс мощностей сошелся – задача решена, верно.

# **Задача № 3 «Анализ электрической цепи постоянного тока методом законов Кирхгофа»**

Для электрической цепи, составленной из резистивных элементов и источников ЭДС постоянного напряжения, дана схема, изображенная на рисунках 3.1 - 3.12 в приложении В , по заданным в таблице 3.1 параметрам методом законов Кирхгофа определить:

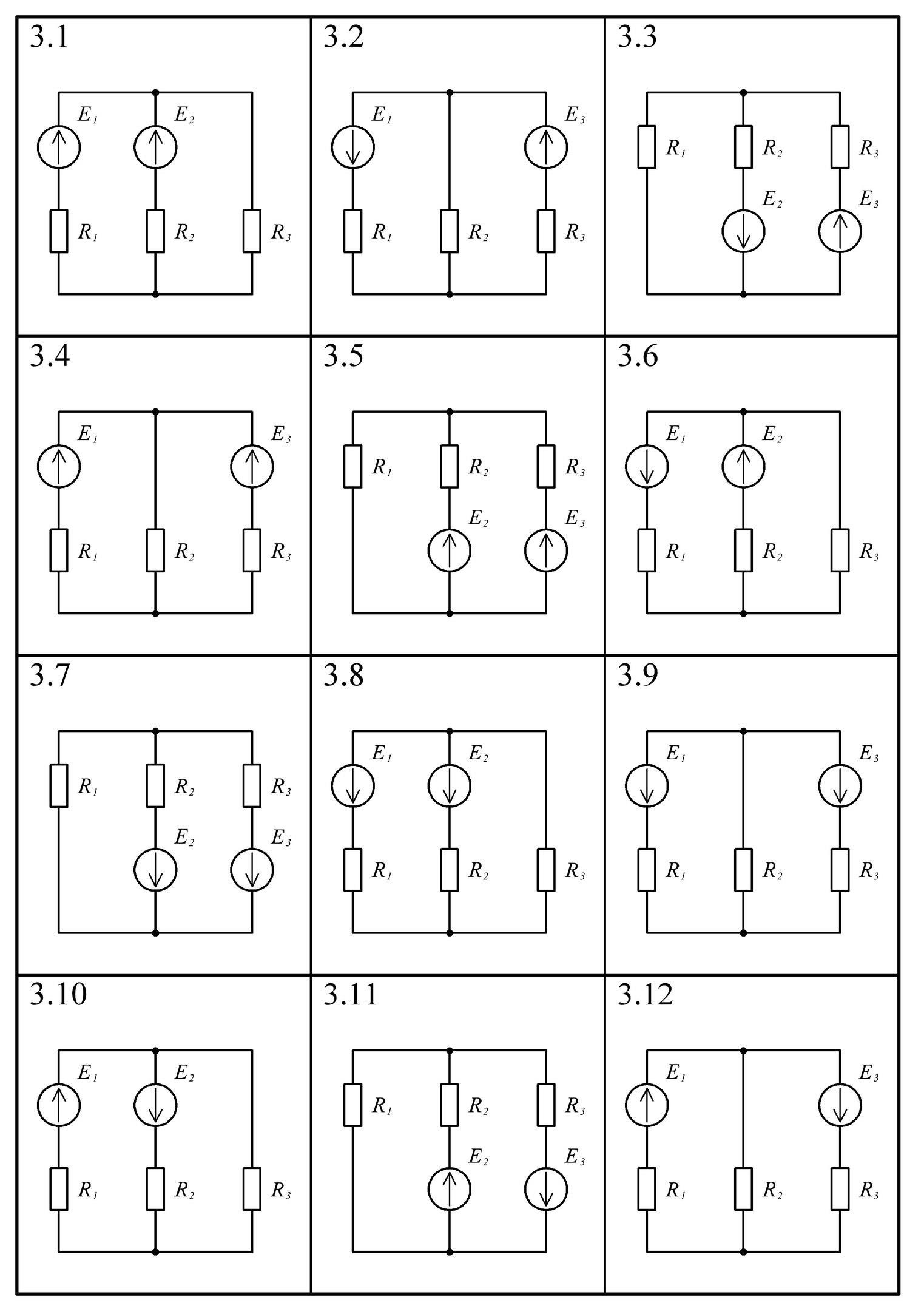
1)Токи во всех ветвях схемы (*I1, I2, I3,*).

1. Падение напряжений на каждом из резисторов (*U1, U2, U3,)*.
2. Проверить правильность решения методом баланса мощностей.

**Таблица 3.1 - Варианты задания и параметры элементов схем**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Схема (№ рис.) | Параметры источников, В | | | Параметры резисторов, Ом | | |
| Е1 | Е2 | Е3 | R1 | R2 | R3 |
| 1 | 3.1 | 70 | 90 |  | 12 | 8 | 10 |
| 2 | 3.2 | 10 |  | 15 | 11 | 5 | 12 |
| 3 | 3.3 |  | 20 | 30 | 5 | 8 | 6 |
| 4 | 3.4 | 30 |  | 40 | 6 | 7 | 8 |
| 5 | 3.5 |  | 45 | 30 | 7 | 6 | 10 |
| 6 | 3.6 | 50 | 40 |  | 10 | 3 | 8 |
| 7 | 3.7 |  | 30 | 50 | 9 | 4 | 6 |
| 8 | 3.8 | 20 | 30 |  | 3 | 10 | 2 |
| 9 | 3.9 | 40 |  | 20 | 4 | 9 | 4 |
| 10 | 3.10 | 50 | 40 |  | 8 | 5 | 4 |
| 11 | 3.11 |  | 20 | 10 | 12 | 8 | 10 |
| 12 | 3.12 | 40 |  | 50 | 11 | 5 | 12 |
| 13 | 3.1 | 40 | 50 |  | 5 | 8 | 6 |
| 14 | 3.2 | 10 |  | 8 | 9 | 4 | 6 |
| 15 | 3.3 |  | 20 | 30 | 8 | 5 | 4 |
| 16 | 3.4 | 30 |  | 40 | 7 | 6 | 10 |
| 17 | 3.5 |  | 30 | 45 | 6 | 7 | 8 |
| 18 | 3.6 | 20 | 30 |  | 10 | 3 | 8 |
| 19 | 3.7 |  | 50 | 30 | 4 | 9 | 4 |
| 20 | 3.8 | 40 | 50 |  | 3 | 10 | 2 |
| 21 | 3.9 | 50 |  | 40 | 3 | 10 | 2 |
| 22 | 3.10 | 90 | 70 |  | 4 | 9 | 4 |
| 23 | 3.11 |  | 10 | 20 | 5 | 8 | 6 |
| 24 | 3.12 | 15 |  | 10 | 6 | 7 | 8 |
| 25 | 3.1 | 30 | 20 |  | 7 | 6 | 10 |

**Приложении В**



***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

При анализе электрических цепей используются различные методы (метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод наложения, метод эквивалентного источника и др.), решение задач каждым методом основано на законах Ома и Кирхгофа, так как эти законы являются основополагающими.

Последовательность анализа электрической цепи методом законов Кирхгофа следующая:

1. Проанализировать топологию рассчитываемой цепи, то есть определить количество ветвей, количество узлов и количество независимых контуров в ней. Это необходимо для того, чтобы определить, как и сколько уравнений по 1-му и 2-му законам Кирхгофа необходимо записать для определения токов в ветвях электрической схемы.
2. Количество ветвей будет равно количеству неизвестных токов и, следовательно, *количеству уравнений*, которое следует записать для анализа цепи.
3. Количество узлов определит количество уравнений, которые надо будет записать *по 1-му закону Кирхгофа*.
4. Количество независимых контуров определит количество уравнений, которые будет необходимо записать *по 2-му закону Кирхгофа*.
5. Необходимо задать произвольные направления токов в ветвях схемы, чтобы можно было записать уравнения по законам Кирхгофа. Если выбранное направление тока не совпадет с истинным, то в решении этот ток получит знак «минус».
6. Задаться (иначе будет нельзя записать уравнения по законам Кирхгофа) условным положительным направлением тока, то есть принять, какое направление тока считать положительным – к узлу или от узла. Для решения это безразлично, но принятое условие необходимо соблюдать до конца решения задачи.
7. Записать по 1-му закону Кирхгофа количество уравнений, равное количеству узлов в схеме *минус один*. Для этого нужно выбрать узлы, для которых будут записаны уравнения.
8. Недостающие до необходимого количества уравнения (смотри п. 1) записать по 2-му закону Кирхгофа для независимых контуров. Для этого необходимо задаться направлением обхода каждого контура (по часовой стрелке или против часовой стрелки).
9. Решить полученную систему уравнений. Проверить выполняется ли 1й закон Кирхгофа в узлах схемы.
10. Определить напряжения на резисторах. Проверить выполняется ли 2-й закон Кирхгофа в контурах схемы.
11. Составить баланс мощностей и проверить правильность решения.

***Пример анализа электрической цепи методом законов Кирхгофа***

Дано: - схема изображена на рисунке 3.1;

* + ЭДС источников *Е2 =* 10 *В*, *Е3* = 40 *В*;
  + сопротивления резисторов: *R1*=5 *Ом*, *R2*= 8 *Ом*, *R3*= 10 *Ом*.

Рассчитать:

* 1. Токи во всех ветвях схемы (*I1, I2, I3*).
  2. Падения напряжений на каждом из резисторов (*U1, U2, U3*).
  3. Проверить правильность решения методом баланса мощностей.

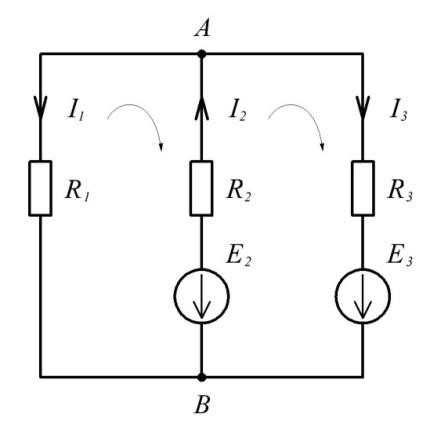


Рисунок 3.1- Исходная схема для анализа электрической цепи постоянного тока методом законов Кирхгофа

**Решение:**

Решение выполним согласно описанной выше методике (пункт 1–7).

1 Проанализируем схему:

Схема имеет 3 ветви и 2 узла. На ней можно выделить 3 контура, но только 2 из них могут быть независимыми.

*Ветви*: 1-я состоит из резистора *R1*,

2-я состоит из резистора *R2* и источника ЭДС *Е2*,

3-я состоит из резистора *R3* и источника ЭДС *Е3*.

*Узлы*: точки А и В на схеме, то есть схема имеет всего 2 узла.

*Контуры*: 1-й образован резисторами *R1*, *R2* и источником ЭДС *Е2*, 2-й образован резисторами *R2*, *R3* и источниками ЭДС *Е2* и *Е3*, 3-й образован резисторами *R1*, *R3* и источником ЭДС *Е3*.

Таким образом, в схеме всего 3 ветви. Значит всего надо записать 3 уравнения по законам Кирхгофа. Из них по 1-му закону только одно (на одно меньше, чем количество узлов). Недостающие 2 уравнения запишем по 2-му закону Кирхгофа для любых двух независимых контуров.

1. Зададим направления токов в ветвях, как показано на схеме (рисунок 3.1).

1. Положительными будем считать токи, направленные к узлу.

1. Запишем по 1-му закону Кирхгофа уравнение для узла *А*:

*– I1 + I2  – I3= 0*

1. Запишем два уравнения по 2-му закону Кирхгофа для двух независимых контуров (обход контуров осуществим по часовой стрелке):
2. Получили систему 3-х уравнений:

Подставляем значения ЭДС и сопротивлений и решаем систему:

*I2* = 0,29 *А*

Подставим значение *I2* в уравнение –5*I1*–8*I2*=10 и найдем значение *I1*:

*I1* = –2,47 *А*

Зная значения *I1* и *I2* мы легко найдем *I3* , подставив их значения в 1 уравнение системы:

* *I1 + I2  – I3= 0*
* (–2,47)+0,29*= I3 I3* = 2,75 *А*

Решение системы дало следующие значения токов:

*I1*= – 2,47*А*,

*I2* = 0,29 *А*,

*I3* = 2,76 *А*

Ток *I1* получили в решении со знаком «минус». Это значит, что на самом деле он направлен так, как показано на рисунке 3.2. Одновременно отметим, что ток *I2* направлен против своей ЭДС *Е2*.

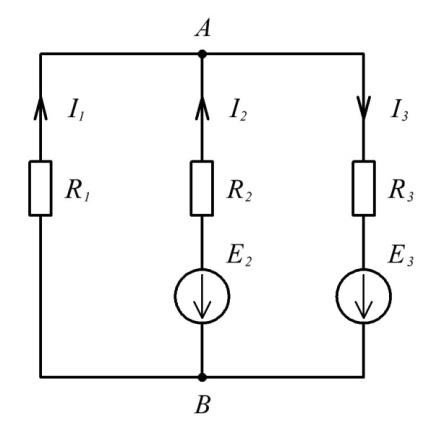


Рисунок 3.2 - Реальные направления токов в анализируемой схеме

Проверяем, выполняется ли 1-й закон Кирхгофа для узла *А*. Согласно реальным направлениям токов (рисунок 3.2) согласно формуле 2.15: *I1 + I2 – I3= 0*.

Подставим полученные значения:

2,47 + 0, 29 – 2,76 = 0. Как видим, 1-й закон Кирхгофа для узла *А* выполняется.

1. Определим напряжения на резисторах по формуле 2.2:

*U1* = 5 · 2,47 =12,3 *В*, направлено к узлу *А*,

*U2* = 8 · 0,29 =2,35 *В*, направлено к узлу *А*,

*U3* = 10 · 2,76 =27,6 *В*, направлено от узла *А*.

Проверим, соблюдается ли 2-й закон Кирхгофа для внешнего контура, исходя из формулы 2.16, при обходе контура, по часовой стрелке имеем:

*U1  + U3 = Е3*,

12,3 + 27,6 ≈ 40.

Видим, что 2-й закон Кирхгофа для внешнего контура соблюдается.

1. Составляем баланс мощностей по формуле 2.17, согласно уравнению баланса мощностей мощность источников равна мощности потребителей в каждый момент времени : *–Е2I2 + E3I3 = R1I12+R2I22+R3I32*

–10 · 0,29 + 40 ·2,76 = 5 ·2,472 + 8 · 0,292 + 10·2,762

107,5 *Вт* = 107,5 *Вт*

Баланс мощностей соблюдается. Отметим, что мощность источника ЭДС *Е2* записана со знаком «минус». Это потому, что ток в нем направлен против ЭДС, как например, у аккумулятора на подзарядке

# **Задача № 4 «Расчет однофазной электрической цепи переменного тока»**

Цепь переменного тока содержит включенные последовательно индуктивность, резистор и конденсатор.

Величины активного, индуктивного и емкостного сопротивлений приведены в таблице № 2.

Начертить схему и определить:

1. Полное сопротивление цепи;
2. Напряжение, приложенное к цепи;
3. Ток в цепи;
4. Коэффициент мощности;
5. Реактивную и полную мощности;
6. Построить векторную диаграмму.

**Таблица №2**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер**  **задания** | **Параметры цепи** | | | **Дополнительный параметр** |
| **R**  **Ом** | **XL**  **Ом** | **Xc**  **Ом** |
| 1 | 4 | 6 | 3 | QL = 150 Вар |
| 2 | 8 | 3 | 9 | U = 40В |
| 3 | 3 | 2 | 6 | U = 50В |
| 4 | 8 | 4 | 10 | I = 4 А |
| 5 | 6 | 10 | 2 | I = 5 А |
| 6 | 6 | 12 | 14 | P =24 Вт |
| 7 | 8 | 4 | 10 | P = 800 Вт |
| 8 | 6 | 2 | 10 | Qc = - 160 Вар |
| 9 | 12 | 18 | 2 | S = 500 ВА |
| 10 | 12 | 20 | 4 | QL = 500 Вар |
| 11 | 4 | 6 | 3 | QL = 150 Вар |
| 12 | 8 | 3 | 9 | U = 40В |
| 13 | 3 | 2 | 6 | U = 50В |
| 14 | 8 | 4 | 10 | I = 4 А |
| 15 | 6 | 10 | 2 | I = 5 А |
| 16 | 6 | 12 | 14 | P =24 Вт |
| 17 | 8 | 4 | 10 | P = 800 Вт |
| 18 | 6 | 2 | 10 | Qc = - 160 Вар |
| 19 | 12 | 18 | 2 | S = 500 ВА |
| 20 | 12 | 20 | 4 | QL = 500 Вар |
| 21 | 4 | 6 | 3 | QL = 150 Вар |
| 22 | 8 | 3 | 9 | U = 40В |
| 23 | 3 | 2 | 6 | U = 50В |
| 24 | 8 | 4 | 10 | I = 4 А |
| 25 | 6 | 12 | 14 | P =24 Вт |

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

Таблица 4.2 – Основные формулы для расчета задачи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Номер формулы | Формула (единицы измерения) | Примечание |
| Неразветвленная электрическая цепь | | | |
| Полное сопротивление цепи (треугольник сопротивлений) | 4.10 | z =  √𝑅2 + (𝑋𝐿 − 𝑋𝐶)2 |  |
| Закон Ома –с реактивным сопротивлением | 4.11 | *I =* 𝑈  𝑧 |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Треугольник напряжений | 4.12 | 𝑈 = √𝑈𝑅2 + (𝑈𝐿 − 𝑈𝐶)2 |  | |
| Мощность:   * активная * реактивная * полная | 4.13 | *P = UIcos*φ |
| 4.14 | *Q = IUsin*φ |
| 4.15 | *S =* 𝐼2𝑧 *= UI*  *Z=*√𝑃2 + (𝑄𝐿 − 𝑄𝐶)2 |
| Коэффициент мощности | 4.16 | *cos* φ *=* 𝑅 *=* 𝑈𝑟 *=* 𝑃  𝑧 𝑈 𝑆 |
| Составляющие тока ветвей:  -активные  -реактивные | 4.30 | *IА1 =I1 cos φ* | |  |
| 4.31 | *IP1 =I1 sinφ* | |

**Пример решения задачи на расчет цепи переменного тока последовательного соединения *R, L, C.***

Дано: - схема электрической цепи приведена на рисунке 4.1;

катушка индуктивности, активное сопротивление которой *R1* = 10 Ом

и индуктивность *L* = 0,0318 Гн;

конденсатор, обладающий активным сопротивлением *R*2 *=* 1 Ом и

емкостью *С* = 796 мкФ.

цепь подключена к источнику напряжения переменного тока,

изменяющегося по закону *u*=169,8sin(314*t*).

Рассчитать:

* 1. Полное сопротивление цепи (*z*);
  2. Ток в цепи (*I*);
  3. Активную (*Р*), реактивную (*Q*), полную (*S*) мощность;
  4. Коэффициент мощности цепи (*cosφ*);
  5. Построить в масштабе векторную диаграмму.

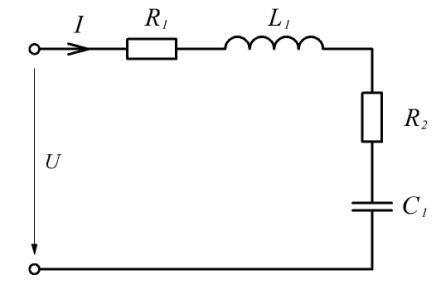
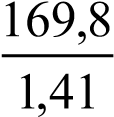


Рисунок 4.1 – Схема электрической цепи переменного тока для расчета последовательного соединения *R, L, C*

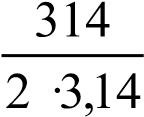
Решение:

1. Сравниваем заданный закон напряжения в цепи с общим выражением (формула 4.2), получаем, что для нашей задачи амплитудное значение напряжения *Um*=169,8 *B,* угловая частота *ω* = 2*πf* = 314 (*1/сек*)*.* Находим действующее значение напряжения и частоту:

1.1 Действующее значение напряжения *U* рассчитываем по формуле 4.5:

*U* =  =120*В*.

1.2 Частоту тока *f*  рассчитаем по формуле 4.4:

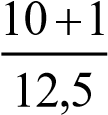
*f* =  = 50 *Гц*.

1. Находим индуктивное *XL* сопротивление катушки по формуле 4.7: *XL=*2·3,14·50·0,0318=10 *Ом.*

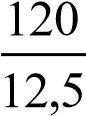
1. Емкостное сопротивление *ХС* конденсатора рассчитываем по формуле 4.8:

4 Полное сопротивление цепи z находим по формуле 4.10:

*z* = =12,5*Ом*.

1. Коэффициент мощности цепи *cosφ*  находим по формуле 4.16:
2. cosφ=  = 0,88, откуда *φ* =28,35 °

1. Силу тока *I* в цепи рассчитаем по закону Ома – для цепей переменного тока по формуле 4.11

*I* = 9,6*A*.

1. Активную мощность *Р* рассчитаем по формуле 4.13:

*P* = 120·9,6·0,88 = 1014 *Вт*.

1. Реактивную мощность *Q* найдем по формуле 4.14

*Q* = 120·9,6·0,49 = 553 *Вар.*

1. Полную мощность *S* находим согласно формуле 4.15

*S =* 9,62·12,5 = 1152 *В*·*А.*

10. Для построения векторной диаграммы определяем потери напряжения на активных и реактивных сопротивлениях по формулам 4.23, 4.24, 4.25:

*UR1* = 9,6·10 = 96 *В*,

*UR2* = 9,6·1 = 9,6 *В*,

*UL1* = 9,6·10 = 96 *В* *,*

*UC1* = 9,6·4 = 38,4 *В.*

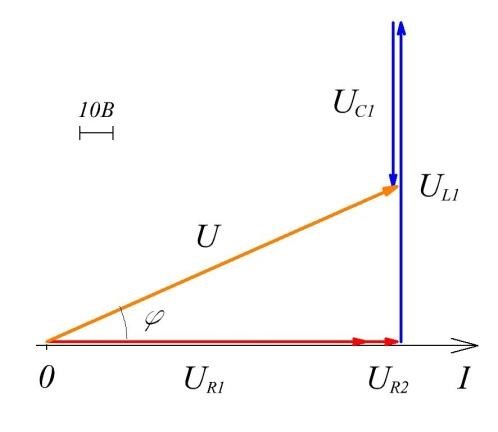


Рисунок 4.2 – Векторная диаграмма напряжений

Построение диаграммы выполняется в масштабе (смотри рисунок 4.2). Вдоль оси тока откладываем в принятом масштабе напряжения *UR1* и *UR2* активные сопротивления цепи. Эти напряжения совпадают по фазе с током. От конца вектора *UR2* откладываем в сторону опережения вектора тока под углом 90° вектор потери напряжения *UL1* в индуктивном сопротивлении. Из конца вектора *UL1* откладываем вектор *UC1* в сторону отставания от вектора тока на угол 90°. Соединение точки 0 с концом вектора *U*C1 дает результирующий вектор действующего значения напряжения. Вектор *U* равен геометрической сумме *U = UR1+UR2+UL1+UC1*

Ответ:

1. Полное сопротивление цепи *z*= 12,5 *Ом*.
2. Ток в цепи *I =* 9,6 *А*.
3. Мощности:

Активная *Р =* 1014 *Вт*;

реактивная *Q =* 553 *Вар*,

полная *S =* 1152 *В·А*;

4) Коэффициент мощности цепи *cos φ= 0,88*;

# **Контрольная работа № 2**

**ЗАДАНИЕ №1** Ответить по своему варианту на теоретические вопросы :

1. Описать строение полупроводников, привести их электрические свойства, пояснить физический смысл прохождения электрического тока в полупроводниках
2. Объяснить смысл электронной и дырочной электропроводимости полупроводников. Описать влияние примесей на их проводимость.
3. Объяснить механизм электропроводимости собственных и примесных полупроводников.
4. Привести структурную схему электронно-дырочного перехода и объяснить процессы, протекающие в нем при прямом и обратном включении.
5. Изобразить структурную схему полупроводникового диода. Привести условные графические обозначения диодов на электрических схемах.
6. Описать устройство полупроводниковых диодов и принцип выпрямления ими переменных токов.
7. Начертить вольт-амперную характеристику полупроводникового диода и описать все участки этой характеристики. Привести примеры маркировки диодов.
8. Привести схемы последовательного и параллельного соединения полупроводниковых диодов, пояснить назначение этих схем.
9. Описать особенности работы, вольт-амперную характеристику и область применения полупроводниковых стабилитронов. Привести условные графические обозначения стабилитронов на электрических схемах и примеры маркировки.
10. Объяснить устройство , принцип работы и область применения биполярных транзисторов. Привести условные графические обозначения и примеры маркировки биполярных транзисторов.
11. Изобразить входные и выходные вольт-амперные характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Порядок определения параметров транзистора по характеристикам.
12. Описать устройство полевых транзисторов, принцип их работы и область применения. Привести условные графические обозначения и примеры маркировки полевых транзисторов.
13. Начертить схему усилителя на транзисторе с общим эмиттером и объяснить назначение каждого элемента схемы.
14. Используя входную и выходные характеристики транзистора, описать его работу в усилительном режиме.
15. Изобразить схему каскада усилителя напряжения низкой частоты с цепочкой RэCэ эмиттерной температурной стабилизации. Каково назначение элементов схемы?
16. Объяснить устройство, принцип работы и вольт- амперные характеристики тиристора. Привести условные обозначения тиристоров, примеры маркировки и область применения.
17. Описать устройство, принцип действия и область применения фоторезисторов. Привести условные обозначения фоторезисторов.
18. Описать устройство, принцип действия и область применения фотодиодов. Привести условные обозначения фотодиодов.
19. Описать устройство, принцип действия и область применения фототранзисторов. Привести условные обозначения фототранзисторов.
20. Объяснить устройство и принцип работы светодиодов. Начертить условное обозначение и указать область применения.
21. Объяснить устройство и принцип работы оптронов. Начертить условное обозначение и указать область применения.
22. Привести классификацию и объяснить назначение выпрямителей переменного тока.
23. Начертить схему однополупериодного выпрямителя, пояснить работу схемы, условия выбора диодов.
24. Начертить схему мостового выпрямителя, пояснить работу схемы, условия выбора диодов.
25. Назначение сглаживающих фильтров. Начертить схемы сглаживающих фильтров выпрямителей. Принцип действия индуктивно-емкостного фильтра.

**ЗАДАНИЕ№2**

Начертить схему мостового выпрямителя.

Мощность потребителя Рн и напряжение питания Uн. заданы в таблице №1.

Выбрать для схемы выпрямителя один из трех типов полупроводниковых диодов, заданных в таблице № 3

Параметры диодов приведены в таблице № 2

**Таблица № 1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер задачи** | **Тип диода** | **Мощность потребителя**  **Рн (Вт)** | **Напряжение питания**  **Uн (В)** |
| 1 | Д218  Д222  Д232Б | 150 | 300 |
| 2 | Д221  Д214Б  Д244 | 100 | 40 |
| 3 | Д7Г  Д209  Д304 | 50 | 100 |
| 4 | Д242Б  Д224  Д226 | 120 | 20 |
| 5 | Д215  Д242А  Д210 | 700 | 50 |
| 6 | Д214  Д215Б  Д224А | 300 | 40 |
| 7 | Д205  Д217  Д302 | 100 | 150 |
| 8 | Д243А  Д211  Д226А | 40 | 250 |
| 9 | Д214А  Д243  КД202Н | 500 | 100 |
| 10 | Д303  Д243Б  КД224 | 150 | 20 |

**Таблица № 2**

Технические данные полупроводниковых диодов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тип диода** | **Допустимый ток**  **I доп.** | **Обратное напряжение**  **Uобр.** |
| Д7Г | 0,3 | 200 |
| Д205 | 0,4 | 400 |
| Д207 | 0,1 | 200 |
| Д209 | 0,1 | 400 |
| Д210 | 0,1 | 500 |
| Д211 | 0,1 | 600 |
| Д214 | 5 | 100 |
| Д214А | 10 | 100 |
| Д214Б | 2 | 100 |
| Д215 | 5 | 200 |
| Д215А | 10 | 200 |
| Д215Б | 2 | 200 |
| Д217 | 0,1 | 800 |
| Д218 | 0,1 | 1000 |
| Д221 | 0,4 | 400 |
| Д222 | 0,4 | 600 |
| Д224 | 5 | 50 |
| Д224А | 10 | 50 |
| Д224Б | 2 | 50 |
| Д226 | 0,3 | 400 |
| Д226А | 0,3 | 300 |
| Д231 | 10 | 300 |
| Д231Б | 5 | 300 |
| Д232 | 10 | 400 |
| Д232Б | 5 | 400 |
| Д233 | 10 | 500 |
| Д233Б | 5 | 500 |
| Д234Б | 5 | 600 |
| Д242 | 5 | 100 |
| Д242А | 10 | 100 |
| Д242Б | 2 | 100 |
| Д243 | 5 | 200 |
| Д243А | 10 | 200 |
| Д243Б | 2 | 200 |
| Д244 | 5 | 50 |
| Д244А | 10 | 50 |
| Д244Б | 2 | 50 |
| Д302 | 1 | 200 |
| Д303 | 3 | 150 |
| Д305 | 6 | 50 |
| Д304 | 3 | 100 |
| КД202А | 3 | 50 |
| КД202Н | 1 | 500 |

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ**

**Однофазная мостовая схема выпрямления**

Состоит из четырех диодов, включенных по мостовой схеме. В одну диагональ моста включается вторичная обмотка трансформатора, в другую – нагрузка (рис. 2). Общая точка катодов диодов VD2, VD4 является положительным полюсом выпрямителя, общая точка анодов диодов VD1, VD3 - отрицательным полюсом.

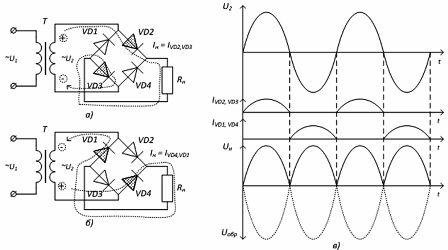


Рисунок 1 - Однофазный мостовой выпрямитель:

а) схема - выпрямление положительной полуволны,

б) выпрямление отрицательной полуволны,

в) временные диаграммы работы

***Условия выбора диода:***

Ток потребителя **I =**

Максимальное значение обратного напряжения на диоде **Uобр.max = 1,57Uн**

Допустимое значение тока **I доп. ≥ ½ I н**

# **Список источников:**

**Основные источники:**

1. Немцов М.В. Электротехника и электроника: учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования. -М: Издательский центр «Академия», 2013
2. Сиднеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники: учебное пособие / Ростов н/Д: «Феникс», 2013

**Дополнительные источники:**

1. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники: Учебное пособие для студ. неэлектротехн. спец. средних специальных учебных заведений. –М.: Высшая школа, 2005

2. Контрольные материалы по электротехнике и электронике: учебное пособие для учреждений среднего проф. образования - М.: Издательский центр «Академия», 2011

3. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника: Учеб. для учащихся неэлектротехн. спец. техникумов –М.: высш. шк., 1987. -352 с.

4. Прошин В.М. Электротехника для неэлектрических профессий: учебник для студ.учреждений сред.проф.образования/ – М.: Издательский центр «Академия», 2014

5.Прошин В.М. Электротехника: учебник для студ.учреждений сред. проф. образования 5-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2015

6.Фуфаева Л.И. Электротехника: учебник для студ. учреждений сред. проф.

образования/ – 3-е изд., стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2014

**Интернет-источники:**

1. http://electrono.ru /
2. http://bourabai.kz
3. http://elektrop2.ucoz.org
4. <http://elektro-tex.ru/>