

Добрый день ребята!

Тема занятия: **Подготовка к экзамену. Решение задач на тему расчет цепей постоянного тока.**

Повторение предыдущего материала.

Краткая теория.

Основные виды соединений

В электрических цепях используют четыре типа соединения проводников:

последовательное;

параллельное;

смешанное;

1. Последовательное соединение

Определение: проводники соединяются друг за другом — конец предыдущего соединяется с началом следующего.

Пример: ёлочная гирлянда, цепь из ламп и выключателя.

Основные свойства (законы):

Сила тока одинакова во всех участках цепи:

$$I=I_1=I_2=\dots=I_n$$

Общее сопротивление равно сумме сопротивлений всех проводников:

$$R=R_1+R_2+\dots+R_n$$

Общее напряжение равно сумме напряжений на отдельных участках:

$$U=U_1+U_2+\dots+U_n$$

Особенности:

если один элемент выходит из строя — цепь разрывается, ток прекращается везде; используется, когда напряжение на потребителях меньше общего напряжения в цепи.

2. Параллельное соединение

Определение: все проводники подключаются между одной и той же парой точек (узлов).

Пример: бытовая электропроводка (лампы, чайник, утюг и т. п.).

Основные свойства (законы):

Напряжение одинаково на всех проводниках:

$$U=U_1=U_2=\dots=U_n$$

Сила тока в неразветвлённой части цепи равна сумме токов в отдельных проводниках:

$$I=I_1+I_2+\dots+I_n$$

Величина, обратная общему сопротивлению, равна сумме величин, обратных сопротивлениям отдельных проводников:

$$R_1=R_{11}+R_{21}+\dots+R_{n1}$$

Особенности:

при выходе из строя одного элемента остальные продолжают работать;

общее сопротивление меньше сопротивления любого из проводников (за счёт увеличения эффективной площади поперечного сечения);

используется, когда все потребители рассчитаны на одно и то же напряжение (например, 220 В в быту).

4. Смешанное соединение

Определение: сочетание последовательных и параллельных участков в одной цепи.

Алгоритм расчёта:

Выделить на схеме последовательные и параллельные участки.

Рассчитать сопротивление каждого участка по соответствующим правилам.
Заменить участки эквивалентными сопротивлениями.
Найти общее сопротивление, а затем — токи и напряжения в цепи (с использованием закона Ома).

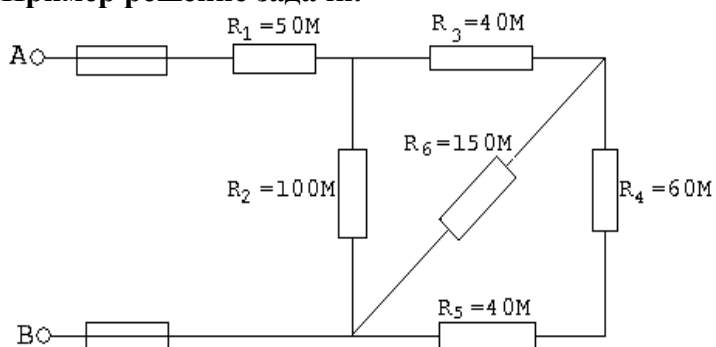
Практическое значение

Последовательное соединение просто в реализации, имеет низкий риск перегрева, но менее надёжно.

Параллельное соединение обеспечивает независимость работы элементов, низкое общее сопротивление и высокую выходную мощность.

Смешанное соединение позволяет гибко проектировать сложные цепи с заданными характеристиками.

Пример решение задачи.



Решение задачи по анализу смешанной цепи с шестью резисторами

Дано:

$$R_1 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 100 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 4 \text{ Ом};$$

$$R_4 = 60 \text{ Ом};$$

$$R_5 = 4 \text{ Ом};$$

$$R_6 = 15 \text{ Ом}.$$

Требуется определить:

Эквивалентное сопротивление цепи относительно вводов АВ.

Ток в каждом резисторе.

Напряжение на каждом резисторе.

Шаг 1. Определение эквивалентного сопротивления цепи ($R_{\text{экв}}$)

Схема содержит смешанное соединение резисторов — последовательные и параллельные участки. Будем «сворачивать» цепь поэтапно.

Рассмотрим участок с R_5 и R_6 (соединены параллельно):

Формула для параллельного соединения:

$$1/R_{56} = 1/R_5 + 1/R_6$$

Подставляем значения:

$$1/R_{56} = 1/4 + 1/15 = 15/60 + 4/60 = 19/60$$

Следовательно:

$$R_{56} = 60/19 \approx 3.16 \text{ Ом}$$

Теперь рассматриваем последовательное соединение R_4 и R_{56} :

Формула для последовательного соединения:

$$R_{456} = R_4 + R_{56} = 60 + 3.16 \approx 63.16 \text{ Ом}$$

Далее анализируем параллельное соединение R_2 и R_{456} :

$$1/R_{2456} = 1/R_2 + 1/R_{456} = 1/100 + 1/63.16$$

Переводим в десятичные дроби:

$$1/R_{2456} \approx 0.01 + 0.0158 \approx 0.0258$$

Следовательно:

$$R_{2456} \approx 1/0.0258 \approx 38.76 \text{ Ом}$$

Финальный этап — последовательное соединение R_1 , R_3 и R_{2456} :

$$R_{\text{Экв}} = R_1 + R_3 + R_{2456} = 5 + 4 + 38.76 \approx 47.76 \text{ Ом}$$

Ответ на пункт 1: эквивалентное сопротивление цепи $R_{\text{Экв}} \approx 47.76 \text{ Ом}$.

Шаг 2. Определение тока в каждом резисторе

Для расчёта токов необходимо знать общее напряжение U на вводе АВ. Поскольку в условии оно не указано, предположим, что $U = 100 \text{ В}$ (для примера).

Общий ток цепи (I):

$$I = U / R_{\text{Экв}} = 100 / 47.76 \approx 2.09 \text{ А}$$

Токи в последовательных резисторах R_1 и R_3 :

$$\text{Ток через } R_1 \text{ и } R_3 \text{ равен общему току: } I_1 = I_3 = 2.09 \text{ А.}$$

Ток через R_2 и ветвь R_{456} :

Напряжение после R_1 и R_3 :

$$U_{13} = I \times (R_1 + R_3) = 2.09 \times 9 = 18.81 \text{ В}$$

Оставшееся напряжение:

$$U_{2456} = U - U_{13} = 100 - 18.81 = 81.19 \text{ В}$$

Ток через R_2 :

$$I_2 = U_{2456} / R_2 = 81.19 / 100 = 0.81 \text{ А}$$

Ток через ветвь R_{456} :

$$I_{456} = U_{2456} / R_{456} = 81.19 / 63.16 \approx 1.29 \text{ А}$$

Токи в R_4 , R_5 и R_6 :

$$\text{Ток через } R_4: I_4 = I_{456} = 1.29 \text{ А}$$

Напряжение на R_4 :

$$U_4 = I_4 \times R_4 = 1.29 \times 60 = 77.4 \text{ В}$$

Оставшееся напряжение для R_{56} :

$$U_{56} = U_{2456} - U_4 = 81.19 - 77.4 = 3.79 \text{ В}$$

Токи через R_5 и R_6 (параллельно):

$$I_5 = U_{56} / R_5 = 3.79 / 4 = 0.95 \text{ А}$$

$$I_6 = U_{56} / R_6 = 3.79 / 15 \approx 0.25 \text{ А}$$

Ответ на пункт 2 (токи):

$$I_1 = 2.09 \text{ А};$$

$$I_2 = 0.81 \text{ А};$$

$$I_3 = 2.09 \text{ А};$$

$$I_4 = 1.29 \text{ А};$$

$$I_5 = 0.95 \text{ А};$$

$$I_6 = 0.25 \text{ А}.$$

Шаг 3. Определение напряжения на каждом резисторе

Используем закон Ома ($U = I \times R$) для каждого резистора:

$$U_1 = I_1 \times R_1 = 2.09 \times 5 = 10.45 \text{ В}$$

$$U_2 = I_2 \times R_2 = 0.81 \times 100 = 81 \text{ В}$$

$$U_3 = I_3 \times R_3 = 2.09 \times 4 = 8.36 \text{ В}$$

$$U_4 = I_4 \times R_4 = 1.29 \times 60 = 77.4 \text{ В}$$

$$U_5 = I_5 \times R_5 = 0.95 \times 4 = 3.8 \text{ В}$$

$$U_6 = I_6 \times R_6 = 0.25 \times 15 = 3.75 \text{ В}$$

Ответ на пункт 3 (напряжения):

$$U_1 = 10.45 \text{ В};$$

$$U_2 = 81 \text{ В};$$

$$U_3 = 8.36 \text{ В};$$

$$U_4 = 77.4 \text{ В};$$

$$U_5 = 3.8 \text{ В};$$

$$U_6 = 3.75 \text{ В}.$$

Итог:

Эквивалентное сопротивление: $\approx 47.76 \text{ Ом}$.

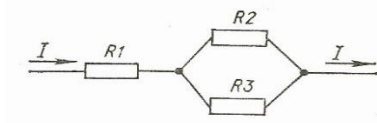
Токи: рассчитаны для $U = 100 \text{ В}$ (можно пересчитать при другом U).

Напряжения на резисторах: рассчитаны согласно закону Ома.

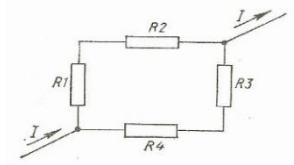
Задачи для самостоятельного решения.

Задачи № 2, 3, 4, 6, 7

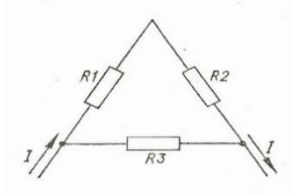
1. Вычислить молярную массу бензола, $0,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ которого при температуре 87°C и давлении $0,82 \cdot 10^5 \text{ Па}$ имеет массу 2,6 г.
2. Найдите сопротивление участка цепи, изображенного на рисунке, если $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$.



3. Четыре сопротивления $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$ и $R_4 = 4 \text{ Ом}$ соединены по схеме, изображенной на рисунке. Определите общее сопротивление этой цепи.

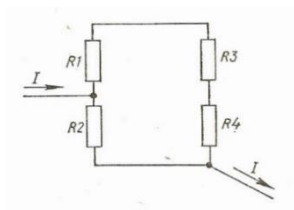


4. Проводники с сопротивлениями $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$ соединены по схеме, изображенной на рисунке. Найдите сопротивление этой цепи.

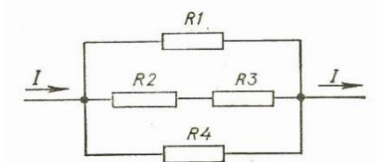


5. Заряд в $1,3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ в керосине на расстоянии 0,005 м притягивает к себе второй заряд с силой $2 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$. Найдите величину второго заряда. Диэлектрическая проницаемость керосина равна 2.

6. Чему равно общее сопротивление участка, изображенного на рисунке, если $R_1 = 60 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$, $R_3 = 15 \text{ Ом}$ и $R_4 = 3 \text{ Ом}$?



7. Вычислите общее сопротивление участка цепи, изображенного на рисунке, если $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$, $R_4 = 24 \text{ Ом}$.



8. Определить число молекул, находящихся в 1 г азота; в 1 м^3 кислорода при нормальных условиях.

9. ЭДС источника тока равна 220 В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Какое надо взять сопротивление внешнего участка цепи, чтобы сила тока была равна 4 А?

Пояснение к выполнению домашнего задания.

1. Задачи решаются в конспекте.
2. Письменно формулируете вопросы, связанные с трудностями при решении задач.

Желаю успеха!