

## 11 Неразветвлённая электрическая цепь.

По всем элементам неразветвлённой цепи протекает один и тот же ток. Его величина равна эквивалентной ЭДС делённой на эквивалентное сопротивление. Для определения эквивалентной ЭДС отдельные складываются с учётом направления. Резисторы просто складываются.

### 4.2. Неразветвленная электрическая цепь

Элементы неразветвленной электрической цепи соединены между собой последовательно. Отличительная особенность последовательного соединения: электрический ток во всех участках цепи один и тот же. В схеме электрической цепи между последовательно соединёнными элементами нет узлов, т. е. ответвлений тока.

Рассмотрим случай последовательного соединения источников и приемников электрической энергии (рис. 4.3), пренебрегая внутренними сопротивлениями источников.

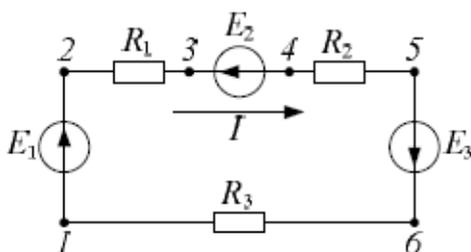


Рис. 4.3. Неразветвленная электрическая цепь

Составим уравнение по второму закону Кирхгофа, произвольно задавшись направлением тока в цепи и направлением обхода контура (например, по часовой стрелке):

$$IR_1 + IR_2 + IR_3 = E_1 - E_2 + E_3. \quad (4.10)$$

Ток в электрической цепи

$$I = \frac{E_1 - E_2 + E_3}{R_1 + R_2 + R_3}. \quad (4.11)$$

При обходе контура видно, что относительно направления обхода ЭДС  $E_1$  и  $E_3$  направлены одинаково, т. е. согласно, а ЭДС  $E_2$  — им навстречу.

Ток в цепи определяется действием всех трех ЭДС, и при заданных направлениях ЭДС и выбранном положительном направлении тока  $I$  можно считать, что элементы с ЭДС  $E_1$  и  $E_3$  вырабатывают электрическую энергию, так как направления этих ЭДС совпадают с направлением тока, а элемент с ЭДС  $E_2$  энергию потребляет. Если в качестве источников ЭДС предположить аккумуляторы, то источники  $E_1$  и  $E_3$  разряжаются, а источник  $E_2$  заряжается.

Поскольку направление тока выбрано произвольно, то в результате расчета ток может получиться отрицательным. Это означает, что его направление противоположно указанному на схеме. Это отражается на решении вопроса, какие источники ЭДС являются источниками энергии, а какие приемниками.

Уравнение (4.11) позволяет три ЭДС неразветвленной электрической цепи заменить одной эквивалентной:

$$E_3 = E_1 - E_2 + E_3,$$

т. е. эквивалентная ЭДС равна алгебраической сумме ЭДС неразветвленной электрической цепи.

Кроме того, уравнение (4.11), записанное в соответствии со вторым законом Кирхгофа, позволяет определить эквивалентное сопротивление трех последовательно включенных резисторов:

$$R_3 = R_1 + R_2 + R_3. \quad (4.12)$$

Вывод (4.12) можно распространить на любое число последовательно включенных резистивных элементов:

$$R_3 = \sum_1^n R_n,$$

т. е. эквивалентное сопротивление последовательно включенных резисторов равно сумме сопротивлений этих резисторов.

Определение эквивалентной ЭДС и эквивалентного сопротивления позволяет получить более простую схему электрической цепи (рис. 4.4).

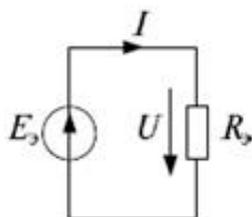


Рис. 4.4. Эквивалентная схема неразветвленной электрической цепи

Схемы цепей на рисунках 4.3 и 4.4 эквивалентны, поскольку ток  $I$  в них одинаковый:

$$I = \frac{E_2}{R_2} = \frac{E_1 - E_2 + E_3}{R_1 + R_2 + R_3}.$$

Расчет тока в неразветвленной электрической цепи, содержащей различное количество последовательно соединенных элементов, наиболее удобен с помощью уравнения, составленного по второму закону Кирхгофа, аналогичного уравнению (4.10).