

Выбор варианта индивидуального домашнего задания

Выбор варианта индивидуального домашнего задания (ИДЗ) производится по первой букве имени, фамилии и последней цифре номера студенческого билета.

Вариант ИДЗ №1 выбирается по первой букве имени. Вариант ИДЗ №2 выбирается по первой букве фамилии. Вариант ИДЗ №3 выбирается по последней цифре номера студенческого билета.

В таблице 1.1 представлены варианты индивидуальных домашних заданий.

Таблица 1.1 – Варианты индивидуальных домашних заданий

Первая буква имени	Вариант ИДЗ №1 (номер задачи)	Первая буква фамилии	Вариант ИДЗ №2	Последняя цифра номера студенческого билета	Вариант ИДЗ №3
А, Н, Э	1	А, Л, Х	Ограничитель перенапряжений ОПН 110	1	1
Б, О, Ю	2	Б, М, Ц	Разъединитель РДЗ-2-110	2	2
В, П, Я	3	В, Н, Ч	Разъединитель РДЗ-35	3	3
Г, Р	4	Г, О, Ш	Выключатель ВГТ-110	4	4
Д, С	5	Д, П, Э	Выключатель ВБП-110	5	5
Е, Т	6	Е, Р, Ю	Выключатель ВБУ-110	6	6

Первая буква имени	Вариант ИДЗ №1 (номер задачи)	Первая буква фамилии	Вариант ИДЗ №2	Последняя цифра номера студенческого билета	Вариант ИДЗ №3
Ж, У	7	Ж, С, Я	Выключатель ВВУ-35	7	7
З, Ф	8	З, Т	Ограничитель перенапряжения ОПН 35	8	1
И, Х	9	И, У	Выключатель ВВ/ТЕЛ-10	9	2
К, Ц	10	К, Ф	Разъединитель РГП-35	0	3
Л, Ч	11				
М, Ш	12				

Индивидуальное домашнее задание №1

Задача №1

Из шести одинаковых отрезков изолированного провода выполняется шесть различных конфигураций, приведенных на рисунке 1.

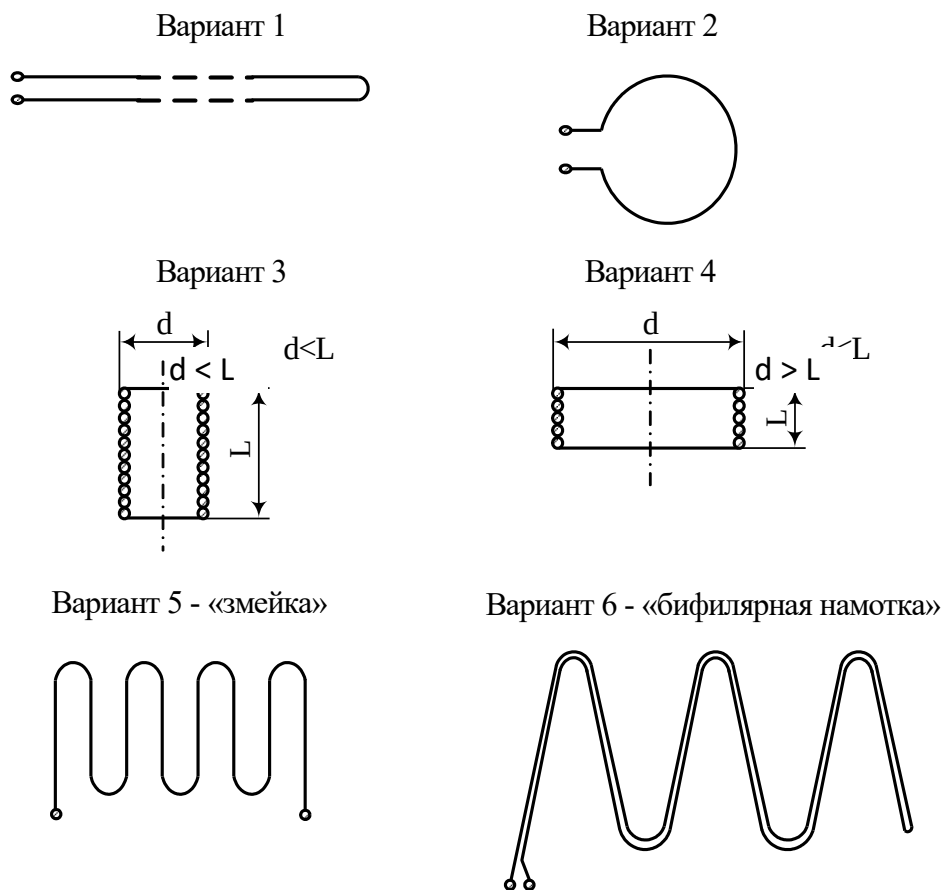


Рисунок 1 - Варианты конфигураций провода

Сравнить электрические сопротивления на постоянном токе, на переменном синусоидальном токе. Объяснить полученные результаты.

Задача №2

Первичная обмотка трансформатора содержит 100 витков; вторичная обмотка состоит из четырех секций по 25 витков каждая.

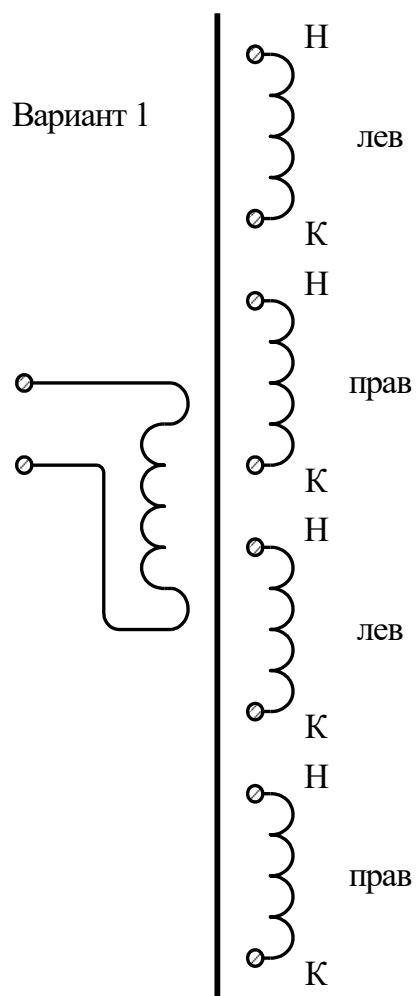


Рисунок 2 - Схема обмоток трансформатора

Вариант 1 расположения начал и концов секций, направление их намотки (левая, правая) приведены на рисунок 2.

Другие варианты

Вариант 2:

лев.; лев.; прав.; прав.

Н-К К-Н Н-К К-Н

Вариант 3:

лев.; лев.; лев.; лев.

Н-К Н-К Н-К Н-К

Вариант 4:

лев.; прав.; прав.; лев.

Н-К К-Н Н-К К-Н

В каждом варианте соединить секции вторичной обмотки таким образом, чтобы получить подварианты с величиной напряжения на выходных зажимах в % от первичного напряжения: 0; 25; 50; 75; 100 %.

Все секции должны быть использованы.

Задача №3

Даны два варианта воздушной линии электропередач: с алюминиевым проводом; с медным проводом. Найти отношение диаметров и масс проводов при условии, что они имеют одинаковое активное электрическое сопротивление.

Принять величины удельных электрических сопротивлений:

для алюминия $\rho_A = 0,03 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

для меди $\rho_M = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Плотности: $\gamma_a = 2700 \text{ кг/м}^3$, $\gamma_m = 8900 \text{ кг/м}^3$.

Задача №4

Определить расположение главной понизительной подстанции (ГПП) промышленного предприятия при известном расположении электропотребителей и известной их мощности.

На рисунок 3 в масштабе показано расположение потребителей; площадь круга пропорциональна мощности потребителя.

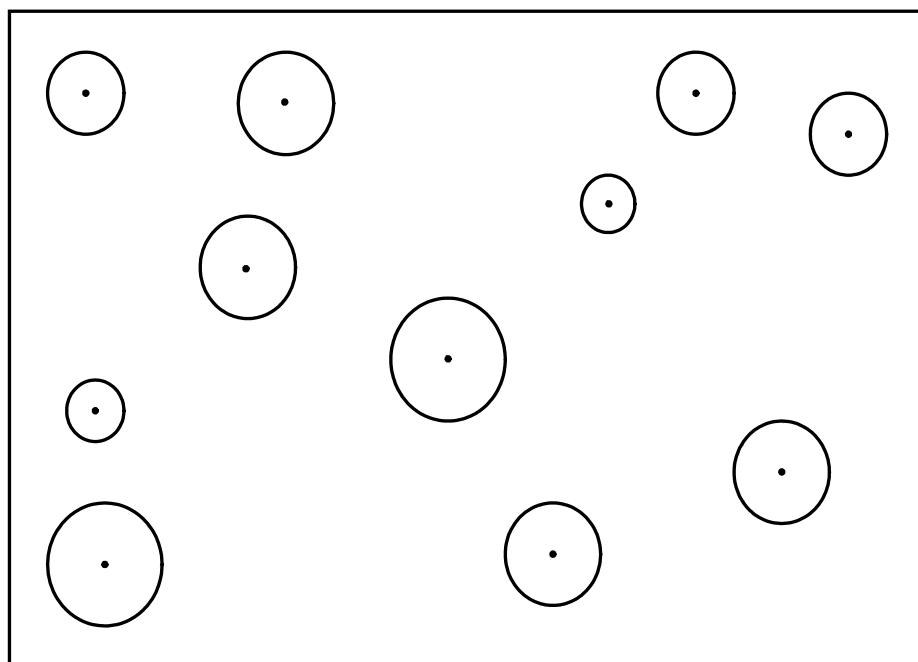


Рисунок 3 Расположение электропотребителей на генплане

По какому критерию следует определять положение ГПП и какие факторы должны при этом учитываться?

Задача №5

Даны две катушки со следующими данными: катушки геометрически подобны; отношение линейных размеров равно 2; катушки намотаны из одного и того же провода с одинаковым коэффициентом заполнения; толщина и материал наружной изоляции одинаковы; плотность тока одна и та же; условия теплоотдачи в окружающую среду одинаковы (например, естественное воздушное охлаждение). Определить приближенно отношение перегревов обмоток в установившемся тепловом режиме.

Задача №6

Дан соленоид – сердечник из ферромагнитного материала с обмоткой. У торца сердечника может быть помещен экран (рисунок 4)

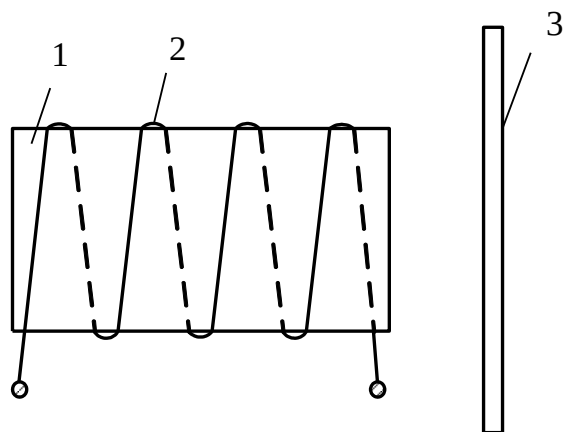


Рисунок 4 - Соленоид с экраном:

1 – сердечник; 2 – обмотка; 3 – экран

Сравнить сопротивления обмотки переменному синусоидальному току при частоте $f = 50$ Гц в следующих вариантах; соленоид без экрана; с экраном из ферромагнитного материала (напр., электротехническая сталь); с экраном из немагнитного материала (напр., алюминий, медь); с экраном из немагнитного материала – сверхпроводника (специальный сплав, помещенный в жидкий гелий). Указать направление сил, действующих на экран. Решить задачу при частоте питающего напряжения $f = 0$ (постоянное напряжение)

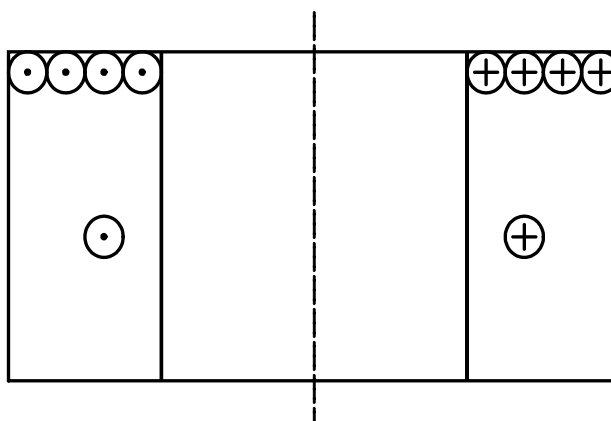


Рисунок 5 - Разрез обмотки реактора

Задача № 7

На рисунке 5 приведен разрез обмотки токоограничивающего реактора, предназначенного для ограничения токов коротких замыканий в сетях электроснабжения.

Указать направление сил, действующих на отдельные проводники и на обмотку в целом.

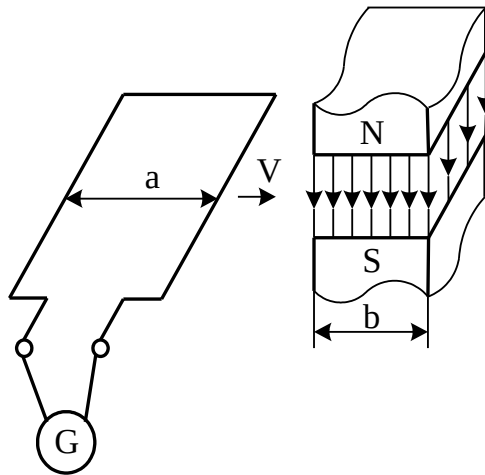


Рисунок 6 - Движение рамки в магнитном поле

Задача №8

Плоская проводящая рамка проходит зону постоянного во времени магнитного поля (рисунок 6). Плоскость рамки перпендикулярна направлению поля.

Изобразить вид графиков ЭДС, наводимых в рамке, в функции пути при движении ее через зону магнитного поля (вход, нахождение в зоне поля, выход) в следующих вариантах: скорость $V = 100 \%$, $a < b$; $V = 100 \%$, $a = b$; $V = 100 \%$, $a > b$; $V = 200 \%$, $a < b$.

Все графики ЭДС нанести на один рисунок в одинаковом масштабе (для сравнения графиков).

Задача №9

Определить расчетный ток для выбора сечения кабеля в установившемся тепловом режиме при заданном суточном графике изменения тока (рисунок 7).

Установившийся тепловой режим кабеля наступает через 0,5 часа после включения тока, неизменного в течение указанного времени.

Задача №10

Выбрать мощность цехового трансформатора при известном суточном графике потребления мощности (рисунок 8).

Установившийся тепловой режим трансформатора наступает через 8 часов с момента включения под постоянную, в течение 8 ч нагрузку.

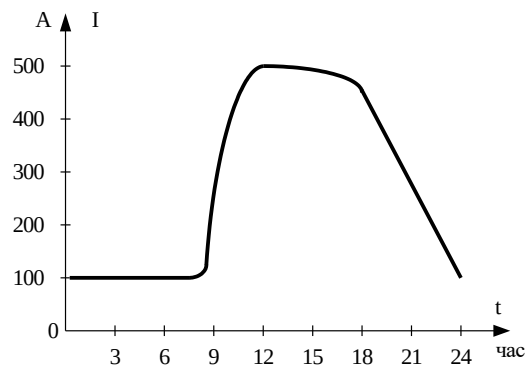


Рисунок 7 – Суточный график изменения тока в кабеле

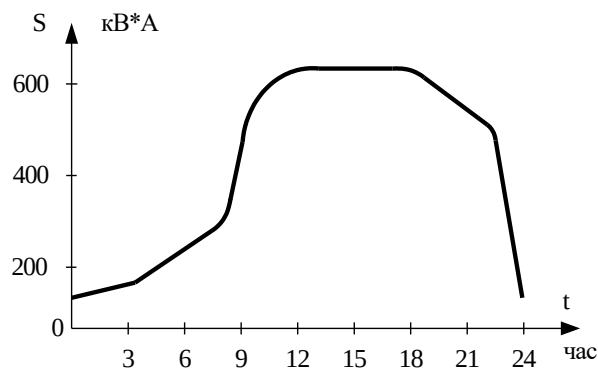


Рисунок 8 – Суточный график изменения мощности трансформатора

Задача №11

Три фазы цеховой сети, выполненные изолированными проводниками, все вместе помещаются (для защиты от механических повреждений) в

стальную трубу. Почему нельзя помещать в стальную трубу каждую фазу отдельно? Можно ли помещать каждую фазу отдельно в дюралевую трубу?

Задача №12

Даны три электрические схемы (рисунок 9,10,11).

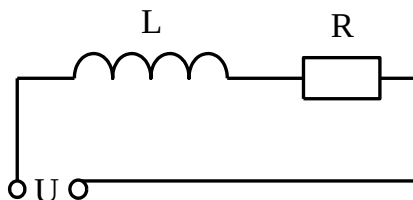


Рисунок 9 - Схема с активно-индуктивным сопротивлением

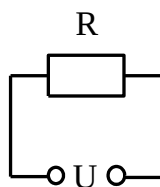


Рисунок 10 - Схема с активным сопротивлением

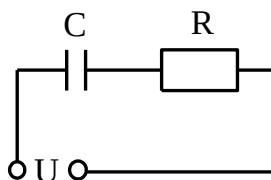


Рисунок 11 - Схема с емкостно-активным сопротивлением

Изобразить для каждой схемы вид графика изменения тока во времени при включении на источник постоянного напряжения.

Как изменится график при изменении:

- сопротивления R (рисунок 9);
- отношения $\frac{L}{R}$ (рисунок 10);
- произведения RC (рисунок 11).

Методические указания к решению задач №1-12

Методические указания к решению задачи №1

На постоянном токе сопротивления во всех вариантах одинаковы.
Омическое сопротивление равно

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление;

l – длина проводника;

S – сечение;

сопротивление R – зависит от материала проводника, его длины и сечения.

На переменном синусоидальном токе полное сопротивление:

$$Z = \sqrt{r^2 + x^2},$$

где r – активное сопротивление проводника;

x – его индуктивное сопротивление.

Индуктивное сопротивление:

$$x = \omega L = 2\pi f L,$$

где ω – угловая частота, радиан в секунду;

f – частота, периодов в секунду;

L – индуктивность, Гн.

Индуктивность – это коэффициент пропорциональности между магнитным потоком и током:

$$\psi = L \cdot i,$$

где ψ – потокосцепление (произведение магнитного потока на число витков).

На основании изложенного можно утверждать следующее: наименьшее индуктивное сопротивление x (близкое к нулю) будет в вариантах 1,5,6, т. к. расположенные рядом проводники взаимно компенсируют свои

магнитные потоки и потому результирующий магнитный поток близок к нулю.

Наибольшее значение x будет в варианте 3 или 4; конкретный результат зависит от геометрических соотношений. Вариант 2 будет занимать промежуточное положение.

Выводы в отношении индуктивного сопротивления x можно распространить и на сопротивление Z , т. к. для вариантов 2, 3, 4 $x \gg r$.

Методические указания к решению задачи №2

Задача имеет множество вариантов заданий и решений. Ниже приводятся некоторые варианты (рисунок 12, 13).

Методические указания к решению задачи №3

Для решения задачи следует использовать формулы активного сопротивления алюминиевого и медного проводников:

$$R = \rho_A \frac{l}{S_A}; \quad R = \rho_M \frac{l}{S_M},$$

где ρ_A, ρ_M – удельные электрические сопротивления алюминия, меди;

S_A, S_M – сечения.

По условию задачи $\rho_A \frac{l}{S_A} = \rho_M \frac{l}{S_M}; \frac{S_A}{S_M} = \frac{\rho_A}{\rho_M}$.

Масса алюминиевого проводника $M_A = S_A l \gamma_A$, медного $M_M = S_M l \gamma_M$, где γ_A, γ_M – плотности меди, алюминия.

$$\text{Отношение } \frac{M_M}{M_A} = \frac{S_M l \gamma_M}{S_A l \gamma_A} = \frac{\rho_M \gamma_M}{\rho_A \gamma_A}.$$

Методические указания к решению задачи №4

Оптимальное расположение ГПП на генплане предприятия определяется в первом приближении условием: масса проводникового материала (например, алюминия) при принятой плотности тока должна быть минимальной.

$$\text{Масса кабеля (на одну фазу):} \quad M_K = \frac{J}{j} l_K \gamma_A,$$

где J – ток нагрузки; j – плотность тока; l_K – длина кабеля; γ_A – плотность алюминия.

Методические указания к решению задачи №5

В геометрически подобных катушках при отношении линейных размеров 1:2 отношение объемов равно $1:2^3=1:8$, а отношение поверхностей теплоотдачи в окружающую среду равно $1:2^2=1:4$

Мощность, выделяемая в катушке, определяется по формуле

$$P_K = j^2 M_K \cdot \frac{\rho}{\gamma} = j^2 \cdot V_K \cdot \rho,$$

где M_K – масса проводникового материала; V_K – объем; γ – плотность; ρ – удельное электрическое сопротивление.

Мощность, выделяемая в окружающую среду с единицы поверхности меньшей катушки равна 1 (относительная величина), а большей катушки $8:4=2$. Это означает, что при одинаковых условиях теплоотдачи перегрев большей катушки в два раза выше.

Методические указания к решению задачи №6

По величине сопротивления обмотки переменному току варианты располагаются в следующем порядке (от большего сопротивления к меньшему): с ферромагнитным экраном, без экрана, с немагнитным экраном, со сверхпроводящим немагнитным экраном.

На постоянном напряжении экраны не влияют на сопротивление обмотки.

Ферромагнитный экран притягивается к торцу соленоида, немагнитные экраны – отталкиваются.

Для объяснения указанных результатов необходимо применить принцип электромагнитной индукции и оценить сопротивление прохождению магнитного потока в окружающей соленоид среде для каждого варианта.

Соединение секций вторичной обмотки.

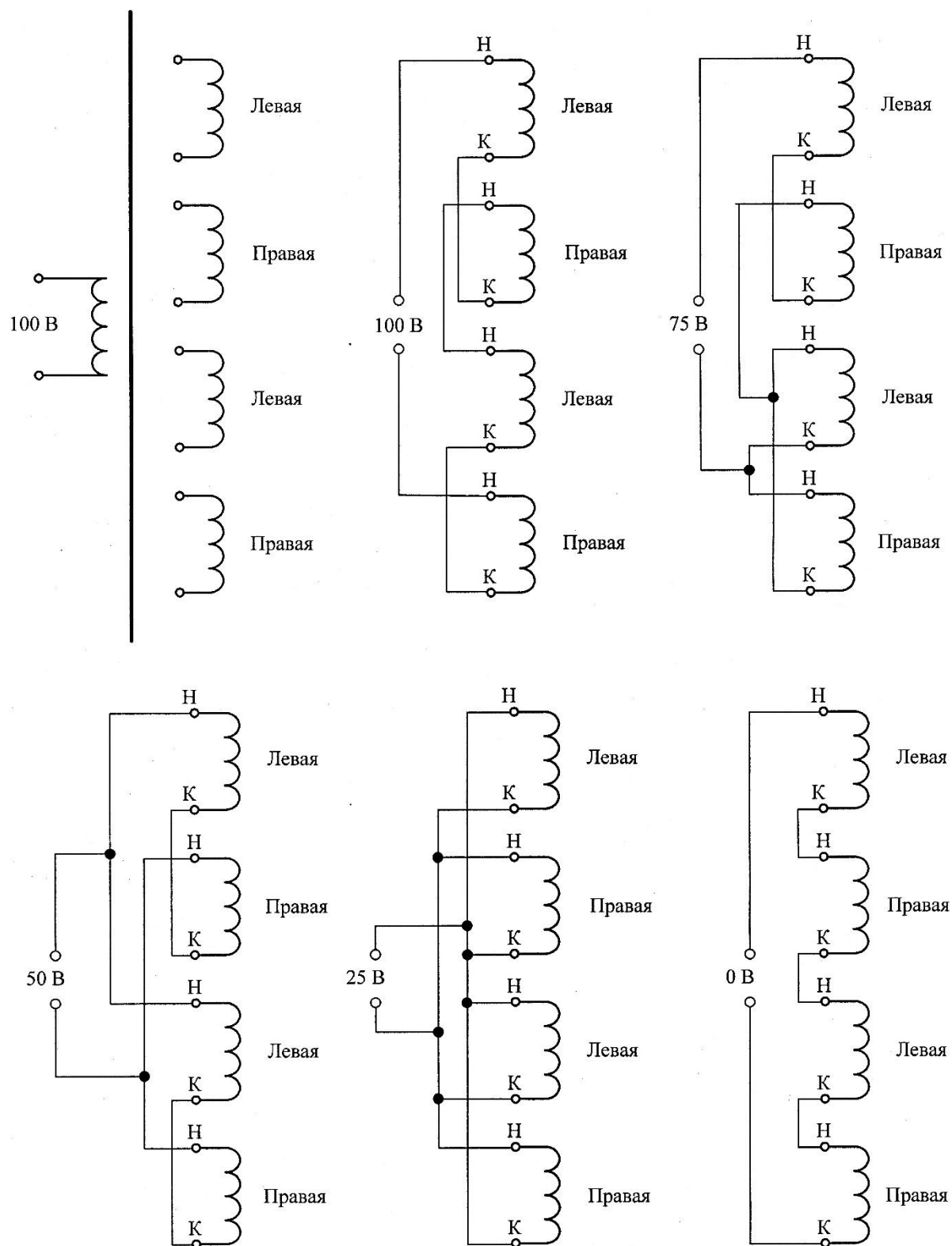


Рисунок 12 - Схемы соединения правых и левых обмоток

Соединение секций вторичной обмотки.

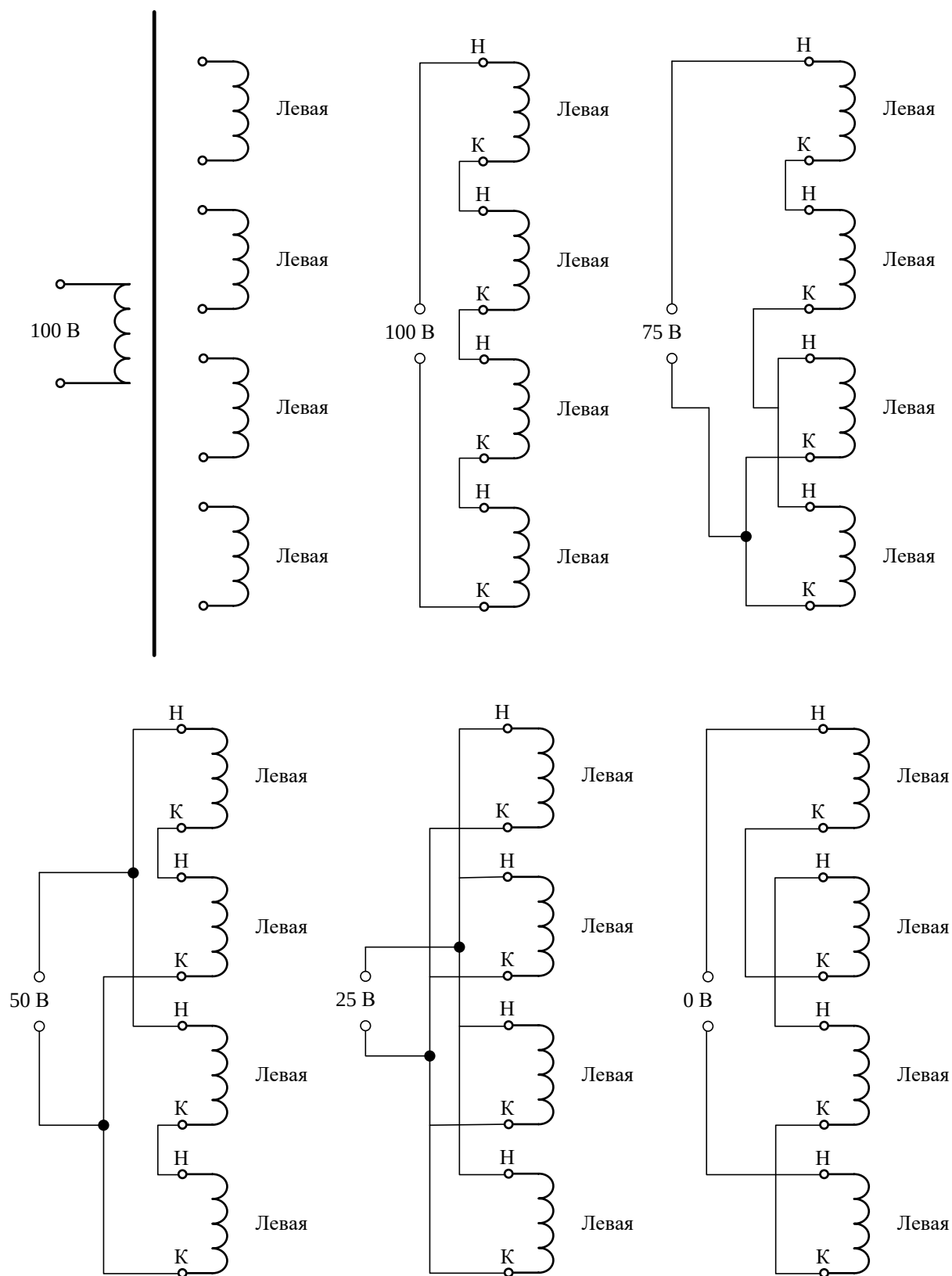


Рисунок 13 - Схемы соединений левых обмоток

Методические указания к решению задачи №7

В сечении катушки существуют точки O (рисунок 14), к которым направлены силы F , действующие на проводники обмотки.

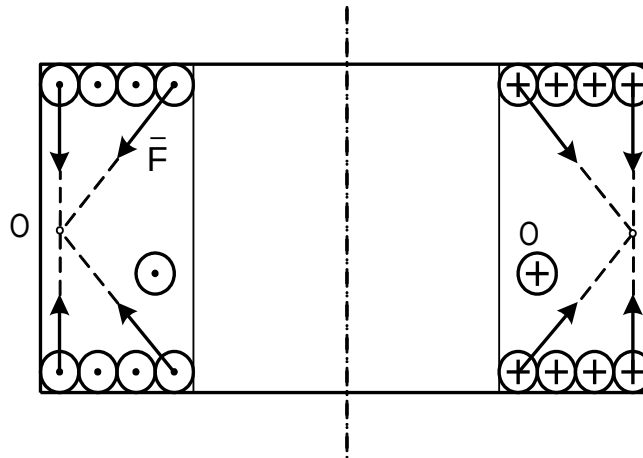


Рисунок 14 - Схема действия сил в обмотке реактора

Точки расположены ближе к наружной цилиндрической поверхности катушки, чем к внутренней. Поэтому обмотка – кольцо работает на разрыв и вместе с тем обмоточное окно стремится сжаться к указанным точкам.

Методические указания к решению задачи №8

Применяя принцип электромагнитной индукции, можно утверждать следующее: в процессах вхождения рамки в зону магнитного потока и выхода из нее потокосцепления рамки изменяются; соответственно, наводится ЭДС. На рисунке 15 показаны графики ЭДС для случая $a < b$ при постоянной скорости движения рамки.

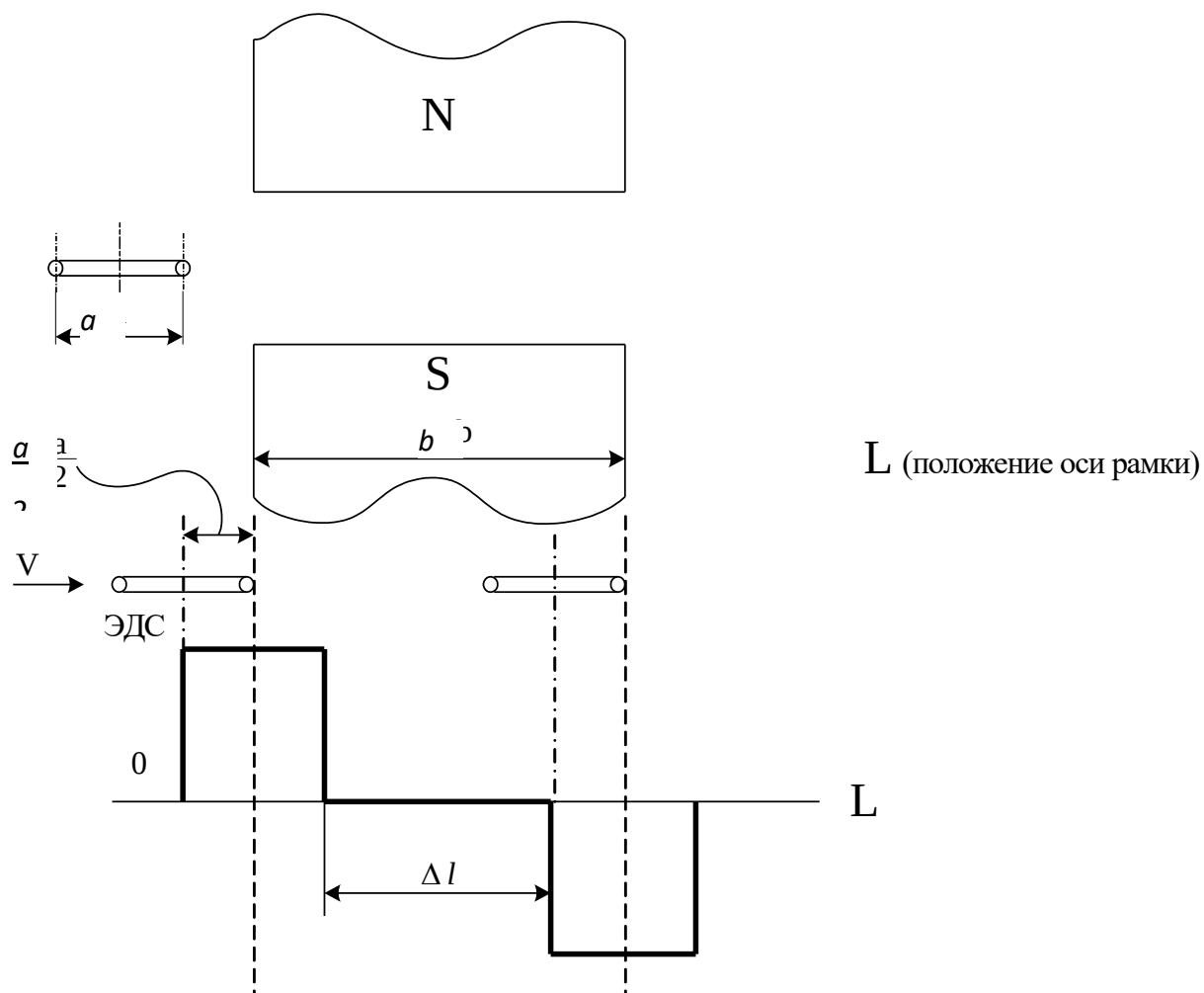


Рисунок 15 - График ЭДС при движении рамки

Если ширина рамки меньше ширины магнита, то на определенном интервале Δl движения рамки потокосцепления не меняются, и ЭДС наводиться не будет. Величина ЭДС пропорциональна скорости движения рамки. Конкретные варианты задания выполнить самостоятельно.

Методические указания к решению задачи №9

На приведенном графике (рисунок 7) получасовой максимум соответствует току 500 А – это и будет расчетный ток кабеля.

Методические указания к решению задачи №10

На приведенном графике (рисунок 8) восьмичасовой максимум соответствует току 600 А – это и будет расчетный ток трансформатора. Если характер графика таков, что за любой восьмичасовой интервал нагрузка существенно меняется, то следует в качестве расчетной брать среднюю нагрузку за наиболее загруженный интервал.

Методические указания к решению задачи №11

Если в стальной трубе помещены три фазы – три кабеля, то их магнитные поля почти полностью взаимно компенсируются притом, что алгебраическая сумма токов в любой момент времени равна нулю (симметричная нагрузка фаз), магнитный поток, замыкающийся по стальной стенке трубы, близок к нулю, нагрева вихревыми токами не будет.

Если же каждая фаза помещена в отдельную трубу, то магнитный поток будет замыкаться по трубе, нагрев – порядка сотен градусов.

В дюралевою трубу отдельную фазу помещать можно, т. к. дюраль – немагнитный материал, его относительная магнитная проницаемость μ равна единице. Для стали величина μ равна порядка тысяч единиц. Поэтому магнитный поток в стальной трубе в тысячи раз больше. Нагрев пропорционален квадрату индукции.

Методические указания к решению задачи №12

В схеме с активным сопротивлением (рисунок 10) при включении на постоянное напряжение ток устанавливается практически мгновенно (рисунок 11).

В схеме $L - R$ (рисунок 9) ток нарастает по экспоненте; время достижения установившегося тока зависит от постоянной времени $\frac{L}{R}$ (рисунок 12).

Время переходного процесса в реально применяемых схемах – до величины порядка секунд, т. е. ток нарастает медленно (электромагнитная инерция).

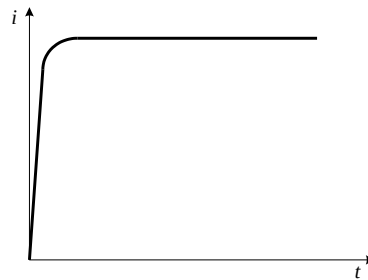


Рисунок 11 - Изменение тока в цепи с активным сопротивлением

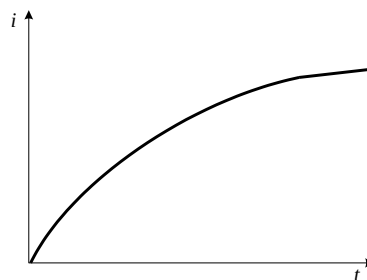


Рисунок 12 - Изменение тока в цепи с индуктивным сопротивлением

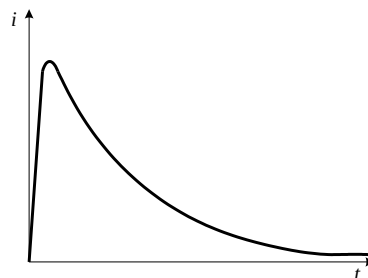


Рисунок 12 - Изменение тока в цепи с активно-емкостным сопротивлением

В схеме RC (рисунок 11) ток устанавливается практически мгновенно (за время порядка тысячных долей секунды), а затем спадает по экспоненте до нуля. Время спада зависит от постоянной времени $T_c = RC$ (рисунок 12).

Индивидуальное домашнее задание №2

Цель работы – изучить конструкцию, принцип действия и назначение высоковольтного оборудования.

В таблице 1.1. необходимо выбрать вариант соответствующий первой букве имени. В таблице 1.1 представлены различные варианты высоковольтного оборудования. Используя каталоги производителей высоковольтного оборудования, размещенные в сети интернет, а также литературой, представленной в Библиографическом списке необходимо выполнить задание и оформить его в соответствии с требованиями.

Задание

1. Найти в каталогах производителей описание и изображение оборудования согласно варианту (таблица 1.1).
2. Выполнить эскиз заданного вида оборудования.
3. На эскизе выполнить подписи основных конструктивных элементов оборудования.
4. Составить описание принципа действия оборудования ссылаясь на выполненный эскиз.
5. Описать назначение данного оборудования в схемах электрических подстанций.
6. Привести условные графические обозначения данного оборудования на электрических схемах электрических станций и подстанций.
7. Оформить отчет о проделанной работе.

Содержание отчета

Отчет о проделанной работе должен включать в себя:

1. Цель работы сформулированную относительно заданного оборудования согласно варианта.
2. Эскиз оборудования согласно варианта с указанием на нем основных конструктивных элементов.
3. Описание принципа действия и назначение оборудования.

4. Условное графическое обозначение оборудования на электрических схемах с указанием размеров.

Образец титульного листа, представлен в приложении А.

Индивидуальное домашнее задание №3

Цель работы – получение навыков изображения принципиальных электрических схем и изучения нормативной документации.

Начертить электрическую схему согласно заданному варианту (таблица 1.1). При выполнении электрической схемы использовать правилами выполнения принципиальных схем [1-16]. Все условно графические обозначения должны быть выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ. Перечень ГОСТов представлен в Библиографическом списке.

При выполнении схемы необходимо письменно ответить на вопросы согласно варианта. Результаты работы необходимо оформить в виде отчета.

Содержание отчета

Отчет о проделанной работе должен включать в себя:

1. Цель работы.
2. Электрическая принципиальная схема, выполненная согласно требованиям ГОСТ.
3. Ответы на вопросы.

Образец титульного листа, представлен в приложении А.

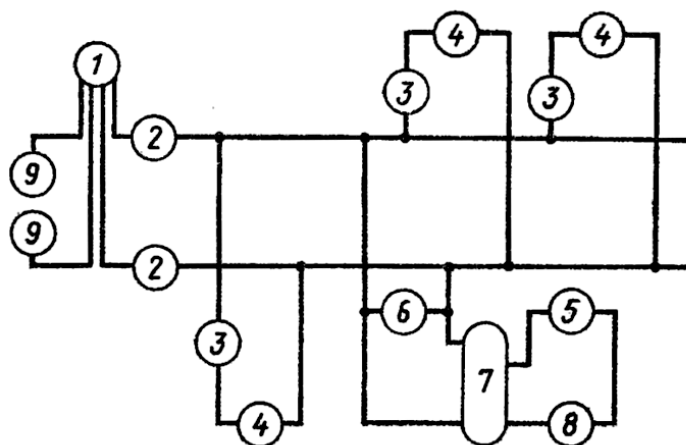
1. Что представляют собой электрические схемы?

2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсные выключатели?

3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы, входящие в цепь

- 1—счетчик,
2—предохранитель плавкий,
3—выключатель однополюсный,
4—лампа накаливания,
5—выключатель-кнопка,
6—розетка,
7—трансформатор,
8—звонок,
9—зажим.



1. Ответьте на вопросы.

2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

1 Вариант

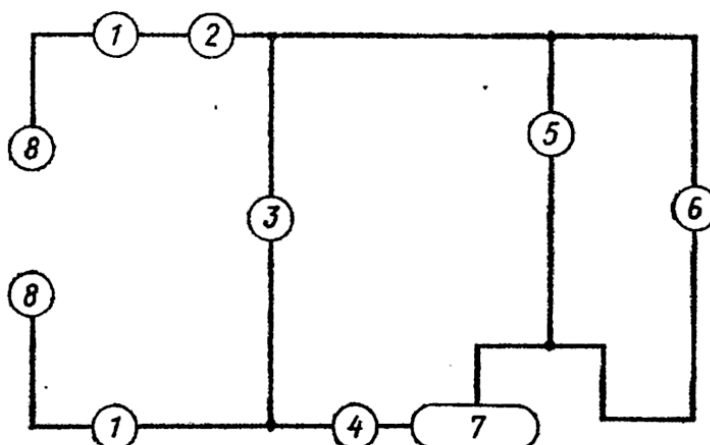
1. Что представляют собой электрические схемы?

2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсный выключатель?

3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы, входящие в цепь

- 1—предохранитель плавкий,
2—амперметр,
3—розетка,
4—выключатель однополюсный,
5—вольтметр,
6—лампа накаливания,
7—переменный резистор,
8—зажим.



1. Ответьте на вопросы.

2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

2 Вариант

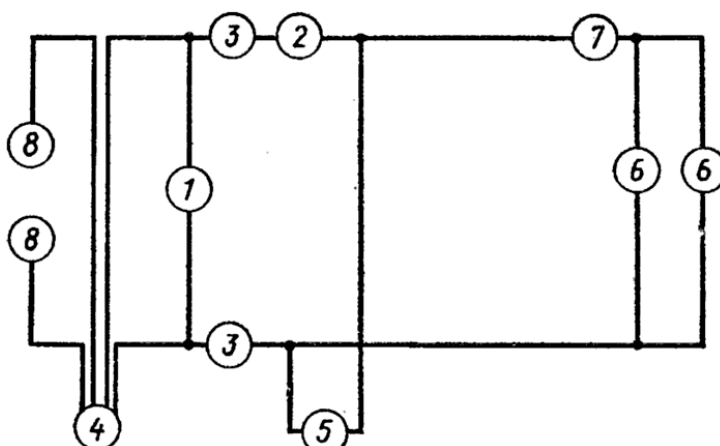
1. Что представляют собой электрические схемы?

2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсные выключатели?

3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы, входящие в цепь

- 1—вольтметр,
- 2—амперметр,
- 3—предохранитель,
- 4—счетчик,
- 5—розетка,
- 6—лампа накаливания,
- 7—выключатель однополюсный,
- 8—зажим.



1. Ответьте на вопросы.

2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Нахождение электроприборов указано на ней цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

3 Вариант

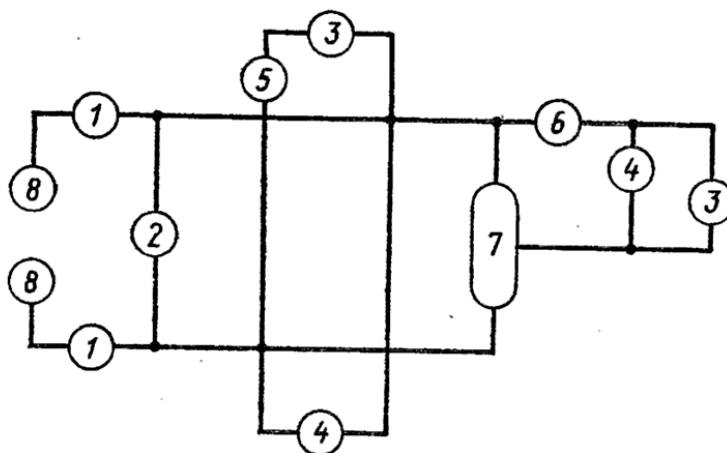
1. Что представляют собой электрические схемы?

2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсный выключатель?

3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы, входящие в цепь

- 1—предохранитель,
- 2—вольтметр,
- 3—лампа накаливания,
- 4—розетка,
- 5—выключатель однополюсный,
- 6—амперметр,
- 7—переменный резистор,
- 8—зажим.



1. Ответьте на вопросы.

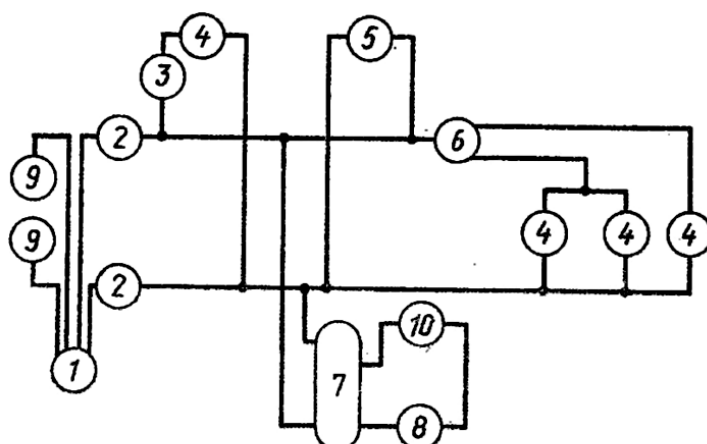
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов указано на ней цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

4 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь лампы накаливания, розетка, однополюсный выключатель?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—счетчик,
2—предохранитель,
3—выключатель однополюсный,
4—лампа накаливания,
5—розетка,
6—переключатель,
7—трансформатор,
8—звонок,
9—зажим,
10—выключатель-кнопка.



1. Ответьте на вопросы.

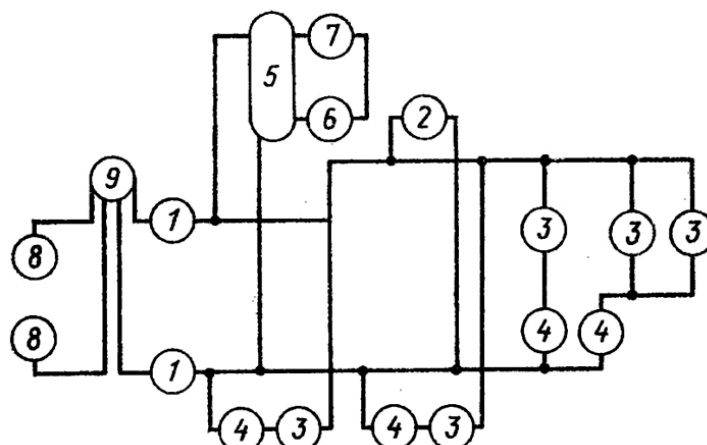
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

5 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь лампы накаливания, розетка, однополюсные выключатели?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—предохранитель,
2—розетка,
3—лампа накаливания,
4—выключатель однополюсный,
5—трансформатор,
6—звонок,
7—выключатель-кнопка,
8—зажим,
9—счетчик.



1. Ответьте на вопросы.

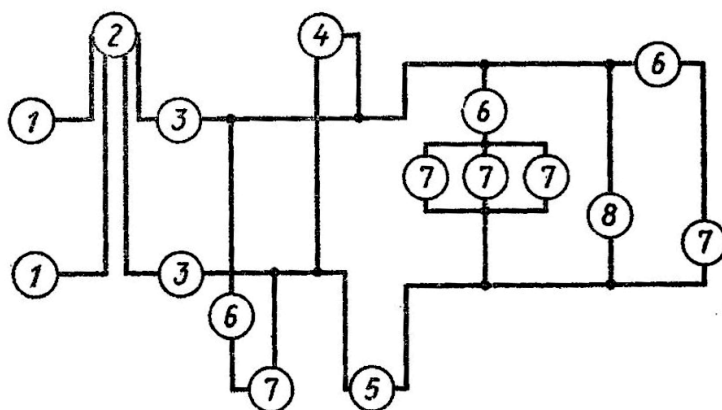
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

6 Вариант

1. Что представляют собой электрические схемы?
2. Как включены в электроцепь розетка, лампы накаливания, однополюсные выключатели?
3. Какова роль условных обозначений на схемах?

Электроприборы,
входящие в цепь

- 1—зажим,
2—счетчик,
3—предохранитель плавкий,
4—вольтметр,
5—амперметр,
6—выключатель однополюсный,
7—лампа накаливания,
8—розетка.



1. Ответьте на вопросы.
2. На чертеже дана принципиальная схема электрической цепи. Местонахождение электроприборов на ней указано цифрами в кружках. Начертите схему, заменив цифры условными обозначениями электроприборов.

7 Вариант