

**§ 16. Последовательное и параллельное
соединение проводников**

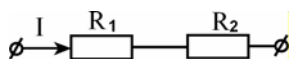


Рис. 16. 1

При последовательном соединении проводников с сопротивлениями R_1, R_2, R_3, \dots ток I равен току в каждом: $I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$

На рис. 16.1 показано последовательное соединение двух проводников. Общая разность потенциалов (напряжение) всего участка цепи, как легко показать, равна сумме напряжений на отдельных проводниках:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

Можно вывести, что общее сопротивление при последовательном соединении проводников

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

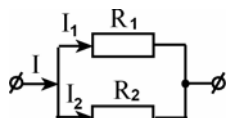


Рис.16. 2

В частном случае последовательного соединения n проводников сопротивлением R_1 каждый $R = nR_1$.

При параллельном соединении проводников ток I равен сумме токов во всех проводниках:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

На рис. 16.2 показано параллельное соединение двух проводников. Общее напряжение равно напряжению на каждом проводнике: $U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$

Можно показать, что общее сопротивление R при параллельном соединении проводников с сопротивлениями R_1, R_2, \dots находится из равенства

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

В частном случае параллельного соединения двух проводников $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$.

В другом частном случае параллельного соединения n проводников сопротивлением R_1 каждый $R = R_1 / n$.

Задача 16.1. В схеме на рис. 16.3 $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 9 \text{ Ом}$, $R_5 = 5 \text{ Ом}$, $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$, $r = 0,5 \text{ Ом}$. Найти ток через резистор R_1 .

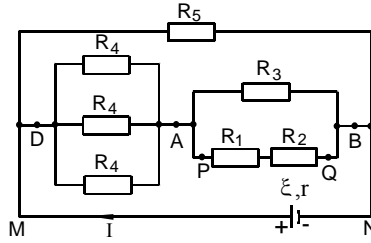


Рис. 16.3

Решение. Задачи с громоздкими схемами удобно рассчитывать не в общем виде, а численно, т.е. последовательно находить численные значения параметров схемы. Расставим точки A, B, D, M, N, P, Q на схеме. Сопротивление участка PQ

$$R_{PQ} = R_1 + R_2 = 3 \text{ Ом.} \quad \text{Сопротивление участка}$$

$$\text{участка } AB \quad R_{AB} = \frac{R_3 R_{PQ}}{R_3 + R_{PQ}} = 2 \text{ Ом.} \quad \text{Сопротивление участков } DA, DB \text{ и } MN$$

$$\text{будут } R_{DA} = R_4 / 3 = 3 \text{ Ом, } R_{DB} = R_{DA} + R_{AB} = 5 \text{ Ом, } R_{MN} = \frac{R_{DB} R_5}{R_{DB} + R_5} = 2,5 \text{ Ом.}$$

Заметим, что оказалось $R_{DB} = R_5 = 5 \text{ Ом}$. Тогда можно было бы сразу написать

$$R_{MN} = R_5 / 2 = 2,5 \text{ Ом.} \quad \text{По закону Ома для замкнутой цепи } I = \frac{\mathcal{E}}{R_{MN} + r} = 4 \text{ А.}$$

Теперь пойдем «обратно», вычисляя параметры схемы и приближаясь к R_1 . Напряжение между точками M и N $U_{MN} = IR_{MN} = 10 \text{ В}$. Напряжение $U_{DB} = U_{MN} = 10 \text{ В}$. Ток на участке DB $I_{DB} = U_{DB} / R_{DB} = 2 \text{ А}$. Напряжение $U_{AB} = I_{DB} R_{AB} = 4 \text{ В}$. Так как $U_{AB} = U_{PQ}$, то ток через R_1 будет

$$I_1 = I_{PQ} = \frac{U_{PQ}}{R_{PQ}} = \frac{U_{AB}}{R_{PQ}} = \frac{4}{3} \text{ А.}$$