

Параллельное и смешанное соединение резисторов

Параллельно соединенными называются элементы электрической цепи, находящиеся под одним и тем же напряжением. При параллельном соединении резисторов (см. рис. 1) ток разветвляется по четырем ветвям, что уменьшит общее сопротивление или увеличит общую проводимость цепи, которая равна сумме проводимостей отдельных ветвей. В этом можно легко убедиться, если представить увеличение числа параллельно соединенных проводников как увеличение площади поперечного сечения проводника, по которому проходит ток. Таким образом, обозначив проводимость всех проводников в совокупности буквой g , а проводимость каждого в отдельности проводника g_1 , g_2 , g_3 и g_4 получим следующее равенство: $g = g_1 + g_2 + g_3 + g_4$

Так как проводимость есть величина, обратная сопротивлению, то это выражение может быть записано в следующем виде: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$.

В этом выражении R представляет собой общее или эквивалентное сопротивление четырех параллельно соединенных резисторов, которое меньше любого из четырех заданных.

Докажем полученное соотношение. Обозначив ток в неразветвленной ветви буквой I , токи в отдельных ветвях — соответственно I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , напряжение между точками а и б - U и общее сопротивление между этими точками R , на основании закона Ома напишем следующие равенства: $I = U/R$; $I_1 = U/R_1$; $I_2 = U/R_2$; $I_3 = U/R_3$; $I_4 = U/R_4$.

Согласно первому закону Кирхгофа, $I_1 + I_2 + I_3 + I_4$ или $U/R = U/R_1 + U/R_2 + U/R_3 + U/R_4$.

Сократив обе части полученного выражения на U , окончательно получим $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$, что и требовалось доказать.

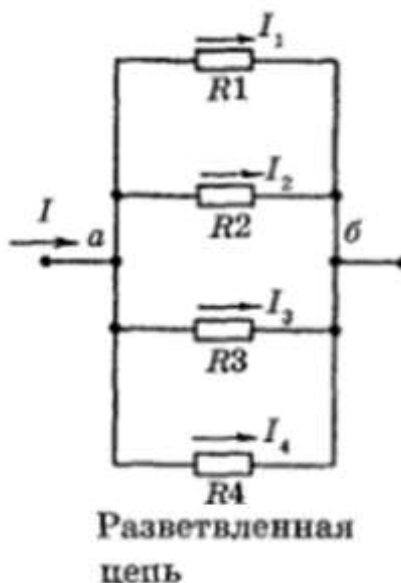
Установленное соотношение справедливо для любого числа параллельно соединенных резисторов. В частном случае, если в электрической цепи содержится два параллельно соединенных резистора R_1 и R_2 , то можно написать следующее равенство: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$ откуда найдем сопротивление R , которым можно заменить два параллельно соединенных резистора: $R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$.

Полученное выражение имеет большое практическое применение; его можно сформулировать так: сопротивление двух параллельно соединенных приемников энергии равно произведению сопротивлений этих приемников, деленному на сумму тех же сопротивлений.

Если параллельно соединено какое-либо n одинаковых резисторов R , то общее сопротивление такой цепи будет в n раз меньше сопротивления одного резистора, т. е.

$$R_{\text{общ.}} = R/n.$$

Возвращаясь к рис. 1, напишем следующие соотношения: $I_1R_1 = U$; $I_2R_2 = U$; $I_3R_3 = U$; $I_4R_4 = U$. Так как правые части этих равенств равны между собой, то левые также равны: $I_1R_1 = I_2R_2 = I_3R_3 = I_4R_4$.



Из этих равенств получим следующие соотношения: $I_1/I_2 = R_2/R_1$; $I_2/I_3 = R_3/R_2$ и т. д.

Эти соотношения указывают на то, что в цепях с параллельно включенными резисторами токи распределяются обратно пропорционально этим сопротивлениям или прямопропорционально проводимостям этих проводников. Таким образом, чем больше значение включенного параллельно резистора, тем меньше ток в нем, и наоборот.

Если напряжение между узлами не изменяется, то токи в резисторах, включенных между этими узлами, в отличие от последовательного включения их, независимы один от другого. Включение одного или нескольких резисторов из цепи не отражается на работе остальных, оставшихся включенными.

Поэтому осветительные лампы, электродвигатели и другие приемники электрической энергии преимущественно включают параллельно.

На участке электрической цепи параллельное включение ведет к изменению тока как во всей цепи, так и в рассматриваемом участке.

Параллельное включение резистора на участке электрической цепи на практике используется для уменьшения тока на данном участке. В частности, такой параллельно включаемый резистор, называемый шунтом, применяется для расширения пределов измерения токов амперметрами. При наличии шунта в прибор ответвляется лишь часть измеряемого тока. Шунт включают последовательно в цепь и параллельно шунту подключают амперметр.

Если в электрической цепи резисторы, соединенные параллельно между собой, включены последовательно с другими резисторами, то такое соединение их называется

смешанным. Для определения общего, или эквивалентного, сопротивления нескольких резисторов, соединенных смешанно, сначала находят сопротивление параллельно или последовательно соединенных резисторов, а затем заменяют их одним резистором с сопротивлением, равным найденному.