Опорный конспект Преподаватель Поддубный М.Г.

**Теория: Законы Кирхгофа**

В сложных электрических цепях, то есть где имеется несколько разнообразных ответвлений и несколько источников ЭДС имеет место и сложное распределение токов. Однако при известных величинах всех ЭДС и сопротивлений резистивных элементов в цепи мы можем вычистить значения этих токов и их направление в любом контуре цепи с помощью **первого и второго закона Кирхгофа**. Суть законов Кирхгофа я довольно кратко изложил в своем [учебнике по электронике](http://www.sxemotehnika.ru/uchebnik-po-elektronike.html), на страницах сайта http://www.sxemotehnika.ru.

Пример сложной электрической цепи вы можете посмотреть на рисунке 1.

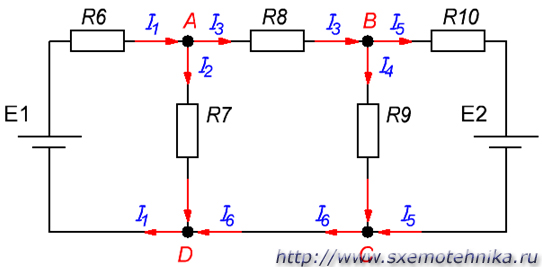


Рисунок 1. Сложная электрическая цепь.

Иногда законы Кирхгофа называют **правилами Кирхгофа**, особенно в старой литературе.

Первый закон Кирхгофа

***Формулировка №1:*** Сумма всех токов, втекающих в узел, равна сумме всех токов, вытекающих из узла.

***Формулировка №2:***Алгебраическая сумма всех токов в узле равна нулю.

Поясню первый закон Кирхгофа на примере рисунка 2.

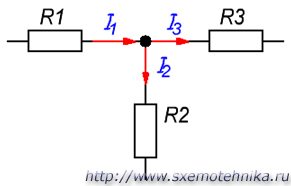


Рисунок 2. Узел электрической цепи.

Здесь ток **I1**- ток, втекающий в узел , а токи **I2** и **I3** — токи, вытекающие из узла. Тогда применяя формулировку №1, можно записать:

**I1 = I2 + I3  (1)**

Что бы подтвердить справедливость формулировки №2, перенесем токи **I2** и **I**3 в левую часть выражения **(1)**, тем самым получим:

**I1 - I2 - I3 = 0   (2)**

Знаки «минус» в выражении **(2)** и означают, что токи вытекают из узла.

Знаки для втекающих и вытекающих токов можно брать произвольно, однако в основном всегда втекающие токи берут со знаком «+», а вытекающие со знаком «-» (например как получилось в выражении **(2)**).

Можно посмотреть отдельный [видеоурок по первому закону Кирхофа](http://www.sxemotehnika.ru/videouroki/videourok-pervyi-zakon-kirkhgofa.html" \t "_blank) в разделе ВИДЕОУРОКИ.

Второй закон Кирхгофа.

***Формулировка:*** Алгебраическая сумма ЭДС, действующих в замкнутом контуре, равна алгебраической сумме падений напряжения на всех резистивных элементах в этом контуре.

Здесь термин «алгебраическая сумма» означает, что как величина ЭДС так и величина падения напряжения на элементах может быть как со знаком «+» так и со знаком «-». При этом определить знак можно по следующему алгоритму:

1. Выбираем направление обхода контура (два варианта либо по часовой, либо против).

2. Произвольно выбираем направление токов через элементы цепи.

3. Расставляем знаки для ЭДС и напряжений, падающих на элементах по правилам:

- ЭДС, создающие ток в контуре, направление которого совпадает с направление обхода контура записываются со знаком «+», в противном случае ЭДС записываются со знаком «-».

- напряжения, падающие на элементах цепи записываются со знаком «+», если ток, протекающий через эти элементы совпадает по направлению с обходом контура, в противном случае напряжения записываются со знаком «-».

Например, рассмотрим цепь, представленную на рисунке 3, и запишем выражение согласно второму закону Кирхгофа, обходя контур по часовой стрелке, и выбрав направление токов через резисторы, как показано на рисунке.

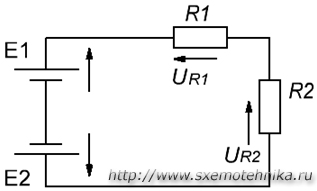


Рисунок 3. Электрическая цепь, для пояснения второго закона Кирхгофа.

**E1- Е2 = -UR1 - UR2 или E1 = Е2 - UR1 - UR2   (3)**

Предлагаю посмотреть отдельный [видеоурок по второму закону Кирхогфа](http://www.sxemotehnika.ru/videouroki/videourok-vtoroi-zakon-kirkhgofa.html" \t "_blank) (теория).

Расчеты электрических цепей с помощью законов Кирхгофа.

Теперь давайте рассмотрим вариант сложной цепи, и я вам расскажу, как на практике применять законы Кирхгофа.

Итак, на рисунке 4 имеется сложная цепь с двумя источниками ЭДС величиной **E1=12 в** и **E2=5 в** , с внутренним сопротивлением источников**r1=r2=0,1 Ом**, работающих на общую нагрузку **R = 2 Ома**. Как же будут распределены токи в этой цепи, и какие они имеют значения, нам предстоит выяснить.

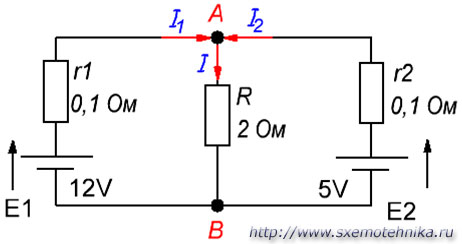


Рисунок 4. Пример расчета сложной электрической цепи.

Теперь согласно первому закону Кирхгофа для узла А составляем такое выражение:

**I = I1 + I2,**

так как **I1** и **I**2 втекают в узел **А**, а ток **I** вытекает из него.

Используя второй закон Кирхгофа, запишем еще два выражения для внешнего контура и внутреннего левого контура, выбрав направление обхода по часовой стрелке.

Для внешнего контура:

**E1-E2 = Ur1 – Ur2 или E1-E2 = I1\*r1 – I2\*r2**

Для внутреннего левого контура:

**E1 = Ur1 + UR или E1 = I1\*r1 + I\*R**

Итак, у нас получилась система их трех уравнений с тремя неизвестными:

**I = I1 + I2;**

**E1-E2 = I1\*r1 – I2\*r2;**

**E1 = I1\*r1 + I\*R.**

Теперь подставим в эту систему известные нам величины напряжений и сопротивлений:

**I = I1 + I2;**

**7 = 0,1I1 – 0,1I2;**

**12 = 0,1I1 +2I.**

Далее из первого и второго уравнения выразим ток I2

**I2=I - I1;**

**I2 = I1 – 70;**

**12 = 0,1I1 + 2I.**

Следующим шагом приравняем первое и второе уравнение и получим систему из двух уравнений:

**I - I1= I1 – 70;**

**12 = 0,1I1 + 2I.**

Выражаем из первого уравнения значение I

**I = 2I1– 70;**

И подставляем его значение во второе уравнение

**12 = 0,1I1 + 2(2I1 – 70).**

Решаем полученное уравнение

**12 = 0,1I1 + 4I1 – 140.**

**12 + 140= 4,1I1**

**I1=152/4,1**

**I1=37,073 (А)**

Теперь в выражение**I = 2I1– 70** подставим значение

**I1=37,073 (А)** и получим:

**I = 2\*37,073 – 70 = 4,146 А**

Ну, а согласно первому закона Кирхгофа ток **I2=I - I1**

**I2=4,146 - 37,073 = -32,927**

Знак **«минус»** для тока **I2** означает, то что мы не правильно выбрали направление тока, то есть в нашем случае ток **I**2 вытекает из узла **А**.

Теперь полученные данные можно проверить на практике или смоделировать данную схему например в программе Multisim.