Государственное автономное образовательное учреждение

среднего профессионального образования Калужской области

Людиновский индустриальный техникум

**Методические рекомендации**

**по выполнению практических работ по учебной дисциплине**

**ОП.02 Электротехника и электроника**

**по специальности**

**13.02.08 Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника**

**(базовой подготовки)**

2019 г.

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой ОП.02 Электротехника и электроника ,утвержденной зам. директора по УПР

Утверждено:

**Заведующая по учебной работе:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.Е. Селиверстова

\_30 августа\_2019 г.

Рассмотрен и одобрен цикловой комиссией

профессиональных дисциплин технического профиля

Протокол № 1 от \_30.\_08. 2019 г.

Председатель ЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.И. Хрычикова

Разработчик: Е.Г. Петухова, преподаватель спец. дисциплин

**Содержание.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Темы работ | Часы | Страницы |
|  | Практическая работа №1. Расчет цепей последовательного и параллельного соединений конденсаторов | 4 | 4 |
|  | Практическая работа №2. Определение энергии электрического поля конденсаторов | 2 | 9 |
|  | Практическая работа №3. Расчет электрических цепей с последовательным, параллельным соединением резисторов. | 4 | 12 |
|  | Практическая работа №4. Расчет сложных цепей | 2 | 17 |
|  | Практическая работа №5. Решение задач на правила Кирхгофа | 4 | 25 |
|  | Практическая работа №6. Расчет неразветвленной магнитной цепи . Решение задач. | 4 | 30 |
|  | Практическая работа №7. Расчет последовательного соединения однофазной цепи переменного тока | 2 | 37 |
|  | Практическая работа №8. Расчёт фазных и линейных напряжений и токов в трёхфазной цепи | 2 | 41 |
|  | Практическая работа №9. Расчет силового трансформатора | 2 | 45 |
|  | Практическая работа №10. Расчет двигателя переменного тока | 2 | 50 |
|  | Практическая работа №11 Расчёт сечения электрического кабеля при заданной нагрузке, по допустимому току | 2 | 54 |
|  | Практическая работа №12 Расчет сечения электропроводки в квартире в зависимости от нагрузки на сеть ( сечение вводного кабеля) | 2 | 58 |
|  | Практическая работа №13 Определение параметров транзистора. | 2 | 63 |
|  | ***Итого*** | ***34час*** |  |

**Практическая работа №1**

**Тема: Расчет цепей последовательного и параллельного соединений конденсаторов.**

**Цель работы:** приобрести навыкирасчета цепей с последовательным и параллельным соединениями конденсаторов.

**Оборудование и материалы:** методические рекомендации

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения***

С увеличением заряда, потенциал металлического уединенного тела возрастает.

Q = Сφ откуда: электроемкость будет равна:  , где Q – величина заряда, в Кл, φ – потенциал, в В.

1 мкф = 10-6Ф 1 пф = 10-12 Ф



*Соединения конденсаторов:*

|  |  |
| --- | --- |
| Параллельное соединение  Конденсаторов | Последовательное соединение  конденсаторов |
| С1    С2 U - const  U    С3    Собщ = С1+ С2 + С3  Qобщ = Q1 + Q2 + Q3  Q = CU  Q1 = C1U; Q2 = C2U; Q3 = C3U  Cобщ U = C1U + C2U + C3U | U1 U2 U3    C1 C2 C3  U = U1+U2+U3      При соединении двух конденсаторов    При соединении n одинаковых конденсаторов |

Энергия электрического поля конденсаторов



# *2. Пример выполнения задания.*

**Задача 1.**

1. Электрическая схема, содержащая конденсаторы представлена на рис.1

2. Записываем данные для расчета по форме:

|  |  |
| --- | --- |
| **Рис.1**  С1      А С2 С3 С5  В    С4 | Дано:  С1 = 2 мкф  С2 = 5 мкф  С3 = 10 мкф  С4 = 2 мкф  С5 = 5 мкф  U2 = 50 В  Собщ. =? |

**Решение:**

Батарея имеет смешанное соединение: конденсаторы С2 и С3 соединены последовательно;

С1, С2,3, С4 – параллельно;

С1-4 и С5 – последовательно

Q2 = U2 · C2 = 50 · 5 · 10-6 = 250 · 10-6 Кл

Q2 = Q3 = 250 · 10-6 Кл



U2,3 = U1 = U4 = U2 + U3 = 50 + 25 = 75 В

Q1 = C1U1 = 2 · 10-6 · 75 = 150 · 10-6 Кл

Q4 = C4U4 = 2 · 10-6 · 75 = 150 · 10-6 Кл

Q1-4 = Q1 + Q2,3 + Q4 =150 · 10-6 + 250 · 10-6 + 150 · 10-6 = 550 · 10-6 Кл

Q1-4 = Q5 = 550 · 10-6 Кл



U = U1 + U5 = 75 + 110 = 185 B

**Ход работы:**

1. Ознакомиться с теоретической частью.

2. Ознакомиться с условием задачи и схемой электрической цепи.

3.Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

4. Результаты расчета занести в таблицу.

5. Оформить отчет по соответствующей форме.

6. Ответить на контрольные вопросы.

***Варианты заданий:***

***Задание*** Определить эквивалентную емкость четырех конденса­торов C1 = 2 мкФ; *C2 =*6 мкФ, C3 = 1 мкФ; *C4 =*2 мкФ.

**Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, задание (вариант)

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

# Контрольные вопросы:

1. Что называется электрическим полем и каковы его физические свойства?
2. Какими основными параметрами характеризуется электрическое поле?
3. Исчезает ли электрическое поле между пластинами конденсатора, если отключить источник энергии?
4. Как повлияет изменение знака заряда Q на значение Е?
5. В каких случаях в электротехнической аппаратуре применяют различные соединения

конденсаторов?

**Практическая работа №2**

Тема: Определение энергии электрического поля конденсаторов

**Цель работы:** приобрести навыкирасчета энергии электрического поля конденсаторов

**Оборудование и материалы:** методические рекомендации

***Методические рекомендации***

Энергия электрического поля конденсаторов



# *2. Пример выполнения задания.*

**Задача.**

1. Электрическая схема, содержащая конденсаторы представлена на рис.1

2. Записываем данные для расчета по форме:

|  |  |
| --- | --- |
| **Рис.1**  С1    А С2 С3 С5  В  С4 | Дано:  С1 = 2 мкф  С2 = 5 мкф  С3 = 10 мкф  С4 = 2 мкф  С5 = 5 мкф  U2 = 50 В  W=? |

**Решение:**

Батарея имеет смешанное соединение: конденсаторы С2 и С3 соединены последовательно;

С1, С2,3, С4 – параллельно;

С1-4 и С5 – последовательно

Q2 = U2 · C2 = 50 · 5 · 10-6 = 250 · 10-6 Кл

Q2 = Q3 = 250 · 10-6 Кл



U2,3 = U1 = U4 = U2 + U3 = 50 + 25 = 75 В

Q1 = C1U1 = 2 · 10-6 · 75 = 150 · 10-6 Кл

Q4 = C4U4 = 2 · 10-6 · 75 = 150 · 10-6 Кл

Q1-4 = Q1 + Q2,3 + Q4 =150 · 10-6 + 250 · 10-6 + 150 · 10-6 = 550 · 10-6 Кл

Q1-4 = Q5 = 550 · 10-6 Кл



U = U1 + U5 = 75 + 110 = 185 B



**Ход работы:**

1. Ознакомиться с теоретической частью.

2. Ознакомиться с условием задачи и схемой электрической цепи.

3.Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

4. Результаты расчета занести в таблицу.

5. Оформить отчет по соответствующей форме.

6. Ответить на контрольные вопросы.

***Варианты заданий:***

**Задача 1. Дана электрическая схема:**

С1 С2 С3

А В

С5

С4

Определить энергию заряженной конденсаторной батареи, если известны следующие данные:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| В-т | С1 мкф | С2 мкф | С3 мкф | С4 мкф | С5 мкф | U1 (B) | U2 (B) | U3 (B) | U4 (B) | U5 (B) | Ответ  Wc = (Дж) |
| 1 | 5 | 3 | 15 | 2 | 9 |  | 50 |  |  |  |  |
| 2 | 10 | 2 | 5 | 2 | 4 |  |  | 20 |  |  |  |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 8 | 30 |  |  |  |  |  |
| 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 |  |  |  | 60 |  |  |
| 5 | 5 | 6 | 3 | 1 | 4 |  |  |  |  | 50 |  |

# Задача 2. Дана электрическая схема:

С1 С2

С4 С5

А С3 В

Определить энергию заряженной конденсаторной батареи, если известны следующие данные:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| В-т | С1 мкф | С2 мкф | С3 мкф | С4 мкф | С5 мкф | U1 (B) | U2 (B) | U3 (B) | U4 (B) | U5 (B) | Ответ  Wc = (Дж) |
| 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 |  |  |  | 50 |  |  |
| 2 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 |  |  |  |  | 20 |  |
| 3 | 10 | 6 | 1 | 4 | 2 |  | 50 |  |  |  |  |
| 4 | 2 | 1 | 5 | 8 | 8 | 20 |  |  |  |  |  |
| 5 | 8 | 8 | 3 | 4 | 4 |  |  | 40 |  |  |  |

**Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, задание (вариант)

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

# Контрольные вопросы:

1.Что называется электрическим полем и каковы его физические свойства?

2.Какими основными параметрами характеризуется электрическое поле?

3.Исчезает ли электрическое поле между пластинами конденсатора, если отключить источник энергии?

4.Как повлияет изменение знака заряда Q на значение Е?

5.Как вычисляется энергия конденсаторов?

**Практическая работа № 3**

Тема: Расчет электрических цепей с последовательным, параллельным соединением резисторов.

**Цель работы:** приобрести навыки расчета электрических цепей с последовательным, параллельным соединением резисторов

**Оборудование и материалы:** методические рекомендации

***Методические рекомендации***

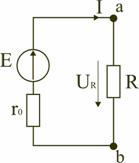
1. Краткие теоретические сведения.

Основные понятия и определения электрической цепи

## Основные законы цепей постоянного тока

### *Закон Ома для участка цепи*

Соотношение между током *I*, напряжением *UR* и сопротивлением *R* участка аb электрической цепи (рис. 1) выражается законом Ома

  
Рис. 1

(1.1)

gif-file, 2KB

При расчете электрических цепей иногда удобнее пользоваться не сопротивлением *R*, а величиной обратной сопротивлению, т.е. электрической проводимостью:

gif-file, 2KB.

В этом случае закон Ома для участка цепи запишется в виде:

*I*=*Ug*.

### *Закон Ома для всей цепи*

Этот закон определяет зависимость между ЭДС *E* источника питания с внутренним сопротивлением *r*0 (рис. 2), током *I* электрической цепи и общим эквивалентным сопротивлением *R*Э=*r*0+*R* всей цепи:

gif-file, 2KB.

### Электрическая цепь с последовательным соединением элементов

|  |  |
| --- | --- |
| gif-file, 2KB Рис. 2.1 | gif-file, 2KB Рис. 2.2 |

Последовательным называют такое соединение элементов цепи, при котором во всех включенных в цепь элементах возникает один и тот же ток *I* (рис. 1.4).

*R*экв=*R*1+*R*2+*R*3.

### *Электрическая цепь с параллельным соединением элементов*

Параллельным называют такое соединение, при котором все включенные в цепь потребители электрической энергии, находятся под одним и тем же напряжением

gif-file, 2KB.

*U*=*IR*экв=*I*1*R*1=*I*2*R*2=*I*3*R*3.

Отсюда следует, что

gif-file, 2KB,

т.е. ток в цепи распределяется между параллельными ветвями обратно пропорционально их сопротивлениям.

**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью.

2. Ознакомиться с условием задачи и схемой электрической цепи. Зарисовать схему задачи.

3. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

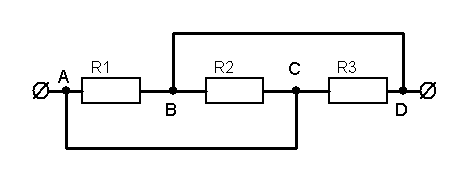
4. Оформить отчет по соответствующей форме **(*см. пример оформления задачи***)

5. Ответить на контрольные вопросы.

Пример выполнения задания

Задача.

Найти сопротивление между точками *А* и *D*, приведенной на рисунке электрической схемы, если каждое из трех сопротивлений равно *1 Ом.*(Сопротивлением соединительных проводов пренебречь).



**Решение:**

Так как точки *А* и *С*, а также точки *В* и *D* соединены проводниками, сопротивление которых мы не учитываем, то схему представленную в условии задачи можно заменить эквивалентной схемой.

Из нее видно, что сопротивление между точка­ми А и D можно вычислить по формуле для параллель­ного соединения проводников.

=  +  +  = hello_html_mb299ea4.gif;

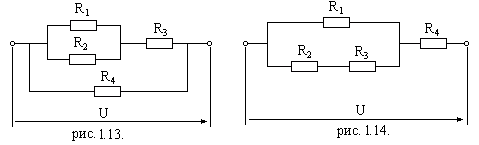
Откуда

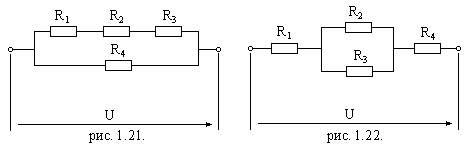
*Rhello_html_m47a9fc22.gif = hello_html_34b68bf3.gif = hello_html_m4f6f0500.gif hello_html_m3132e3c.gif 0,33 Ом.*

**Ответ:** Сопротивление между точками *А* и *D*равно *Rhello_html_m47a9fc22.gif hello_html_m3132e3c.gif 0,33 Ом.*

***Варианты заданий***

**Задача** В электрической цепи, изображенной на схеме R1=50 Ом, R2=180 Ом, R3=220 Ом;  R4=100 Ом. Найти мощность, выделяемую на резисторах, эквивалентное сопротивление, общий ток и токи на каждом резисторе, если известно, что напряжение на зажимах цепи 100 В.





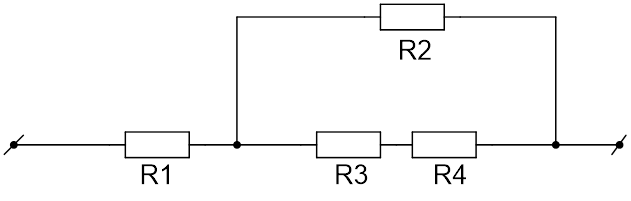


рис. 1.23

1. Содержание отчета

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

# Контрольные вопросы:

# 1. Определение постоянного электрического тока

# 2. Определение напряжения, мощности, плотности тока

# 3. Основные соединения резисторов, правила вычисления эквивалентного сопротивления, напряжения, общего тока.

# 4. Чему равна мощности электрической цепи постоянного тока?

5. Закон Ома для участка цепи

6. Закон Ома для полной цепи.

**Практическая работа №4.**

Тема: Расчет сложных цепей

**Цель:** приобрести навыки расчета сложных цепей постоянного тока

**Оборудование и материалы: методические рекомендации**

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения.***

*Метод контурных токов*

Этот метод применяют для расчета сложных цепей, так как он позволяет при числе уравнений, меньшем числа неизвестных величин, находить все эти неизвестные величины. Метод заключается в том, что вместо действительных токов в ветвях на основании второго закона Кирхгофа определяют так называемые *контурные токи*в независимых контурах. Контурным называется такой расчетный (условный) ток, который замыкается только по своему контуру, оставаясь вдоль него неизменным. Согласно этому методу, *действительный ток в любой ветви, принадлежащей только одному контуру, численно равен контурному току, а в ветви, принадлежащей нескольким контурам, равен алгебраической сумме контурных токов проходящих через эту ветвь.*Число уравнений, составляемых по второму закону Кирхгофа, в этом случае равно числу независимых контуров *N.*Число независимых контуров определяется уравнением

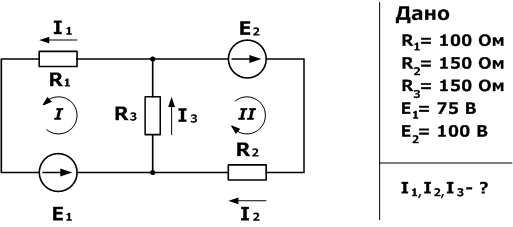
N = b – y +1, (1.29)

где b*—*число ветвей; у — число узлов. Составляя уравнения по второму закону Кирхгофа для контурных токов, принято сумму сопротивлений, входящих в контур, называть *собственным сопротивлением контура,*а сопротивление, принадлежащее одновременно двум или нескольким контурам,- *взаимным сопротивлением контуров.*Направление контурного тока в независимом контуре выбирают произвольно. Обычно направление обхода контура прини­мают совпадающим с положительным направлением контурного тока, поэтому падение напряжения при прохождении контурного тока в соб­ственном сопротивлении контура оказывается положительным. Падение напряжения на взаимном сопротивлении контуров будет положительным, если направление контурного тока в смежном контуре совпадает с направлением обхода, и отрицательным, если направление контурного тока в смежном контуре не совпадает с направлением обхода. Значение э. д. с. берется со знаком плюс, если направление обхода контура совпадает с положительным направлением э. д. с., и со знаком минус — если не совпадает.

Метод контурных токов рассмотрим на примере схемы

***Пример выполнения задания***

Дана схема, и известны сопротивления резисторов и ЭДС источников. Требуется найти [токи](http://electroandi.ru/toe/peremennyj-sinusoidalnyj-tok.html) в ветвях, используя законы Кирхгофа.



**Решение.**

Используя первый закон Кирхгофа, можно записать n-1 уравнений для цепи. В нашем случае количество узлов n=2, а значит нужно составить только одно уравнение.

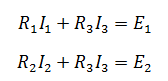
Напомним, что по первому закону, сумма токов сходящихся в узле равна нулю. При этом, условно принято считать входящие токи в узел положительными, а выходящими отрицательными. Значит для нашей задачи

http://electroandi.ru/images/primery-resheniya-zadach-na-zakony-kirkhgofa/primery-resheniya-zadach-na-zakony-kirkhgofa-2.png

Затем используя второй закон (сумма падений напряжения в независимом контуре равна сумме ЭДС в нем), составим уравнения для первого и второго контуров цепи. Направления обхода выбраны произвольными, при этом если направление тока через резистор совпадает с направлением обхода, берем со знаком плюс, и наоборот если не совпадает, то со знаком минус. Аналогично с источниками ЭДС.

На примере первого контура – ток I1 и I3 совпадают с направлением обхода контура (против часовой стрелки), ЭДС E1 также совпадает, поэтому берем их со знаком плюс.

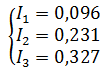
Уравнения для первого и второго контуров по второму закону будут:



Все эти три уравнения образуют систему



Подставив известные значения и решив данную линейную систему уравнений, найдем токи в ветвях (способ решения может быть любым).



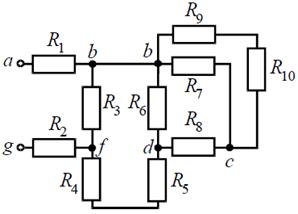
Проверку правильности решения можно осуществить разными способами, но самым надежным является проверка [балансом мощностей](http://electroandi.ru/toe/balans-moshchnostej.html).

*Варианты заданий*

**Задача 1.** Дано: UAB= 50 В, R1= 4 Ом, R2= 15 Ом, R3= 10 Ом, R4= 5 Ом, R5= 5 Ом, R6= 10 Ом.

Определить токи во всех элементах цепи и напряжения на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 10 часов работы

**Задача 2.** Для цепи , определить эквивалентное сопротивление относительно входных зажимов a−g, если известно: R1 = R2 = 0,5 Ом, R3 = 8 Ом, R4 = R5 = 1 Ом, R6 = 12 Ом, R7 = 15 Ом, R8= 2 Ом,R9 = 10 Ом, R10= 20 Ом.



1. Содержание отчета

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

# Контрольные вопросы:

# 1. Определение постоянного электрического тока

# 2. Определение напряжения, мощности, плотности тока

# 3. Основные соединения резисторов, правила вычисления эквивалентного сопротивления, напряжения, общего тока.

# 4. Чему равна мощности электрической цепи постоянного тока?

5. Первый закон Кирхгофа

6. Второй закон Кирхгофа

**Практическая работа № 5**

**Тема:** Решение задач на правила Кирхгофа

**Цель работы:** приобрести навыки расчета электрических цепей по правилам Кирхгофа

**Оборудование и материалы: методические рекомендации**

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения.***

Для расчета и анализа реальная электрическая цепь представляется графически в виде расчетной электрической схемы (схемы замещения). В этой схеме реальные элементы цепи изображаются условными обозначениями, причем вспомогательные элементы цепи обычно не изображаются, а если сопротивление соединительных проводов намного меньше сопротивления других элементов цепи, его не учитывают. Источник питания показывается как источник ЭДС *E* с внутренним сопротивлением *r*0, реальные потребители электрической энергии постоянного тока заменяются их электрическими параметрами: активными сопротивлениями *R*1, *R*2,…,*Rn*.

Пример выполнения задания

При этих условиях схема на рис. 1.1 может быть представлена в виде расчетной электрической схемы (рис. 1.2), в которой есть источник питания с ЭДС *E* и внутренним сопротивлением *r*0, а потребители электрической энергии: регулировочный реостат *R*, электрические лампочки *EL*1 и *EL*2 заменены активными сопротивлениями*R*,*R*1 и *R*2.

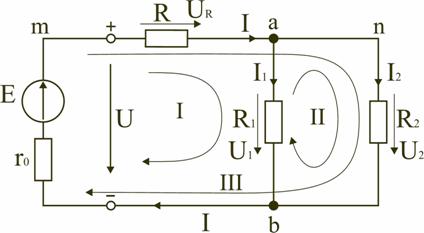


Рис. 1.

Запишем уравнения по II закону Кирхгофа для контуров электрической схемы (рис. 1.):

контур I: *E*=*RI*+*R*1*I*1+*r*0*I*,

контур II: *R*1*I*1+*R*2*I*2=0,

контур III: *E*=*RI*+*R*2*I*2+*r*0*I*.

В действующей цепи электрическая энергия источника питания преобразуется в другие виды энергии.

*W*=*I*2*Rt*.

Скорость преобразования электрической энергии в другие виды представляет электрическую мощность

gif-file, 2KB.

Из закона сохранения энергии следует, что мощность источников питания в любой момент времени равна сумме мощностей, расходуемой на всех участках цепи.

gif-file, 2KB.

Это соотношение называют *уравнением баланса мощностей*.

***Варианты заданий***

**Задача 1.**

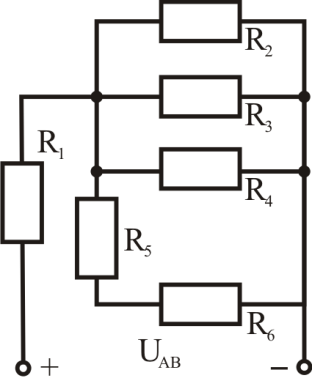
Дано: UAB= 50 В, R1= 4 Ом, R2= 15 Ом, R3= 10 Ом, R4= 5 Ом, R5= 5 Ом, R6= 10 Ом.

Определить токи во всех элементах цепи и напряжения на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 10 часов работы.

**Задача 1.**

Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа, если Е1=9 В; Е2=19В;

R1 ; R2 R3 R4 R5 соответственно равны 10 ом; 20 ом; 15 ом; 8 ом; 12 ом; r01,2 равны  по 0,5 Ом. Определить токи на резисторах, общий ток цепи; мощность, выделяемую на резисторах?

 **Задача 2.**

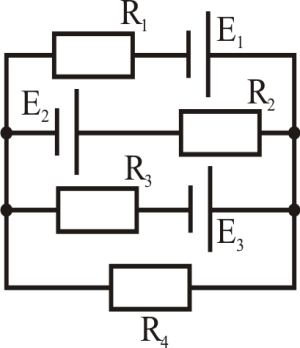
Цепь постоянного тока содержит соединенные смешанно резисторы. Схема с указанием резисторов приведена на рисунке. Всюду индекс тока или напряжения совпадает с индексом резистора, по которому проходит ток или на котором действует это напряжение. Например, через резистор R3 проходит ток I3 и на нем действует напряжение U3 и т.д.

Дано: UAB= 120 В, R1= 4 Ом, R2= 2 Ом, R3= 6 Ом, R4= 4 Ом,

R5= 10 Ом, R6= 2 Ом.

Определить токи во всех элементах цепи и напряжения на каждом элементе цепи, а также мощность, потребляемую всей цепью, и расход электрической энергии за 10 часов работы.

**Задача 3.**



Составить систему уравнений для расчета заданной электрической цепи по законам Кирхгофа. Записать и сформулировать законы Кирхгофа. если Е1=9 В; Е2=19В; Е3= 25 В; R1 ; R2 R3 R4 R5 соответственно равны 10 ом; 20 ом; 15 ом; 8 ом. Определить токи на резисторах, общий ток цепи; мощность, выделяемую на резисторах?

1. Содержание отчета

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

# Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте первый закон Кирхгофа

2. Сформулируйте второй закон Кирхгофа

3.Формулы для вычисления общего (эквивалентного) сопротивления электрической цепи при последовательном, параллельном соединении резисторов.

4. Закон Ома для участка цепи.

5. Закон Ома для замкнутой цепи.

6. Баланс мощностей.

**Практическая работа № 6**

**Тема:**. Расчет неразветвленной магнитной цепи . Решение задач.

**Цель работы**: приобрести навыки расчета неразветвленных магнитных цепей.

**Оборудование и материалы**: методические рекомендации

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения***

Магнитной индукцией (В) называется векторная величина, характеризующая силовое действие магнитного поля на ток, а также способность магнитного поля при его изменении возбуждать электрическое поле, измеряется



Магнитный поток (Ф) – поток магнитной индукции.

Ф = BS cos β,

где: S – площадь однородного магнитного поля (м2)

Для нормального (┴) направления

Ф = BS (Вб вебер)

Напряженность магнитного поля в ферромагнитной среде:

, где Ма – абсолютная магнитная проницаемость (Гн/м)

[H] = 1 А/1м. = магнитная постоянная

Для воздушных промежутков 

М0 = 4 π ∙ 10-7 Гн/м

М – относительная магнитная постоянная;

Магнитное напряжение:

*Uм = Hi ℓ (A)* – Ампер, где *ℓ* – длина однородного магнитного поля.

Алгебраическую сумму токов, пронизывающих поверхность, ограниченную замкнутым контуром, называют полным током - ∑ I, который равен (НС) – намагничивающей силе замкнутого контура.

Величину ∑ I, называют полным током или МДС и обозначают буквой (F).

На основании закона полного тока получаем второй закон Кирхгофа для магнитной цепи.

|  |  |
| --- | --- |
| Ф  I  A  a  U  W1 W2  Рис. 1 | I1w1 + I2w2………..+ Inwn = H1L1 + H2L2………..+ HmLm  Алгебраическая сумма магнитных потоков для любого узла магнитной цепи равна нулю  Ф = Ф1 + Ф2 или Ф-Ф1-Ф2 = 0 |

Это уравнение выражает первый закон Кирхгофа для магнитной цепи.

Закон Ома для участка магнитной цепи имеет вид:



**Магнитная цепь и ее расчет**

Магнитная цепь – это устройство из ферромагнитных сердечников, в которых замыкается магнитный поток. Например, сердечник кольцевой катушки. Применяются разветвленные и неразветвленные: однородные и неоднородные магнитные цепи.

Расчет магнитной цепи состоит из определения магнитодвижущей силы (МДС) по заданному магнитному потоку, размерам цепи и ее материалам.

Для расчета цепь делят на участки L1; L2 и т.д. с однородным полем, определяют магнитную индукцию В = Ф/S на каждом из них и по кривым намагничивания находят соответствующие напряженности магнитного поля. Напряженность поля в воздушном зазоре или неферромагнитном материале Н0 = В/μ0,

где μ0 = 4π · 10-7 Гн/м.

По закону полного тока сумма магнитных напряжений на отдельных участках равна МДС, т.е.

Fм = H1L1 + H2L2 + H0L0 + ……+ HnLn = IW,

Где Н… - напряженность однородных участков

L – длина однородных участков

I – сила тока в обмотке

W – число витков в обмотке

***2.Пример выполнения задания***

***Задача***

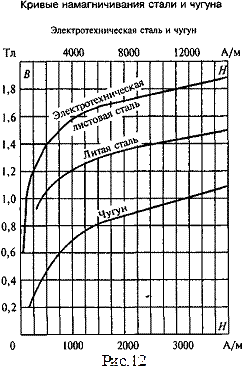
Сколько витков нужно намотать на сердечник для получения магнитного потока Ф = 47 · 10-4 Вб при токе в обмотке I = 25 А? Верхняя часть сердечника выполнена из электротехнической стали Э 330, нижняя – из литой стали.

***Решение:***

Согласно рис. L1 = 56 см; S1 = 36 см2, L2 = 17 см; S2 = 36 см2; 2L0 = 1 см; S0 = 36 = S1 см2.

Магнитная индукция для всех трех участков одинакова: В=Ф/S=47·10-4/36·10-4 = 1,3 Тл. По кривой намагничивания для стали Э330 индукция В = 1,3 Тл соответствует напряженность поля Н1 = 750 А/м. Магнитное напряжение на участке L1

|  |  |
| --- | --- |
| L116 см 6 см  34 см  28 см  L0 6 см  L2 S2  15 см 6 см | Uм1 = H1L1 = 750 · 0,56 = 420 A  Магнитное напряжение на участке L2  Uм2 = H2L2 = 1250 · 0,17 = 212,5 A  Напряженность поля в воздушном зазоре  H0 = B/μ0 = 1,3/4π 10-7 = 1,04 · 106 A/м  Магнитное напряжение в воздушном зазоре Uм0 = H02 L0=1,04 · 106 · 0,01=10400A  Намагничивающая сила  Fм=Uм1+Uм2+Uм0=420+212,5+10400≈11032А  Число витков обмотки W = Fм./I = 11032/25 |



**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью.

2. Ознакомиться с условием задачи и схемой электрической цепи. Зарисовать схему задачи.

3. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

4. Оформить отчет по соответствующей форме 5. Ответить на контрольные вопросы

Задачи для индивидуального выполнения

# Задача 1

Определите в ньютонах силу, действующую на проводник длиной L – 0,25 м, помещенный в магнитное поле с индукцией В = 1,5 Тл., если по нему проходит ток I = 10 А и проводник перемещается под углом а = 300 к магнитным силовым линиям.

# Задача 2

Вычислить магнитную индукцию поля, в котором на проводник, длиной L = 0,2 м, перемещающийся под углом а = 900 к силовым полям, действует сила F = 100 и при протекании по проводнику тока I = 5 А.

# Задача 3

При какой силе тока в проводнике напряженность магнитного поля в точке, удаленной от центральной оси на 20 см, будет равна Н = 20 А/м?

# Задача 4.

На кольцевом каркасе из немагнитного материала размещена обмотка, состоящая из 300 витков и выполненная проводом диаметром d = 0,8 мм. Размеры каркаса: наружный диаметр Д1 = 60 мм, внутренний диаметр Д2 = 50 мм. Ток I = 1,5 А. Рассчитать напряженность поля, магнитную индукцию и магнитный поток.

**Задача 5**

Кольцевая катушка имеет площадь поперечного сечения S = 3,5 см2, число витков w = 250. Средняя длина силовой линии Lср. = 35 см. Какой силы ток необходим для создания магнитного потока Ф = 65 · 10-8 Вб.

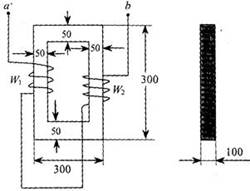
# Задача 6

Сколько витков должна иметь катушка длиной L = 150 мм, площадью поперечного сечения S = 3 см2, если при токе I = 5 А магнитный поток в ней должен быть Ф = 3 · 10-6 Вб.

# Задача 7

Магнитный ток, пронизывающий полюс машины постоянного тока, Ф = 0,011 Вб. Какой величины должна быть магнитная индукция в стали, из которой изготовлен полюс, если его размеры поперечного сечения равны: а = 10 см, в = 20 см?

**Задача 8. Однородная магнитная цепь из листовой электротехнической стали имеет две обмотки** ***W1*** **= 200 и** ***W2*** ***=*** **150, подключенных согласно к зажимам** ***a*** **и** ***b.*** **Сопротивление обмоток соответственно** ***R1*** **= 0,52 Ом и** ***R2*** **= 0,38 Ом. К зажимам** ***a*** **и** ***b*** **приложено напряжение** ***U*** **= 6 В. Определить магнитный поток в магнитной цепи, пренебрегая рассеянием. Размеры магнитопровода даны в мм. Расчет произвести по закону полного тока для магнитной цепи.**



1. Содержание отчета

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

# Контрольные вопросы.

1.Какими основными параметрами характеризуется магнитное поле и какие существуют зависимости между ними?

2.В чем заключается физическое различие между магнитной индукцией и напряженностью магнитного поля?

3.Как влияет длина проводов (катушки) и число витков (катушки) на величину напряженности магнитного поля?

4.Что такое намагничивающая сила и от чего она зависит?

5.Что называется магнитной цепью и из каких элементов она состоит?

6.Что собой представляет закон полного тока и для каких расчетов он используется?

7.Как определяется величина магнитного потока в замкнутой магнитной цепи (закон Ома М.Ц.)

8.Какая марка электротехнической стали обладает лучшими магнитными свойствами (Э-11 или Э-330) и почему?

**Практическая работа №7**

Тема: Расчет последовательного соединения однофазной цепи переменного тока

**Цель работы:** приобрести навыки расчета электрических цепей последовательного соединения однофазной цепи переменного тока

**Оборудование и материалы**: методические рекомендации.

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения***

Основные понятия и расчетные формулы

Переменным называется ток, изменение которого по значению и направлению повторяется через равные промежутки времени, называемые периодом Т.

|  |
| --- |
| Мгновенные значения тока I = Im sin ωt;  Напряжения U = Um sin ωt; ЭДС 1 = Em sin ωt.  Действующие значения тока I = Im / √2 = 0,707 Im  напряжения U = Um / √2 = 0,707 Um  ЭДС E = Ем / √2 = 0,707 Еm  Угловая скорость w характеризует скорость вращения катушки генератора  ω = 2πf = а/t  Частота тока f = 1/Т(Гц)  а – угол в градусах  f = рп/60  XL = 2πf L- индуктивное сопротивление;  XC = 1 / (2πf C) - емкостное сопротивление; |

***2. Пример выполнения задания.***

**Задача.**

Найти мгновенное значение ЭДС для t = 0,00167 сек., если амплитуда ЭДС Fм = 180 В, а частота тока f = 50 Гц.

***Решение:***

Мгновенное значение ЭДС

ℓ = Еm sin a = Em sin 2 π ft

a = 2 π ft = 1 · 180 · 50 · 0,00167 = 300

ℓ = 180 · sin 300 = 90 B.

**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью.

2. Ознакомиться с условием задачи и схемой электрической цепи. Зарисовать схему задачи.

3. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

4. Оформить отчет по соответствующей форме

5. Ответить на контрольные вопросы.

Задачи для индивидуального выполнения

# Задача 1

Найти мгновенное значение тока I = I m sin ωt через 0,01 сек. От начала периода, если амплитуда тока Im = 10 A, а частота тока f = 50 Гц.

# Задача 2

Гидрогенератор имеет число пар полюсов р = 40 и вырабатывает переменный ток частотой f = 50 Гц. Определить скорость вращения ротора генератора и угловую частоту переменного тока ω.

# Задача 3

К электрической плитке активным сопротивлением R = 40 Ом подведено напряжение U = 169,2 sin 314 t. Определить ток I, напряжение U, мощность Р, потребляемую цепью, частоту f, период Т, расход энергии Wa за время t = 5 час.

# Задача 4

Определить активное сопротивление электроплитки, если она при токе I = 5A потребляет мощность Р = 600 Вт.

# Задача 5

Определить индуктивность катушки L, активное сопротивление которой равно нулю, если при напряжении U = 100 В, приложенном к ней и частоте f = 50 Гц по катушке протекает ток I = 5 А.

# Задача 6

Конденсатор емкостью 80 мкф включен в сеть с напряжением 380 В и частотой 50 Гц. Определить ток в цепи и реактивную мощность.

# Задача 7

Определить реактивную мощность Q батареи конденсаторов, если емкость батареи С = 132 мкф, напряжение сети U = 220 В, частота тока f = 50 Гц.

**1. Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

# Контрольные вопросы

1. Что называется переменным синусоидальным током и каковы его особенности относительно постоянного?
2. Какая зависимость между частотой, числом пар полюсов и скоростью вращения генератора?
3. Какая мощность называется активной?
4. Что называется индуктивным сопротивлением?
5. Как зависит индуктивное сопротивление от частоты?
6. Что называется реактивной мощностью? По каким формулам она определяется?
7. Как влияет частота тока на величину емкостного сопротивления?
8. Что покажет ваттметр, включенный в цепь переменного тока с конденсатором?

**Практическая работа № 8**

Тема: Расчет фазных и линейных напряжений и токов в трехфазной цепи**.**

**Цель работы:** приобрести навыки расчета фазных и линейных напряжений и токов в трехфазной цепи.

**Оборудование и материалы:** методические рекомендации

Методические рекомендации

***1. Краткие теоретические сведения***

Напряжения между началами и концами фаз называются фазными и обозначаются UA, UB, UC или в общем виде Uф

Напряжения между началами фаз называются линейными напряжениями UAB, UBC, UAC или в общем случае Uл.

Когда UA = UB = UC Uл = √3 Uф

Токи, протекающие в фазах, называются фазными Iл = Iф

Фазные токи приемников определяются так же, как и в однофазных цепях переменного тока

IA = UA/ZA; IB = UB/ZB; IC = UC/ZC;

где ZA, ZB, ZC – полные сопротивления фаз приемника, Углы сдвига фаз между токами и фазными напряжениями определяются из формул

cos φA = RA/ZA; cos φB = RB/ZB; cos φC = RC/ZC

Так в нейтральном проводе Io равен геометрической сумме токов отдельных фаз. 

При симметричной нагрузке фазные сопротивления ZA = ZB = ZC; углы сдвига фаз φА = φВ = φС и точки IA = IB = IC. В этом случае IO = 0.

Треугольником называется такое соединение, при котором конец фазы А соединяется с началом фазы В, конец фазы В – с началом фазы С, конец фазы С – с началом фазы А.

При соединении треугольником линейное напряжение равно фазному Uл = Uф

Линейные токи при симметричной нагрузке фаз больше фазных в √3 раз.



Фазный ток Iф = Uф / Zф

Или IАВ = UАВ / ZАВ; IВС = UBC / ZBC; ICA  = UCA / ZCA

ZАВ, ZBC, ZCA – полные сопротивления отдельных фаз.

Независимо от схемы соединения мощности трехфазной цепи при симметричной нагрузке определяются:

Активная мощность трех фаз

P = 3 Uф Iф cos φ или P = √3 Uл Iл cos φ

Реактивная мощность трех фаз

Q = 3 Uф Iф sin φ или Q = √3 Uл Iл sin φ

Полная мощность трех фаз

S = 3 Uф Iф или S = √3 Uл Iл

При несимметричной нагрузке:

Активная мощность P = PA + PB + PC = UAIA cos φA + UBIB cos φA + UCIC cos φC, где cos φA = RA / ZA; cos φB = RB / ZB; cos φC = RC / ZC

Реактивная мощность

Q = QA + QB + QC = UAIA sin φA + UBIB sin φB + UCIC sin φC,

где sin φA = XA / ZA; sin φB = XB / ZB; sin φC = XC / ZC

Полная мощность



***2. Пример выполнения задания***

**Задача 1.**

Освещение здания питается от четырехпроводной трехфазной сети с линейным напряжением UЛ = 380 В. Первый этаж питается от фазы "А" и потребляет мощность 1760 Вт, второй – от фазы "В" и потребляет мощность 2200 Вт, третий – от фазы "С", его мощность 2640 Вт. Составить электрическую схему цепи, рассчитать токи, потребляемые каждой фазой, и ток в нейтральном проводе, вычислить активную мощность всей нагрузки. Построить векторную диаграмму.

**Анализ и решение задачи**

Схема цепи показана на рис. 1

Лампы освещения соединяются по схеме звезда с нейтральным проводом.

Расчет фазных напряжений и токов. При соединении звездой UЛ = hello_html_m167e7ec9.gifUФ, отсюда UФ = UЛ / hello_html_m167e7ec9.gif = 380 / hello_html_m167e7ec9.gif = 220 В. Осветительная нагрузка имеет коэффициент мощности cos φ = 1, поэтому PФ = UФ · IФ и фазные токи будут равны:

IА = PА / UФ = 1760 / 220 = 8 А; IB = PB / UФ = 2200 / 220 = 10 А; IC = PC / UФ = 2640 / 220 = 12 А.

Построение векторной диаграммы и определение тока в нейтральном проводе.

Векторная диаграмма показана на рис. 6.27. Ее построение начинаем с равностороннего треугольника линейных напряжений ÚAB, ÚBC, ÚCA, и симметричной звезды фазных напряжений Úa, Úb, Úc. При таком построении напряжение между любыми точками схемы можно найти как вектор, соединяющий соответствующие точки диаграммы, поэтому диаграмму называют топографической.

Токи фаз ÍA, ÍB, ÍC связаны каждый со своим напряжением; в нашем случае по условию φ = 0, и токи совпадают по фазе с напряжениями. Ток в нейтральном проводе ÍN = ÍA + ÍB + ÍC. По построению (в масштабе) по величине ÍN = 2,5 А.

Вычисление активной мощности в цепи.

Активная мощность цепи равна сумме мощностей ее фаз:

P = PA + PB + PC = 1760 + 2200 + 2640 = 6600 Вт

**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью.

2. Ознакомиться с условием задачи и схемой электрической цепи. Зарисовать схему задачи.

3. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

4. Оформить отчет по соответствующей форме

5. Ответить на контрольные вопросы.

Задачи для индивидуального выполнения

# Задача 1

К зажимам генератора, соединенного «звездой» фазным напряжением Uф = 127 В присоединен приемник, соединенный треугольником. Активное сопротивление каждой фазы приемника R = 16 Ом, индуктивное XL = 12 Ом. Определить линейный ток Iл и активную мощность приемника

# Задача 2

Трехфазный двигатель, обмотки которого соединены в «звезду», включен в цепь с напряжением 380 В. Определить полную мощность тока, потребляемого двигателем, если полное сопротивление каждой фазы равно 100 Ом.

# Задача 3

Электродвигатель трехфазного тока, обмотки статора которого соединены в «треугольник», включен в сеть с напряжением 220 В. Мощность двигателя 5 кВт при потребляемом токе Iл = 9 А. Определить коэффициент мощности двигателя.

**Задача 4**

В трехфазную сеть с напряжением 220 В включен приемник, соединенный в «треугольник». Сопротивление каждой фазы равно 5 Ом. Определить фазные и линейные токи.

**Задача 5**

В трехфазную цепь с напряжением Uл = 380 В, включен приемник, соединенный в «звезду». Активное сопротивление каждой фазы 3 Ом, индуктивное 4 Ом. Определить активную мощность приемника.

**Задача 6.** В трехфазную сеть с UЛ = 380 В включен соединенный звездой трехфазный асинхронный двигатель с PН = 3 кВт, IН = 10 А, ηН = 90 %. Начертить схему включения двигателя, вычислить параметры его схемы замещения RФ, XФ. Построить векторную диаграмму.

Ответ: RФ = 11,16 Ом, XФ = 18,96 Ом

**Задача 7.** Три одинаковых резистора RA = RB = RC = 10 Ом соединены звездой и подключены к источнику с UЛ = 220 В. Найти токи в схеме в исходном режиме и при обрыве провода "A" при работе с нейтральным проводом и без него. Построить векторные диаграммы.

Ответ: Исходный режим – IA = IB = IC = 12,7 В; обрыв фазы "A" при наличии нейтрали – IA = 0; IB = IC = IN = 12,7 А; обрыв фазы при отсутствии нейтрали – IA = 0; IB = IC = 11 А.

**Задача 8.** В трехфазную сеть с UЛ = 380 В включен по схеме треугольник асинхронный двигатель, имеющий ZФ = 19 Ом, cos φФ = 0,8. Найти линейные токи и активную мощность, потребляемую двигателем из сети. Построить векторную диаграмму.

Ответ: 34,6 А; 18,2 кВт.

**Задача 9.** Трехфазная печь включена в сеть с UЛ = 380 В по схеме треугольник. Найти линейный ток и мощность печи, если RФ = 10 Ом. Как изменятся линейный ток и мощность печи, если ее включить в ту же сеть по схеме звезда?

Ответ: 65,7 А; 43,2 кВт; 21,9 А; 14,4 кВт.

**Задача 10.** Трехфазный асинхронный двигатель мощностью на валу Р2 = 10 кВт присоединен к сети напряжением Uл = 220 В. Коэффициент мощности двигателя cos φ = 0,87 КПД = 82%. Определить линейный ток Iл, полное Z, активное R и индуктивное XL сопротивления фазы двигателя, если обмотки статора соединены звездой.

**1. Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

## Контрольные вопросы

1.Что называется трехфазной системой?

2.Чем отличается симметричная трехфазная система от несимметричной?

3.Каковы соотношения между фазными и линейными токами при соединении фаз звездой и треугольником?

5.Для чего применяется нулевой провод в четырех проводных цепях трехфазной системы?

**Практическая работа № 9**

Тема: Расчет силового трансформатора

**Цель работы**: приобрести навыки расчета силового трансформатора

**Оборудование и материалы**: методические рекомендации

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения***

**Трансформа́тор** (от [лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *transformo* — преобразовывать) — это статическое [электромагнитное](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0) устройство, имеющее две или более [индуктивно](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) связанные обмотки на каком-либо [магнитопроводе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4" \o "Магнитопровод) и предназначенное для преобразования посредством [электромагнитной индукции](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F) одной или нескольких систем (напряжений) [переменного тока](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BA) в одну или несколько других систем (напряжений), без изменения [частоты](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8).

2. Пример выполнения задания

## Расчет основных параметров однофазного трансформатора

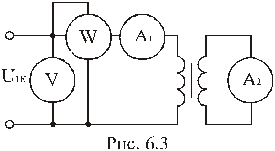
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1.Мощность вторичной цепи:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056348_1.png  2. Мощность первичной цепи:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056360_2.png  3.Мощность передается из первичной обмотки во вторичную через магнитный поток в сердечнике. Поэтому от значения мощности Р1 зависит площадь поперечного сечения сердечника S, которая возрастает при увеличении мощности. Для сердечника из нормальной трансформаторной стали можно рассчитать S по формуле:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056367_3.png  где s — в квадратных сантиметрах, а Р1 — в ваттах.  4.По значению S определяется число витков w' на один вольт. При использовании трансформаторной стали:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056324_4.png  Число витков обмоток:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056305_5.png  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056323_6.png  5.В режиме нагрузки может быть заметная потеря части напряжения на сопротивлении вторичных обмоток. Поэтому для них рекомендуется число витков брать на 5—10 % больше рассчитанного.  Ток первичной обмотки  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056313_7.png  6.Диаметры проводов обмоток определяются по значениям токов и исходя из допустимой плотности тока, которая для трансформаторов принимается в среднем 2 А/мм2. При такой плотности тока диаметр провода без изоляции любой обмотки в миллиметрах определяется по табл. 1 или вычисляется по формуле:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056312_8.png  7.Площадь поперечного сечения провода определяется по табл. 1 или рассчитывается по формуле:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056351_9.png  Для обмоток низкого напряжения, имеющих небольшое число витков толстого провода и расположенных поверх других обмоток, плотность тока можно увеличить до 2,5 и даже 3 А/мм2, так как эти обмотки имеют лучшее охлаждение. Тогда в формуле для диаметра провода постоянный коэффициент вместо 0,8 должен быть соответственно 0,7 или 0,65.  В заключение следует проверить размещение обмоток в окне сердечника. Общая площадь сечения витков каждой обмотки находится (умножением числа витков w на площадь сечения провода, равную 0,8d2из, где dиз — диаметр провода в изоляции. Его можно определить по табл. 1, в которой также указана масса провода. Площади сечения всех обмоток складываются. Чтобы учесть ориентировочно неплотность намотки, влияние каркаса изоляционных прокладок между обмотками и их слоями, нужно найденную площадь увеличить в 2—3 раза. Площадь окна сердечника не должна быть меньше значения, полученного из расчета.  Таблица 1  [Простейший расчет силовых трансформаторов и автотрансформаторов](http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/)  В качестве примера рассчитаем силовой трансформатор для выпрямителя, питающего некоторое устройство с электронными лампами. Пусть трансформатор должен иметь обмотку высокого напряжения, рассчитанную на напряжение 600 В и ток 50 мА, а также обмотку для накала ламп, имеющую U = 6,3 В и I = 3 А. Сетевое напряжение 220 В.  Определяем общую мощность вторичных обмоток:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056343_11.png  Мощность первичной цепи  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056281_12.png  Находим площадь сечения сердечника из трансформаторной стали:  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056357_13.png  Число витков на один вольт  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056326_14.png  Ток первичной обмотки  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056338_15.png  Число витков и диаметр проводов обмоток равны:  • для первичной обмотки  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056286_16.png  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056291_17.png  • для повышающей обмотки  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056314_18.png  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056314_19.png  • для обмотки накала ламп  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056353_21.png  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056352_22.png  Предположим, что окно сердечника имеет площадь сечения 5x3 = 15 см2 или 1500 мм2, а у выбранных проводов диаметры с изоляцией следующие: d1из = 0,44 мм; d2из = 0,2 мм; d3из = 1,2 мм.  Проверим размещение обмоток в окне сердечника. Находим площади сечения обмоток:  • для первичной обмотки  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056283_23.png  • для повышающей обмотки  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056308_24.png  • для обмотки накала ламп  http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-07/1374056351_25.png  Вывод: общая площадь сечения обмоток составляет примерно 430 мм2., как видно, она в три с лишним раза меньше площади окна и, следовательно, обмотки разместятся.  **Ход работы**.  1.Ознакомиться с теоретической частью.  2. Рассчитать заданные параметры трансформатора по формулам, приведенным в теоретической части, сделать вывод..  4. Оформить отчет по соответствующей форме  5. Ответить на контрольные вопросы. |

Задачи для индивидуального выполнения

**Задача 1.** Номинальная мощность трансформатора S=10 кВ∙А. Номинальное входное напряжение U1=660 В, выходное U2=380 В. Потерями в трансформаторе пренебречь. Определить коэффициент трансформации, токи в первичной и вторичной обмотках.

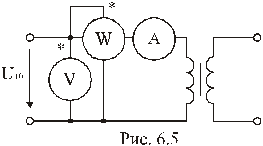
**Задача 2.** Однофазный трансформатор номинальной мощностью 400 В∙А имеет активное сопротивление первичной обмотки R1=1,875 Ом.

В опыте короткого замыкания (рис. 6.3), трансформатора замерено напряжение на входе U1к=10 В, при котором токи в первичной и вторичной обмотках равны номинальным: I1=2 А, I2=10 А. Ваттметр показал Рк=15 Вт. Определить, какую долю от номинального значения составляет напряжение короткого замыкания, активное сопротивление вторичной обмотки.

## Вариант №2.

**Задача 5.** Трехфазный масляный трансформатор типа ТМ-160/10 имеет потери холостого хода 0,56 кВт, потери короткого замыкания 2,65 кВт. Определить коэффициент полезного действия трансформатора при номинальной нагрузке и коэффициенте мощности cosφ1=1; при номинальной нагрузке и cosφ2=0,8.

**Задача 6.** Мощность, потребляемая трансформатором из сети при активной нагрузке, Р1=500 Вт. Напряжение сети U1=100 В. Коэффициент трансформации трансформатора равен 10. Определить ток нагрузки.

**З****адача 7.** Получены следующие показания приборов при холостом ходе трансформатора (рис. 6.5) и частоте 50 Гц: U10=220 В; I10=1,0 А; Р10=120 Вт. Определить коэффициент мощности cosφ1; индуктивность первичной обмотки трансформатора.

**Задача 8.** Определите максимальное значение электродвижущей силы во вторичной обмотке трансформатора, если она имеет 100 витков и пронизывается магнитным потоком, изменяющимся со временем по закону Ф = 0,01 cos 314 t.

**Задача 9.**Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 840 витков, повышает напряжение с 220 В до 660 В. Каков коэффициент трансформации и сколько витков содержится во вторичной обмотке трансформатора? В какой обмотке провод будет иметь большую площадь сечения?

**Задача 10.**Трансформатор включен в сеть с переменным напряжение 220 В. Напряжение на зажимах вторичной обмотки составляет 20 В, а сила тока 1 А. Определите коэффициент трансформации и сопротивление вторичной обмотки, если КПД данного трансформатора равен 91%. Потерями в первичной обмотке и сердечнике пренебречь.

**Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

## Контрольные вопросы

1. Что называют коэффициентом трансформации трансформатора?

2. Почему на сердечнике трансформатора обмотки высшего и низшего напряжений размещают на общем стержне?

3. Напишите уравнение токов трансформатора и объясните физический смысл составляющих первичного тока.

4. В чем состоит явление рассеяния в трансформаторе? Как выражается ЭДС рассеяния обмоток?

5. Напишите уравнения напряжений (уравнения электрического состояния) для первичной и вторичной обмоток и объясните смысл каждого из членов этих уравнений.

6. Сформулируйте определение напряжения короткого замыкания.

**Практическая работа № 10**

Тема: Расчет двигателя переменного тока

**Цель работы**: приобрести навыки расчета электродвигателя переменного тока

**Оборудование и материалы:**: методические рекомендации.

***Методические рекомендации***

Примеры выполнения задания

***Пример 1.*** Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором типа 4АР160S6У3 имеет номинальные данные: мощность Рном = 11 кВт; Uном = 380 В; частота вращения ротора n2 = 975 об/мин; к.п.д. ηном = 0,855; коэффициент мощности cosφном = 0,83; кратность пускового тока Iп/Iном = 7; кратность пускового момента Мп/Мном = 2,0; способность к перегрузке Мmax/Мном = 2,2. Частота тока в сети f1 = 50 Гц.

Определить:

1) потребляемую мощность;

2) номинальный, пусковой и максимальный моменты;

3) номинальные и пусковые токи;

4) номинальное скольжение;

5) частоту тока в роторе;

6) суммарные потери в двигателе.

Можно ли осуществить пуск двигателя при номинальной нагрузке, если напряжение в сети при пуске снизилось на 20%?

***Решение.***

* 1. Мощность, потребляемая из сети.

Р1 = Рном/ηном = 11/0,855 = 12,86 кВт.

* 1. Номинальный момент, развиваемый двигателем.

М = 9,55Рном/n2 = 9,55 · 11 · 1000/975 = 107,7 Н·м

* 1. Максимальный и пусковой моменты.

Мmax = 2,2Мном = 2,2 · 107,7 = 237 Н·м

Мп = 2Мном = 2 · 107,7 = 215,4 Н·м

* 1. Номинальный и пусковой токи.

Рном · 1000 11· 1000

Iном = --------------------------------- = -------------------------------- = 23,6 А.

√3 Uном · ηном · cosφном 1,73 · 380 0,855 · 0,83

Iп = 7,0Iном = 7,0 · 23,6 = 165 А.

* 1. Номинальное скольжение:

Sном = n1 - n2 / n1 = 1000 - 975 /1000 =0,025 =2,5%

* 1. Частота тока в роторе^

f2 = f1S = 50 · 0,025 = 1,25 Гц.

7. При снижении напряжения в сети на 20% на выводах двигателя остается напряжение 0,8Uном. Так как момент двигателя пропорционален квадрату напряжения, то

М'п **(**0,8Uном)2

**=**

Мп U2ном

Отсюда

М'п **=** 0,64Мп **=** 0,64 · 215,4 = 138 Н·м

что больше Мном = 107,7 Н·м. Таким образом, пуск двигателя возможен.

***Пример 2.*** Каждая фаза обмотки статора трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором имеет число витков ω1 = 150 и обмоточный коэффициент К01 = 0,97. Амплитуда вращающегося магнитного потока Фm = 0,006 Вб. Частота тока в сети f1 = 50 Гц. Активное сопротивление фазы ротора R2 = 0,4 Ом, индуктивное сопротивление фазы неподвижного ротора Х2 = 4,2 Ом. При вращении ротора с частотой n2 = 980 об/мин.

Определить: 1) э.д.с. Е1 в фазе обмотке статора; 2) э.д.с. Е2 в фазе неподвижного ротора; 3) ток в фазе ротора при номинальной работе I2 и при пуске I2п.

***Решение.***

1. Э.д.с. в фазе статора:

Е1 = 4,44К01ω1f1Фm = 4,44 · 0,97 · 150 · 50 · 0,006 = 194 В.

2. При n2 = 980 об/мин частота вращения поля n1 может быть только 1000 об/мин и скольжение ротора:

Sном = n1 - n2 / n1 = 1000 - 980 /1000 =0,02 =2,0 %

3. Э.д.с. в фазе неподвижного ротора определяем из формулы Е2S = Е2S, откуда Е2 = Е2S/S = 10/0,02 = 500 В.

4. Ток в фазе ротора при пуске:

Е2 500

I2п = ------------------------ = ------------------ = 119 А.

√ R22 + Х22 √0,42 + 4,22

5. Индуктивное сопротивление фазы ротора при скольжении S = 0,02:

Х2S = Х2S = 4,2 · 0,02 = 0,084 Ом.

6. Ток в фазе вращающегося ротора:

Е2S 10

I2 = ------------------------ = ------------------ = 24,4 А.

√ R22 + Х22S √0,42 + 0,0842

**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью.

2. Ознакомиться с условием задачи и схемой электрической цепи.

3. Рассчитать заданные параметры по формулам, приведенным в теоретической части.

4. Оформить отчет по соответствующей форме

5. Ответить на контрольные вопросы.

**Задание**

*Произвести расчет двигателя переменного тока*

***Варианты заданий.***

***Задание 1.***

К трехфазному трансформатору с номинальной мощностью Sном и номинальными напряжениями первичной Uном1 и вторичной Uном2 обмоток присоединена активная нагрузка Р2 при коэффициенте мощности cosφ2. Сечение магнитопровода Q = 450см2, амплитуда магнитной индукции в нем Bm = 1,5 Тл. Частота тока в сети f = 50Гц.

Определить:

1) номинальные токи в обмотках Iном1 и Iном2;

2) коэффициент нагрузки трансформатора kн;

3) токи в обмотках I1 и I2 при фактической нагрузке;

4) коэффициент полезного действия трансформатора при фактической нагрузке.

Данные своего варианта взять из таблицы1.

*Указание:* См. решение типового примера 1.

*Таблица 1.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Sном, кВ.А | Uном1, кВ | Uном2, кВ | Р2, кВт | cosφ2 | Рст | Ро.ном |
| 1 | 1000 | 10 | 0,69 | 850 | 0,95 | 2,45 | 12,2 |
| 2 | 160 | 6 | 0,4 | 150 | 1,0 | 0,51 | 3,1 |
| 3 | 100 | 6 | 0,23 | 80 | 0,9 | 0,33 | 2,27 |
| 4 | 250 | 10 | 0,4 | 200 | 0,85 | 0,74 | 4,2 |
| 5 | 400 | 10 | 0,4 | 350 | 0,92 | 0,95 | 5,5 |
| 6 | 630 | 10 | 0,69 | 554 | 0,88 | 1,31 | 7,6 |
| 7 | 40 | 6 | 0,23 | 35 | 1,0 | 0,175 | 1,0 |
| 8 | 1600 | 10 | 0,4 | 1400 | 0,93 | 3,3 | 18 |
| 9 | 63 | 10 | 0,23 | 56 | 1,0 | 0,24 | 1,47 |
| 10 | 630 | 10 | 0,4 | 520 | 0,9 | 1,31 | 7,6 |

***Задание 2.*** Расшифровать условное обозначение асинхронных двигателей.

Данные для своего варианта взять из таблицы 2.

*Указание:* См. решение типового примера 2.

*Таблица* 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Тип двигателя | Рном2, кВт | n2, об/мин | Cosφном | Iп/Iном | Мп/Мном | Мmax/Мном | ηном |
| 1 | 4А100S2У3 | 4 | 2880 | 0,89 | 7,5 | 2,0 | 2,2 | 0,86 |
| 2 | 4А100L2У3 | 5,5 | 2880 | 0,91 | 7,5 | 2,0 | 2,2 | 0,87 |
| 3 | 4А132М2СУ3 | 11 | 2900 | 0,9 | 7,5 | 1,6 | 2,2 | 0,88 |
| 4 | 4А250М4У3 | 90 | 1480 | 0,91 | 7,5 | 1,2 | 2,2 | 0,93 |
| 5 | 4АР180S4У3 | 22 | 1460 | 0,87 | 7,5 | 2,0 | 2,2 | 0,89 |
| 6 | 4АН250М4У3 | 90 | 1475 | 0,89 | 6,5 | 1,2 | 2,2 | 0,935 |
| 7 | 4А112S4У3 | 5,5 | 1450 | 0,85 | 7,0 | 2,0 | 2,2 | 0,85 |
| 8 | 4АР160S6У3 | 11 | 975 | 0,83 | 7,0 | 2,0 | 2,2 | 0,855 |
| 9 | 4А250М6У3 | 55 | 985 | 0,89 | 7,0 | 1,2 | 2,0 | 0,92 |
| 10 | 4АН250М8У3 | 55 | 740 | 0,82 | 6,0 | 1,2 | 2,0 | 0,92 |

**Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

**Контрольные вопросы**

1.Классификация электрических машин.

2.Электрические машины переменного тока, их классификация.

3.Асинхронные электрические двигатели с короткозамкнутым ротором: конструктивные элементы, принцип работы.

4.Асинхронные электрические двигатели с фазным ротором: конструктивные элементы, принцип работы.

5.Синхронные двигатели: конструктивные элементы, принцип работы.

6.Электрические двигатели специального назначение: назначение, область применения, особенности конструкции и принцип работы.

**Практическая работа № 11**

Тема: Расчет сечения электрического кабеля при заданной нагрузке, по допустимому току.

**Цель работы:** приобрести навыки расчета сечения кабеля при заданной нагрузке, по допустимому току.

**Оборудование и материалы** : справочник ПУЭ, методические рекомендации

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения***

Для расчета сечения провода необходимо заранее рассчитать допустимую длительную токовую нагрузку в электрической цепи, знать номинальный ток нагрузки. Для расчета номинального тока нагрузки надо знать суммарную мощность электрических приборов на определенном участке электрической цепи.

Допустимая сила тока по нагреву (Iд**)** – это дли­тельно протекающая по проводнику сила тока, при которой уста­навливается длительная допустимая температура нагрева.

При выборе должно соблюдаться условие: Iр£ Iд, где Iр- расчетное значение силы тока. Значение Iр линии, питающей от­дельный трехфазный электродвигатель определяется по формуле:

http://ok-t.ru/studopediaru/baza4/2180935869.files/image212.gif,

где *РН*- номинальная мощность электродвигателя, кВт;

*к3*- ко­эффициент загрузки двигателя, принимаемый равным 0,85...0,90;

*UН -*номинальное напряжение двигателя (380 В);

hд - КПД двига­теля (принимается равным 0,85 … 0,92; для крановых двигателей - 0,80 … 0,85);

cos j - коэффициент мощности двигателя (принима­ется равным 0,80 - 0,90; для крановых двигателей –

0,70... 0,75.

 Расчетная сила тока для линии, питающей электропривод стро­ительной машины с многодвигательным электроприводом на пе­ременном токе (например, башенные краны), приближенно оп­ределяется по аналогичной формуле:

http://ok-t.ru/studopediaru/baza4/2180935869.files/image214.gif,

где *PS -*суммарная номинальная мощность всех электродвигате­лей машины, кВт;

*кс -*коэффициент спро­са для одной машины, учитывающий разновре­менность работы электродвигателей

машины, принимаемый равным 0,7...0,8.

***2. Пример выполнения задания***

***Пример 1***  
Пусть необходимо проложить однофазную линию, питающую электроплиту "Bosh", мощностью 4,2 кВт., проводка должна быть выполнена открыто. Необходимо вычислить ***номинальный ток нагрузки***.

В однофазной цепи:  
  
I = P/U\*cosφ где Р - расчетная мощность, Ватт; U - напряжение, Вольт; cosφ - коэффициент мощности (при расчете проводки для ламп накаливания или питания электроплитки, коэффициент мощности можно принять равным единице).  
Если электроплита будет стоять на кухне, где влага выделяется на небольшое время, то помещение можно отнести к влажным. По специальной *таблице 1* описания проводов в зависимости от условий и способа прокладки можно определить, что подходит провод марки ППВ - провод медный, плоский, с ПВХ изоляцией, с двумя или тремя однопроволочными жилами. Определяем номинальный ток по формуле: I = 4200/220\*1 = 19 Ампер  
По приведенной ниже таблице находим сечение жилы по ближайшему значению силы тока, большему номинального, по допустимой токовой нагрузке. Сечение жилы для двух одножильных проводов, проложенных открыто в данном случае будет равно 2,5мм2.  
При проектировании небольших электроустановок, например в отдельных помещениях, в самодельных приборах, потерей напряжения в проводах можно пренебречь, так как она очень мала. Для алюминиевых проводов сечение выбирают на ступень выше, чем для медных. Например, если для медных нужно сечение 2,5 мм2, то для алюминиевых 4 мм2.

***Пример 2***

В трехфазной цепи:

Дана трехфазная нагрузка мощностью Р=15 кВ. Необходимо выбрать сечение медного кабеля (четырехжильного ).Прокладка по воздуху.

*Решение:*

Необходимо рассчитать токовую нагрузку исходя из данной мощности:

Для этого применяем формулу для трехфазной сети: I = P / √3 · 380 = 22.8 ≈ 23 А.

*По таблице 1* выбираем сечение 2.5 мм2 (для него допустимый ток 27А). Но так как кабель у нас четырехжильный (или пяти- тут уже особой разницы нет) согласно указаний ГОСТ 31996—2012 выбранное значение тока нужно умножить на коэффициент 0.93. I = 0.93 \* 27 = 25 А., что допустимо для нашей нагрузки (расчетного тока).

Таблица 1. Выбор сечения провода в зависимости от условий прокладки.(ПУЭ)

**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью и заданием.

2. Рассчитать допустимый (номинальный) ток и выбрать *по таблице* 1 необходимое сечение кабеля. Обосновать выбор.

3. Оформить отчет по соответствующей форме.

4. Ответить на контрольные вопросы.

**Задание**

Выбрать сечение проводов и жил кабелей по допустимому току (допустимому нагреву электрическим током).

Варианты заданий

**Задача 1.**Определить расчетный ток в магистральных проводах трехфазной линии c линейным напряжением *U*л = 220 В, если к ней присоединены три электродвигателя с номинальной мощностью Рн1 = 4,5 кВт, Рн2 = 2,8 кВт, Р н3 = 3,5 кВт. Длина линии *l* = 15 м.

Выбрать сечение алюминиевых проводов S, проложенных открыто, исходя из условия допустимого нагревания их. Выбранное сечение проверить по допустимой относительной потере напряжения, которая не должна превышать для силовой нагрузки 4...6%. Кратность пускового тока электродвигателей принимаем равной Кi = *7,*произведение *η·*cosφ = 0,7.

**Задача 2.** Напряжение электросети 220 Вольт. Длина электропроводки к дому 30 метров. Электропроводка выполнена медным проводом, удельное сопротивление меди 1.7×10-8 ом·м. Нагрузка состоит из 50 95-ваттных электроламп и 100 75-ваттных электроламп. Напряжение на электролампах 215 Вольт. Определить сечение подводящих электропроводов.

**Задача 3**.Требуется **определить сечения кабеля в сети 0,4 кВ** для питания электродвигателя типа АИР200М2 мощностью 37 кВт . Длина кабельной линии составляет 150 м. Кабель прокладывается в грунте (траншее) с двумя другими кабелями по территории предприятия для питания двигателей насосной станции. Расстояние между кабелями составляет 100 мм. Расчетная температура грунта 20 °С. Глубина прокладки в земле 0,7 м.

**Задача 4.** на производстве используются три двигателя АИР180М4 30 кВт, 3000 об/мин, приводящие насосное оборудование, и два двигателя АИР132М6 по 7,5 кВт, 1000 об/мин которые приводят в движение конвейер. Подобрать сечение кабеля для питания двигателей

**Задача 5**. Асинхронный электродвигатель мощностью 28 кВт имеет следующие данные: коэффициент полезного действия p948-0-01-01, коэффициент мощности p948-0-01-02, кратность пускового тока p948-0-01-03, номинальное напряжение p948-0-01-04.  
Определить ток плавкой вставки предохранителя и сечение проводов ответвления от предохранителя к двигателю. Ответвление выполнено медными проводами с резиновой изоляцией, проложенными в трубе.

**Задача 6.** Трехфазная линия, проложенная внутри цеха, питает распределительный щиток, суммарная нагрузка которого равна 60 кВт при p948-0-00-01 (асинхронный двигатель с кратностью пускового тока p948-0-00-02). Щиток отстоит от ввода на расстоянии 100 м. Линейное напряжение потребителей равно 380 В.  
Определить сечение провода линии, выбрать номинальный ток плавкой вставки предохранителя. Допустимую потерю напряжения взять равной 5% от номинального.

**Задача 7**.Насос, приводимый в движение асинхронным двигателем, имеющим мощность Р = 10 кВт и p948-0-00-014, расположен на расстоянии 100 м от трансформаторного помещения. Напряжение сети 380 В. Допустимая потеря напряжения составляет 5% от номинального.  
Определить сечение стального провода и сравнить его с сечением медного провода для того же случая.

**Задача 8.** В электрическую сеть напряжением 220В включено 16одинаковых электрических ламп мощностью по 100Вткаждая. Определить необходимое сечение медного провода, соединяющего эти электрические лампочки.

**Задача 9.**Запитать ТЭН мощностью 4,75 кВТ медным проводом в кабель-канале.Напряжение сети 220 В

**Задача 10**. Определить марку и сечение проводников для питания трехфазного электродвигателя мощностью Рн = 16 кВт, напряжение сети 380 В, сos φ = 0,89; η = 88%; кз – коэффициент загрузки = 0,8. Помещение сырое. Совместно в земле проложены 3 кабеля, расстояние между ними 300 мм.

**Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы, вариант задания.

2. Решение задачи.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

**Контрольные вопросы**

1. Как проводится выбор сечений кабелей по условиям нагрева?

2. Как проводится выбор сечений кабелей по допустимому падению напряжения?

3. Как проводится проверка по условиям пуска электродвигателей?

**Практическая работа № 12**

Тема: Расчет сечения электропроводки в квартире в зависимости от нагрузки на сеть (сечение вводного кабеля)

**Цель работы:** приобрести навыки расчетасечения электропроводки в квартире в зависимости от нагрузки на сеть (сечение вводного кабеля)

**Оборудование и материалы** : справочник ПУЭ

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения***

Основным показателем, по которому рассчитывают провод, является его длительно допустимая токовая нагрузкаЭто такая величина тока, которую он способен пропускать на протяжении длительного времени.

- для однофазной сети 220 В:

расчет силы тока для однофазной сети

где Р - суммарная мощность всех электроприборов, Вт;

      U - напряжение сети, В;

      КИ= 0.75 - коэффициент одновременности;

cos для бытовых электроприборов- для бытовых электроприборов.

- для трехфазной сети 380 В

расчет силы тока для трехфазной сети

***2. Пример выполнения задания***

Рассмотрим пример расчета сечения провода для обычной двухкомнатной квартиры. Чтобы найти величину номинального тока, необходимо подсчитать мощность всех подключаемых электроприборов в доме.

*Перечень необходимых электроприборов и их примерная мощность* указана в *таблице. 1.*

*Таблица 1.*

|  |  |
| --- | --- |
| Электроприбор | Мощность, Вт |
| LCD телевизор | 140 |
| Холодильник | 300 |
| Бойлер | 2000 |
| Пылесос | 650 |
| Утюг | 1700 |
| Электрочайник | 1200 |
| Микроволновая печь | 700 |
| Стиральная машина | 2500 |
| Компьютер | 500 |
| Освещение | 500 |
| Всего | 10190 |

После того как мощность будет известна, найти силу тока можно по формуле:

- **для однофазной сети 220 В**:

расчет силы тока для однофазной сети

* где Р - суммарная мощность всех электроприборов, Вт;
* U - напряжение сети, В;
* КИ= 0.75 - коэффициент одновременности;
* cos для бытовых электроприборов- для бытовых электроприборов.

- **для трехфазной сети 380 В**

-расчет силы тока для трехфазной сети

После расчета номинального тока по нижеприведенным таблицам 2-4 выбираем сечение кабеля (токопроводящих жил).

Для монтажа как [открытой электропроводки](http://electricvdome.ru/montaj-electroprivodki/otkritay-elektroprovodka.html) так и скрытой используются провода с медной ТПЖ., так как:

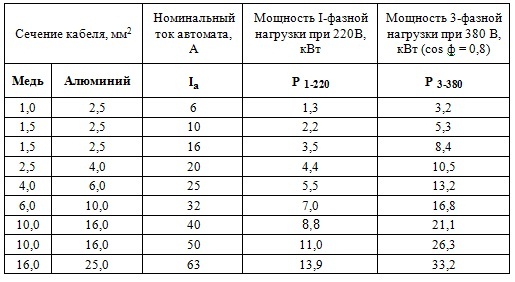
**1)** она прочнее, более мягкая и в местах перегиба не ломается по сравнению с алюминием;

**2)** меньше подвержена коррозии и окислению. Соединяя алюминий в [распределительной коробке](http://electricvdome.ru/montaj-electroprivodki/raspredelitelynaya-korobka.html), места скрутки со временем окисляются, это приводит к потере контакта;

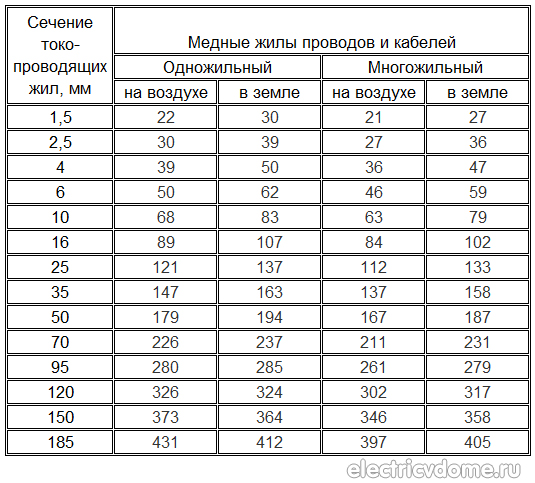
**3)**проводимость меди выше чем алюминия, при одинаковом сечении медный провод способен выдержать большую токовую нагрузку чем алюминиевый.

После того, как сечение кабеля выбрано, произведите планировку электроприборов по помещению и произведите выбор марки кабеля (провода ) для комнат *по рисунку 1.*

*Таблица 2*

[](http://g21675t2.bget.ru/files/d0b1d0b5d0b7d18bd0bcd18fd0bdd0bdd18bd0b91331.jpg)

*Таблица 3*



*Таблица 4*



***Примечание:***

#### Для электропроводки могут применять:

* плоский [шнур ШВВП](http://www.avtomats.com.ua/2487-cord_shvvp.html) (изоляция и оболочка);
* круглый [провод ПВС](http://www.avtomats.com.ua/2462-wire_flexible_pvs.html) (изоляция и оболочка);
* круглый [кабель ВВГ](http://www.avtomats.com.ua/2522-cable_vvg.html) (изоляция и оболочка);
* плоский [кабель ВВГ-П](http://www.avtomats.com.ua/2603-cable_vvg-p.html) (изоляция и оболочка);
* одножильный [провод марки ПВ3](http://www.avtomats.com.ua/2498-wire_pv3.html) (только изоляция без оболочки, прокладывается два или три одножильных провода, наиболее дешёвый способ).

**Заострим внимание на выборе марки кабеля или провода для электропроводки.**  
Факторы, которые указывают на **предпочтительное использование кабеля ВВГ**:

* провод ПВС и шнур ШВВП выпускаются согласно бытовому стандарту, а кабель ВВГ выполняет требования промышленного стандарта (лучшие эксплуатационные характеристики);
* номинальная выдерживаемая токовая нагрузка (сила тока) выше при равном сечении жилы;
* для кабеля ВВГ нормируется сила тока при возникновении короткого замыкания (проводится испытание), в стандарте для ПВС и ШВВП такого нет (упускается из вида);
* кабель ВВГ имеет монолитные жилы, а ПВС и ШВВП включают многопроволочные жилы (для цельной жилы не требуется наконечников при присоединении к контактным зажимам в розетках и выключателях; электрики часто подключают многопроволочные жилы без наконечников, что является грубой ошибкой);
* в номенклатуре кабеля есть марка ВВГнг; индекс «нг» указывает на не распространение пламени при **групповой** прокладке проводников (ВВГ, ПВС и ШВВП не распространяют горения при **одиночной** прокладке). Исполнение ВВГнг можно применять для одиночного расположения при особом внимании к аварийным ситуациям.

**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью и заданием.

2. Рассчитать допустимый (номинальный) ток и выбрать *по таблицам 2-4.* необходимое сечение вводного кабеля. Обосновать выбор.

3. Оформить отчет по соответствующей форме.

**Задание**

1. Произвести выбор сечения вводного кабеля (провода) для квартиры (дома).

2. Обосновать выбор.

3. Начертить примерный план размещения электроприборов и установок в квартире ( в доме).

**1. Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы.

2. Расчет сечения вводного кабеля и план квартиры (дома) с размещением электроприборов по комнатам.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

**Контрольные вопросы**

1. По какой электрической величине выбирается сечение кабеля?

2. Какой провод лучше : медный или алюминиевый при прокладке проводов в жилом помещении.

3. По каким стандартам выполняют электропроводку в помещениях?

4. Как производится выбор сечения кабеля по потере напряжения?

5. Как производится выбор сечения кабеля по допустимому току?

|  |
| --- |
|  |

**Практическая работа № 13**

Тема: Определение параметров транзистора

**Цель работы: приобрести навыки расчета параметров транзистора.**

**Оборудование и материалы** : тетрадь в клетку, ручка, карандаш, линейка.

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения***

Биполярным транзистором называют полупроводниковый прибор, основу которого составляют два взаимодействующих электронно-дырочных перехода и который имеет три вывода или более.

Включение транзистора с общей базой:

Коэффициент усиления по току



Коэффициент усиления по напряжению



Коэффициент усиления по мощности



здесь Rн – сопротивление нагрузки



= (единицы – десятки Ом)

Наиболее распространенной является схема с общим эмиттером:

Коэффициент усиления по току



Коэффициент усиления по напряжению



Коэффициент усиления по мощности



входное сопротивление



Транзистор с общим коллектором практически не имеет значения напряжения сигнала 







Коэффициент усиления усилителя показывает, во сколько раз напряжение (ток, мощность) на выходе усилителя больше, чем на входе.

Коэффициент усиления по напряжению: ;

Коэффициент усиления по току: ;

Коэффициент усиления по мощности: 

Для многокаскадного усилителя общий коэффициент усиления: К = К1К2 …Кn

где К1, К2… - коэффициент усиления каскадов.

Выходная мощность, развиваемая на выходном нагрузочном сопротивлении усилителя:

Рвых. = U2вых./Rн = U2m.вых/2Rн

Rн – сопротивление нагрузки

Коэффициент полезного действия: 

Рвых. – мощность на нагрузке

Робщ. – мощность источников питания

**Ход работы**

1. Ознакомиться с теоретической частью и заданием.

2. Решить задачи по определению параметров транзистора.

3. Оформить отчет по соответствующей форме.

**Задание:**

*Решить задачи на определение параметров транзистора (усилителя****)***

***Варианты задач.***

***Первый вариант***

**Задача 1.** Определить коэффициент усиления транзистора, включенного по схеме с общей базой, если при увеличении силы тока в цепи эмиттера на 0,2 мА приращение тока в цепи коллектора равно 0,186 мА.

**Задача 2.** При изменении напряжения на входе транзистора с общей базой на 0,5 напряжение на выходе изменилось на 10 В. Определить коэффициент усиления транзистора по напряжению.

**Задача 3.** Биполярный транзистор включен по схеме с общей базой, сопротивление нагрузки составляет 1,5 кОм при изменении напряжения на входе на 1 В сила тока в цепи эмиттера изменяется на 50 мА. Определить коэффициент усиления по мощности, если коэффициент усиления по току α = 0,9.

**Задача 4.** Определить коэффициент транзистора по мощности, если транзистор включен по схеме с общей базой его коэффициента усиления по току α = 0,98, а коэффициент усиления по напряжению равен = 41.

***Второй вариант***

**Задача 5.** Транзистор включен по схеме с общим эмиттером. Коэффициент усиления транзистора по току  = 60. На сколько увеличится ток в цепи коллектора при увеличении тока базы на 200 мкА.

**Задача 6.** Коэффициент усиления по напряжению транзистора включенного по схеме с общим эмиттером  = 50. Определить сопротивление нагрузки, если входное сопротивление Rвх. = 250 кОм , ∆ = 400 мкА ,  = 50 мА.

**Задача 7.** Транзистор включен по схеме с общим эмиттером. Коэффициент усиления транзистора по току. Коэффициент усиления по мощности Кр = 40. Определить на сколько изменилось напряжение на нагрузке, если напряжение на входе изменилось на 2 В.

**Задача 8.** Рабочая точка транзистора включенного с общим эмиттером имеет координаты Iб = 150 мкА Uбэ = 0,1 В ∆Iб = 350 мкА. Входная характеристика транзистора изображена на рисунке. Определить сопротивление выхода.

***Третий вариант***

**Задача 9.** Определить коэффициент внутренней обратной связи h12, если при силе тока базы Iб = 200 мкА. Напряжение между базой и эмиттером изменилось от 30 мВ при напряжении Uсэ – 1 В до 42 мВ при напряжении Uсэ = 3 В.

**Задача 10.** Сила тока в цепи коллектора изменилась на 18 мА при изменении напряжения между коллектором и эмиттером от 0,5 В до 5 В. Определить проводимость выхода, если транзистор включен в схеме с общим эмиттером.

**Задача 11.** Определить коэффициент усиления транзистора по напряжению и по мощности, если при напряжении на входе Uвх. = 2 В ток в цепи коллектора составляет 5 мА, а сопротивление нагрузки Rн = 2 кОм.

**Задача 12.** Определить коэффициент усиления усилителя по напряжению, еслиUвх. = 0,3 В, а напряжение на выходе составляет 12 В.

***Четвертый вариант***

**Задача 13.** На вход усилителя подается ток Iвх. = 12 мА, на выходе сила тока равна Iвых. = 0,18 А. Определить коэффициент усиления по току.

**Задача 14.** На вход усилителя низкой частоты подается ток 0,15 А при напряжении 2 В. На выходе усилителя при напряжении 9 В протекает ток 0,48 А. Определить коэффициент усиления усилителя по мощности.

**Задача 15.** Определить общий коэффициент усиления усилителя по мощности, если на предварительном каскаде мощность увеличилась в 3 раза, а на двух последующих с коэффициентом мощности Кр = 8.

**Задача 16.** Определить мощность развиваемую на выходном нагрузочном сопротивлении усилителя Rн = 6 Ом, через которое проходит ток Iк = 2 А.

***Пятый вариант***

**Задача 17.** Определить коэффициент полезного действия усилителя, если на нагрузочном сопротивлении развивается мощность Рвых. = 15 Вт от источников питания при напряжении 12 В и силе тока 1,5 А.

**Задача 18.** От источника питания на усилитель подается постоянное напряжение 12 В. Чему равно напряжение на выходе усилителя, если сопротивление нагрузки равно 2 кОм, а сила тока на нагрузке Iк = 3,5 мА.

**Задача 19.** Определить коэффициент трансформации выходного трансформатора, если при напряжении цепи коллектора Uк = 9 В в цепи коллектора протекает ток Iк= 0,6 А, а сопротивление динамика составляет 6 Ом.

**Задача 20.** Определить емкость разделительного конструктора Ср2 при частоте 12 000 Гц, если входное сопротивление транзистора Rвх = 1500 кОм.

**Содержание отчета**

1. Название работы, цель, основные расчетные формулы.

2. Решение задач.

3. Ответы на контрольные вопросы*.*

**Контрольные вопросы**

1. Что такое транзистор, и для чего он используется?
2. Как классифицируются транзисторы?
3. Какие преимущества имеют транзисторы по сравнению с радиолампами?
4. Как обозначаются транзисторы отечественного производства?
5. Нарисуйте схему включения транзистора с общим эмиттером и поясните его работу.
6. Как устроен полевой транзистор, и как он работает?