

11 Параллельное соединение резистивных элементов

4.4. Параллельное соединение резистивных элементов

Параллельно соединенные резисторы присоединены к одной паре узлов и находятся под одним и тем же напряжением.

Приемники электрической энергии, представленные на схеме рисунка 4.6, *a* сопротивлениями R_1 , R_2 , R_3 , и источник электрической энергии E с внутренним сопротивлением $R_{вт}$ подключены к одной паре узлов (точки А и Б).

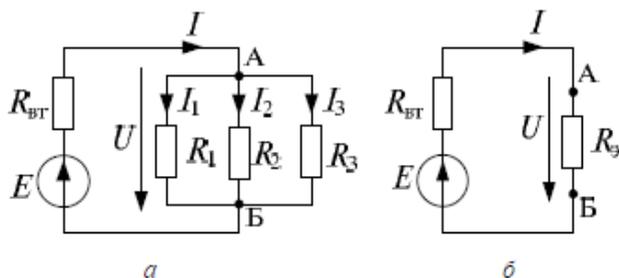


Рис. 4.6. Схемы электрических цепей:

a – с параллельным соединением резисторов R_1 , R_2 , R_3 ;

б – эквивалентная неразветвленная электрическая цепь

Параллельно в схеме (рис. 4.6, *a*) соединены только резисторы R_1 , R_2 , R_3 . Для вывода формулы расчета эквивалентного сопротивления $R_э$ параллельно соединенных резисторов запишем уравнение токов для узла А, используя первый закон Кирхгофа:

$$I = I_1 + I_2 + I_3. \quad (4.13)$$

Токи в приемниках запишем в соответствии с законом Ома:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U}{R_2}; \quad I_3 = \frac{U}{R_3},$$

где $\frac{1}{R_1} = g_1$; $\frac{1}{R_2} = g_2$; $\frac{1}{R_3} = g_3$ – проводимости резисторов R_1, R_2, R_3 .

Уравнение (4.13) принимает следующий вид:

$$I = Ug_1 + Ug_2 + Ug_3 = U(g_1 + g_2 + g_3). \quad (4.14)$$

Разделив уравнение (4.14) на U , получим

$$\frac{I}{U} = g_1 + g_2 + g_3.$$

Отношение $\frac{I}{U}$ есть эквивалентная проводимость g_3 , соответствующая общему току цепи и общему напряжению:

$$g_3 = g_1 + g_2 + g_3. \quad (4.15)$$

Этот вывод можно распространить на любое число n параллельно соединенных приемников:

$$g_3 = \sum_1^n g_n. \quad (4.16)$$

При параллельном соединении резистивных элементов эквивалентная (общая) проводимость между двумя узлами равна сумме проводимостей всех резистивных элементов.

Эквивалентное сопротивление при параллельном соединении резисторов определяется из равенства

$$R_3 = \frac{1}{g_3}. \quad (4.17)$$

Очень часто встречается параллельное соединение двух резисторов. В таком случае эквивалентная проводимость определяется по формуле

$$g_3 = g_1 + g_2 = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2},$$

а эквивалентное сопротивление

$$R_3 = \frac{1}{\mathcal{G}_3} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}. \quad (4.18)$$

Уравнение (4.18) для двух параллельно соединенных резисторов легко запоминается, но для большего числа параллельно соединенных резисторов выражения для R_3 получаются более сложными, и в этом случае рекомендуется пользоваться уравнениями (4.16) и (4.17).

В частном случае, когда сопротивления n резисторов, соединенных параллельно, одинаковые, т. е. $R_n = R$, получим

$$R_3 = \frac{R}{n}.$$

Для схемы, представленной на рисунке 4.6, а, используя уравнения (4.15) и (4.17), получаем

$$R_y = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}.$$

Схема на рисунке 4.6, б, полученная после замены трех сопротивлений приемников одним эквивалентным, представляет собой простейшую электрическую цепь. Ток в этой схеме, равный току в неразветвленной части (рис. 4.6, а), определяется по формуле (3.8):

$$I = \frac{E}{R_{\text{вт}} + R_3}.$$

Целью расчета электрической цепи является не только определение общего тока, но и тока в каждой ветви.

Если заданы ЭДС и все сопротивления, то после расчета общего тока I нужно определить напряжение U между узловыми точками и токи в ветвях по закону Ома:

$$U = IR_3; \quad I_1 = \frac{U}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U}{R_2}; \quad I_3 = \frac{U}{R_3}.$$

При известном токе I токи в двух параллельных ветвях с сопротивлениями R_1 и R_2 могут быть получены по **формулам разброса**

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}, \quad I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (11)$$

Ток в одной из двух параллельных ветвей равен току неразветвлённой части цепи, умноженному на сопротивление другой ветви и делённому на сумму сопротивлений ветвей.