(Начало см. на с. 30)

Отсюда находим

$$I_1 = \frac{7}{13}\ \text{А}.$$

Немного сложнее было бы найти ток, идущий через участок CD. Для этого пришлось бы еще найти ток через участок AC, а затем вычесть из него найденный уже ток через участок CB.

Можно еще немного усложнить задачу – учесть внутреннее сопротивление батареи r. Тогда полный ток равен

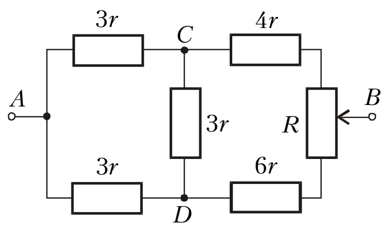

Рис. 5

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{AB}},$$

а остальные токи находятся так же, как и раньше.

Рассмотрим более интересную задачу: найдем, при каком соотношении между величинами r и R сопротивление между точками A и B в схеме, показанной на рисунке 5, максимально в крайнем положении движка потенциометра.

Сначала преобразуем схему, заменив «треугольник» ACD «звездой» (рис.6). Очевидно, что сопротивление r не влияет на соотношение сопротивлений в остальной цепи. Займемся поэтому оставшейся частью схемы. Тут включены параллельно два сопротивления: $5r + R_1$ и $7r + R_2$, где R_1 и R_2 – сопротивления верхней и нижней частей потенциометра соответственно. При этом сумма сопротивлений $5r + R_1$ и $7r + R_2$ остается постоянной. Посмотрим, какими они должны быть, чтобы полное сопротивление было максимальным. Обозначим

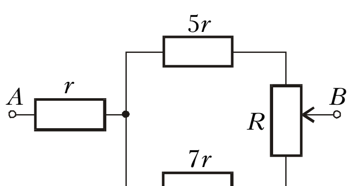

Рис. 6

$$5r + R_1 = r_1 \text{ и } 7r + R_2 = r_2.$$

Тогда общее сопротивление включенных параллельно частей схемы равно

$$r_0 = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}.$$

Если учесть, что

$$r_1 + r_2 = \text{const} = c,$$

то

$$r_0 = \frac{r_1(c - r_1)}{c}.$$

Это выражение максимально, когда максимален числитель. Но $y = cr_1 - r_1^2$ – это уравнение параболы, ветви которой пересекают ось абсцисс в точках 0 и с. Поэтому числитель дроби наибольший при $r_1 = c/2$. Так как $r_1 + r_2 = c$, то это означает, что сопротивление между точками A и B максимально, если $r_1 = r_2$, т.е.

$$5r + R_1 = 7r + R_2, \text{ или } R_1 - R_2 = 2r.$$

Ясно, что это возможно лишь в том случае, если сопротивление всего потенциометра $R = R_1 + R_2$ не меньше чем $2r$. В противном же случае максимум сопротивления между точками A и B достигается, когда движок потенциометра находится в крайнем положении.

Итак, ответ: $R \le 2r$.

Метод, о котором мы рассказали, очень удобен для последовательного преобразования сложной схемы к простому виду. Он позволяет рассчитать практически любую сложную цепь, состоящую из сопротивлений. Однако его можно применять и к цепям, содержащим не только сопротивления. Обратим внимание на то, что мы вообще не говорили нигде о физических процессах в цепи, а пользовались только формальным выражением для закона Ома: $U = rI$. Из него следует, что при последовательном соединении сопротивлений их величины складываются, а при параллельном – складываются величины, обратные сопротивлениям. Понятно, что если какие-нибудь другие физические величины связаны законом, аналогичным закону Ома, то все наши выводы справедливы и для них.

Рис. 7

В качестве примера рассмотрим цепь с конденсатором (рис.7). Мы знаем, что заряд конденсатора Q связан с его емкостью C и напряжением на нем U соотношением

$$Q = CU, \text{ или } U = \frac{1}{C} Q.$$

Сравним последнее выражение с выражением для закона Ома $U = rI$. Видно, что законы похожи, только вместо тока стоит заряд, а вместо сопротивления–величина, обратная емкости. Это означает, что для того чтобы найти, скажем, заряды на конденсаторах, можно поступить так: вместо цепи, содержащей конденсаторы, нарисовать цепь, содержащую сопротивления, причем конденсатор емкостью $C(\Phi)$ заменить сопротивлением $r = \frac{1}{C}$ (Ом). После того как мы рассчитаем токи в цепи из сопротивлений, можно сразу записать, каковы заряды на конденсаторах: если по сопротивлению течет ток $I = x$ (А), то на соответствующем конденсаторе будет заряд $Q = x$ (Кл). ЭДС батарей при таком преобразовании цепи остаются без изменения. Но, разумеется, в цепи с конденсаторами внутренние сопротивления батарей не влияют на результат. Поэтому, преобразуя цепь, нам придется лишить батареи их внутренних сопротивлений.

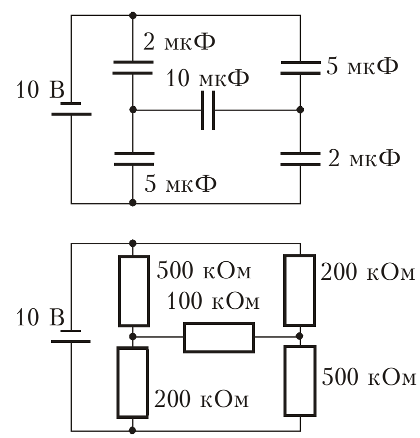

Рис. 8

Пусть, например, нужно найти заряд на конденсаторе емкостью 10 мкФ в схеме, изображенной на рисунке 8. Конденсатору емкостью C = 2 мкФ = $2 \cdot 10^{-6}$ Ф соответствует сопротивление $r = 5 \cdot 10^5$ Ом = 500 кОм. Далее расчет проводится уже достаточно просто (проделайте это самостоятельно).

Таким образом, метод преобразования цепей, как мы видим, пригоден и для схем из конденсаторов.