

## 1. Область применения законов Кирхгофа?

*Законы Кирхгофа* — соотношения, которые выполняются между токами и напряжениями на участках любой электрической цепи. Они позволяют рассчитывать любые электрические цепи постоянного и квазистационарного тока. Имеют особое значение в электротехнике из-за своей универсальности, так как пригодны для решения многих задач теории электрических цепей. Применение законов Кирхгофа к линейной цепи позволяет получить систему линейных уравнений относительно токов, и соответственно, найти значение токов на всех ветвях цепи. Сформулированы Густавом Кирхгофом в 1845 году.

### **Формулировка законов**

#### *1. Первый закон Кирхгофа*

**Алгебраическая сумма мгновенных значений токов ветвей, сходящихся в одном узле, равна нулю:**  $\sum_k i_k = 0$ .

Токи, входящие в узел, берутся с одним знаком, а выходящие — с противоположным.

#### *2. Второй закон Кирхгофа*

**Алгебраическая сумма мгновенных значений напряжений на всех элементах контура равна нулю:**  $\sum_k u_k = 0$ .

Выбирают направление обхода контура и тогда напряжения, совпадающие с направлением обхода контура, берут со знаком плюс, а направленные навстречу — со знаком минус. Так как напряжение на источнике ЭДС в точности равно самой ЭДС, а направлено в обратную сторону, удобно применять другую формулировку второго закона Кирхгофа: **Алгебраическая сумма мгновенных значений напряжений на всех элементах контура, кроме источников ЭДС, равна алгебраической сумме мгновенных значений ЭДС этого же контура.**

$$\sum_k u_k = \sum_k e_k.$$

Для напряжений правило знаков тоже, что и в первой формулировке, а ЭДС берут со знаком плюс, если направлено так же, как и обход контура.

### **Метод уравнений Кирхгофа**

Метод уравнений Кирхгофа позволяет рассчитать режим любой цепи, при любой форме сигнала, в любой момент времени.

Пусть требуется найти токи ветвей схемы, у которой число ветвей равно  $n_v$  и есть  $n_j$  источников тока, следовательно,  $(n_v - n_j)$  неизвестных токов. Значит столько необходимо составить уравнений по законам Кирхгофа, причем уравнения должны быть линейно независимыми.

По первому закону Кирхгофа получают  $(n_y - 1)$  линейно независимых уравнений, где  $n_y$  - число узлов. По второму закону Кирхгофа остается написать  $(n_e - n_j) - (n_y - 1)$  линейно независимых уравнений. Уравнения по второму закону Кирхгофа получаются линейно независимыми, если каждый контур отличается от всех других хотя бы одной ветвью, а все ветви, кроме ветвей с источниками тока, входят в выбранные контуры. В простых схемах количество контуров определяют так: “закрывают” ветви с источниками тока и определяют сколько получается ячеек, столько уравнений по второму закону Кирхгофа пишут.

#### *Примерный порядок расчета*

1. Выбирают положительное направление токов ветвей и нумеруют все узлы схемы.

2. Для  $(n_y - 1)$  узлов записывают уравнения по первому закону Кирхгофа.

3. Для  $(n_e - n_j) - (n_y - 1)$  контуров, не содержащих ветвей с источниками тока, записывают уравнения по второму закону Кирхгофа.

Или строят граф, выбирают дерево, определяют главные контуры. Для главных контуров, не содержащих источники тока, записывают уравнения по второму закону Кирхгофа.

4. Решают полученную систему уравнений относительно неизвестных токов ветвей.

5. Проверку правильности расчета режима цепи проводят по балансу мощностей.

#### Примечание:

1. Если в схеме есть управляемые (зависимые) источники, то систему уравнений по законам Кирхгофа дополняют столькими уравнениями связи, сколько управляемых источников в схеме. Каждое уравнение связи должно выражать величину управляемого источника через токи ветвей.

2. Если надо найти напряжение на всех элементах, то это делают в последнюю очередь. Напряжение на  $R$  определяют по закону Ома.

Напряжение на источниках ЭДС известно:  $U_e = E$ . Для определения напряжения на источниках тока выбирают направление напряжения  $U_j$  и записывают уравнение по второму закону Кирхгофа для контура с источником тока:  $U_j - JR_4 = -E_2$ , тогда  $U_j = JR_4 - E_2$ .