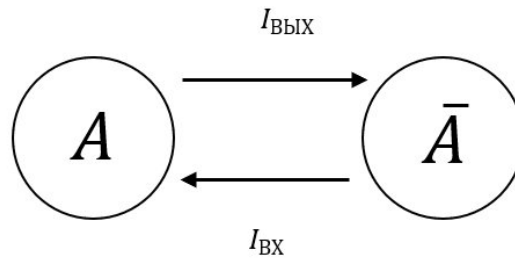


Обобщенный первый закон Кирхгофа

Согласно закону сохранения зарядов – электрический заряд замкнутой системы остаётся постоянным.

Следствием этого закона в теории электрических цепей является первый закон Кирхгофа, электрическая цепь рассматривается как замкнутая система, в которой количество зарядов неизменно. Тогда, если мы рассмотрим некоторую область пространства, то количество электронов выходящих из этой области, компенсируется количеством электронов в эту область входящих.



Формульная запись первого закона Кирхгофа выглядит следующим образом:

$$\sum I_{\text{ВЫХ}} = \sum I_{\text{ВХ}}$$

Второй закон Кирхгофа

Как известно из теории, каждая точка пространства в некоторый момент времени обладает некоторым электрическим потенциалом, более того:

$$\oint_C \varphi(z) dz = 0$$

Для любого замкнутого контура C

Именно это свойство лежит в основе второго закона Кирхгофа. Всякая электрическая цепь, представляет из себя систему состоящую из замкнутых контуров, падение напряжения происходит на резисторах и на источниках ЭДС в режиме потребителя, а увеличение напряжения происходит на источниках напряжения в источниках ЭДС в режиме источника.

Формульная запись второго закона Кирхгофа выглядит следующим образом:

$$\sum I_i \cdot R_i + \sum \varepsilon_{\text{пот}} - \sum \varepsilon_{\text{ист}} = 0$$

Закон Ома для участка цепи

Данный закон говорит о прямой пропорциональной зависимости между разностью потенциалов на разных концах ветви электрической цепи и током, текущему по этой ветви с сопротивлением в роли коэффициента пропорциональности. Формульная запись выглядит следующим образом:

$$U = \varepsilon_{\text{нач}} - \varepsilon_{\text{кон}} = I \cdot R$$

Закон впервые был установлен эмпирически и только потом получил теоретическое обоснование. Суть в том, что сопротивление является независимой от напряжения и тока величиной, которая зависит лишь от свойств проводника:

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

Где ρ – удельное сопротивление, а l и S – длина и площадь сечения проводника.

Типовые задачи теории электрических цепей постоянного тока:

- *Нахождение общего сопротивления системы резисторов
- *Нахождение токов в заданной электрической цепи

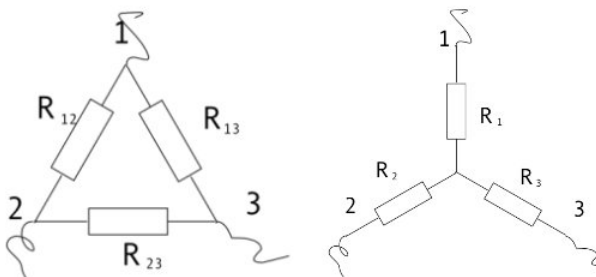
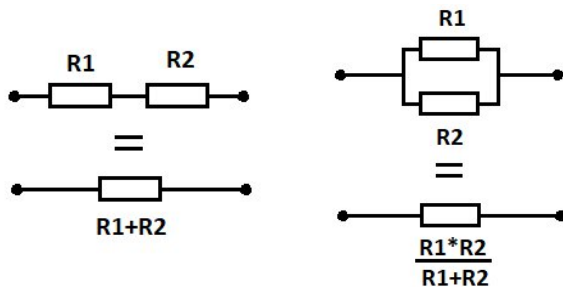
Нахождение общего сопротивления системы резисторов

Понятие общего сопротивления строится на идее о том, что если к некоторой системе резисторов с двумя выходами присоединить источник ЭДС и амперметр, то сложную систему резисторов можно заменить единственным резистором, сопротивление которого можно подсчитать как ЭДС источника, разделённое на показания амперметра.

Существует два основных способа соединения резисторов:

- Последовательное соединение
- Параллельное соединение

Последовательное соединение резисторов, это когда выход одного из резисторов присоединён ко входу другого резистора, общее сопротивление данной системы является суммой сопротивлений обоих резисторов (рис 1)



$$R_1 + R_2 = \frac{R_{12} \cdot (R_{23} + R_{13})}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}$$
$$R_1 + R_3 = \frac{R_{13} \cdot (R_{12} + R_{23})}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}$$
$$R_2 + R_3 = \frac{R_{23} \cdot (R_{12} + R_{13})}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}$$

$$R_1 = \frac{R_{12} \cdot R_{13}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}$$
$$R_2 = \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}$$
$$R_3 = \frac{R_{23} \cdot R_{13}}{R_{12} + R_{23} + R_{13}}$$

По сути, общее сопротивление большей части систем резисторов можно найти, лишь руководствуясь двумя этими правилами, однако, иногда не удаётся выделить пару последовательно или параллельно подключенных резисторов. В таком случае, обычно используют **преобразование треугольник-звезда или звезда-треугольник**, на картинке показан принцип преобразования и соответствующие формулы для прямого и обратного случая:

Этих методов уже хватает, чтобы найти общее сопротивление для всякой системы резисторов, что уже можно доказать строго математически, при помощи теории графов.

Нахождение токов в заданной электрической цепи

На практике, часто возникает необходимость понять, какой ток будет протекать по той или иной ветви электрической цепи, поэтому задача о нахождении токов по заданной цепи имеет важное прикладное значение, существует множество методов расчёта токов в электрической цепи, таких как:

- * Классический метод через 1 и 2 закон Кирхгофа
- * Метод контурных токов
- * Метод свёртки
- * Метод наложения
- * Метод эквивалентного генератора
- * Метод узловых потенциалов

Мы не будем подробно останавливаться на каждом из них, каждый имеет свои преимущества и недостатки, скажем только, что наиболее оптимальным с точки зрения соотношения сложность / универсальность является метод контурных токов, на нём и остановимся подробнее.

Метод контурных токов

Метод контурных токов основывается на выделении системы из:

$$B - Y + K$$

Независимых контуров, где:

B – количество ветвей в цепи

Y – количество узловых точек в цепи

K – число компонент связности в цепи

Далее, мы должны представить, что вместо обычных токов по каждому из контуров течёт свой ток, называемый контурным, и каждый ток ветви выражается через эти контурные токи

Применяем к каждому контуру второй закон Кирхгофа, не забывая учитывать выбранное направление обхода контура, в результате, получается система линейных уравнений (СЛУ) с неизвестными контурными токами, порядок системы совпадает с числом неизвестных контурных токов, и данная система имеет единственное решение. В результате решения СЛУ мы получим контурные токи, и далее, выражаем токи в ветвях через контурные токи, и находим их.

Этот метод позволяет решить любую достаточно хорошую электрическую цепь, под достаточно хорошей имеется в виду цепь, не содержащая висящих ветвей и мостов, но применяя к ним обобщённый первый закон Кирхгофа, можно понять, что по висящим ветвям и мостам электрический ток не протекает, что позволяет исключить их из схемы без всяких последствий.

Это основная суть метода контурных токов, который был придуман, как метод, позволяющий уменьшить порядок решаемой СЛУ. И за счёт этого существенно сократить решение.