Тема 3. Основные законы электрических цепей

**3.1 Закон Ома**

Впервые установил зависимость тока в проводнике от площади поперечного сечения проводника профессор физики Петербургской медико-хирургической академии, академик В. В. Петров. Он первым ввел термин «сопротивление». Это произошло в 1802 г.

Немецкий физик Георг Сименс Ом более глубоко исследовал эти явления в 1820–1825 г. г. и сформулировал свой закон.

В настоящее время **под законом Ома понимают все соотношения, связывающие между собой напряжение и ток**.

По закону Ома напряжение на резистивном элементе пропорционально току в нем. Коэффициентом пропорциональности является сопротивление:

*UR* = *R\*I*. (3.1)

**3.1.1 Закон Ома для участка цепи, содержащей пассивные элементы**

Рассмотрим участок цепи, содержащей пассивный элемент сопротивление *R* (рисунок 3.1).

рис3-1_IR.wmf

Рисунок 3.1 – Участок элктрической цепи с сопротивлением

Под напряжением на участке электрической цепи понимают разность потенциалов между крайними точками этого участка.

В соответствии с принятым за положительное направление ток течет от точки с бóльшим потенциалом к точке с меньшим потенциалом.

Для принятых на рисунке 3.1 обозначений бóльший потенциал имеет точка *а*:

. (3.2)

В соответствии с приведенным выше определением напряжения из (3.2) получим напряжение между точками *a* и *b*:

.

Таким образом, получили выражение, совпадающее с (3.1), т.е. закон Ома для цепи с пассивными элементами.

Можно представить закон Ома в иной форме, решив уравнение (3.2) относительно тока:

. (3.3)

**3.1.2 Закон Ома для участка цепи, содержащей источники ЭДС**

Рассмотрим участок элктрической цепи, состоящий из сопротивления и источника ЭДС (рисунок 3.2).

|  |  |
| --- | --- |
| а | **рис3-2_IRE.wmf** |
| б |

Рисунок 3.2 – Участок электрической ицепи с источником ЭДС

В соответствии с принятым за положительное направлени тока на рисунке 3.2 потенциал точки *а* больше потенциала точки *с*, потенциал точки *b* может быть как больше, так и меньше потенциала точки *с*. Все определяется направлением ЭДС источника ЭДС *Е*.

На рисунке 3.2,а положительный вывод источника ЭДС (т.е. вывод с бóльшими потенциалом) подключен к точке *c*, а отрицательный вывод (т.е. вывод с меньшим потенциалом) подключен к точке *b*. Таким образом, потенциал точки *с* больше потенциала точки *b* на величину ЭДС источника *Е*, т.е.

*φс*=*φb*+*E*.

Отсюда определим потнциал точки *b*

*φb= φс – E.* (3.4)

Подставим значение *φb* из (3.4) в (3.2) и определим потенциал точки *а*

. (3.5) Используя (3.5), получим выражение, связывающее напряжение между точками *а* и *с* участка цепи и ток на этом участке для случая, когда направление тока и направление ЭДС источника совпадают

. (3.6)

Для участка цепи, представленного на рисунке 3.2,б, потенциал точки *b* выше потенциала точки *с* на величину ЭДС *Е*, т.к. точка *b* подключена к положительному выводу источника, а точка *с* – к отрицательному. Таким образом, потенциал точки *b* равен

*φb= φс + E.* (3.7)

Подставляя это значение в (3.2), получим

. (3.8)

Из (3.8), получим выражение, связывающее напряжение между точками *а* и *с* участка цепи и ток на этом участке для случая, когда направление тока и направление ЭДС источника противоположны

. (3.9)

Выражения (3.6) и (3.9) описывают закон Ома для участка цепи, содержащей источники ЭДС.

**3.2 Законы Кирхгофа**

В 1845 г. студент Густав Роберт Кирхгоф проводил опыты с электрическими цепями, результаты которых оформил в виде отчета (по нашему, написал курсовую работу). В примечании были сформулированы два закона, являющиеся фундаментальными законами теоретической электротехники.

Все электрические цепи подчиняются первому и второму законам Кирхгофа.

**3.2.1 Первый закон Кирхгофа**

Существует две формулировки первого закона Кирхгофа:

1) ***алгебраическая сумма токов, подтекающих к любому узлу равна нулю***.

Из этого определения смледует, что часть токов имеет знак плюс (ток втекает в узел), а часть токов имеет знак минус (ток вытекает из узла). Отсюда следует вторая формулировка первого закона Кирхгофа:

2) ***сумма подтекающих к узлу токов равна сумме утекающих из узла токов***.

На рисунке 3.3 показан узел электрической цепи, в который втекает один ток *I*1 и вытекает три тока: *I*2, *I*3 и *I*4.

риc3-3.wmf

Рисунок 3.3 – Токи, втекающие в узел и вытекающие из него

В качестве иположительного направления токат выбрано направление к узлу. В этом случае первая формулировку первого закона Кирхгофа представляется следующим выражением

*I*1 – *I*2 – *I*3 – *I*4 = 0. (3.10)

Вторая формулировка первого закона Кирхгофа представляетсяя выражением

*I*1 = *I*2 + *I*3 + *I*4. (3.11)

**3.2.2 Второй закон Кирхгофа**

Алгебраическая сумма падений напряжений на приемниках в любом контуре равна алгебраической сумме ЭДС, действующих в этом же контуре:

, (3.12)

где *m* – число приемников в контуре,

*n* – число источников ЭДС.

В соответствии с законом Ома падение напряжения на приемнике равно *I\*R*. Поэтому второй закон Кирхгофа можно представить в следующем виде

. (3.13)

.

В выражениях (3.12) и (3.13) со знаком плюс записывают напряжения и ЭДС, направления которых совпадают с выбранным направлением обхода контура (рисунок 3.4).

рис3-4_Кирхгоф2.wmf

Рисунок 3.4 – Контур с источниками ЭДС и приемниками

Для контура, представленного на рисунке 3.4, выражение (3.13) будет иметь следующий вид

.