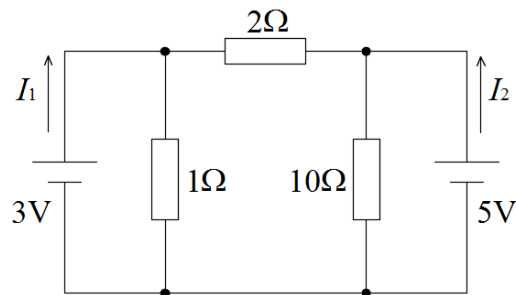


2013 回路を解いてみましょう 第2回

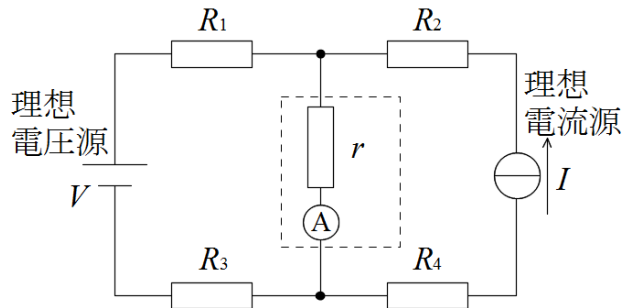
丸山大介*

2013 年 4 月 10 日

【No. 1】(2013.3.25) 図の直流回路において、図の直流回路の電流 I_1 , I_2 を求めよ。

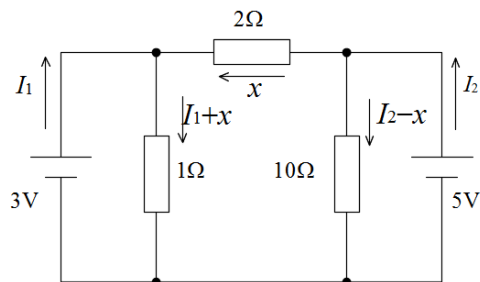


【No. 2】(2013.3.25) 図のように、出力電圧 V の理想電圧源、出力電流 I の理想電流源と有限な抵抗値 R_1, R_2, R_3, R_4 をもつ抵抗器からなる回路がある。このとき、内部抵抗 r をもつ電流計 A に流れる電流はいくらか。



【No. 1】

図のように電流 x をおく。



* ©MARUYAMA Daisuke 2013 <http://www.maru-will.com/>

$5V \rightarrow 2\Omega \rightarrow 3V$ と回ると

$$5 = 2x + 3 \quad \therefore x = 1$$

これより、次に、 $3V \rightarrow 1\Omega$ と回ると

$$3 = I_1 + 1 \quad I_1 = 2A$$

次に、 $5V \rightarrow 10\Omega$ と回ると

$$5 = 10(I_2 - 1) \quad \therefore I_2 = 1.5A$$

ポイント

電流の置き方がポイントになる問題です。キルヒホッフの法則を使うのであれば、どのように置いて、どのように回っても解けるはずですが、流れを予想しておく、多少は楽になります。

なお、この問題では、四端子回路を使った解法、重ね合わせの理を使った解法が考えられます。どちらも大げさなような気がしますが、練習としては大切です。さらにテブナンの定理も使うことができますね。以下に紹介しておくことにしましょう。

(解 1) 縦続行列を使う

本問の回路は次のように表される。

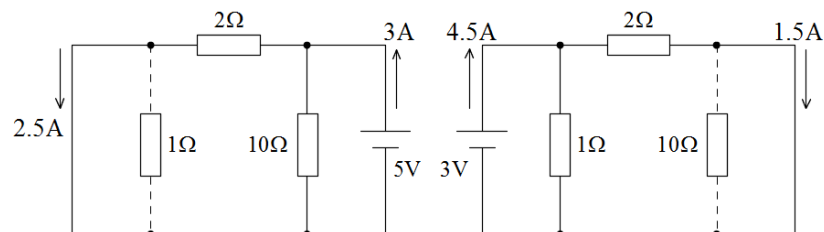
$$\begin{pmatrix} 3 \\ I_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{10} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ -I_2 \end{pmatrix}$$

この行列部分を計算していくとよい。

(解 2) 重ね合わせの理を使う

電源を 1 つずつ考える。まず、 $5V$ の電源について考える。この場合、 $3V$ の電源は導線で短絡する。このときには、導線と並列の 1Ω の抵抗には電流は流れない（点線）。したがって、流れる電流は左図のようになる。

また、 $3V$ の電源についても同様に右図のようになる。



したがって、この 2 つを重ね合わせて、

$$I_1 = 4.5 - 2.5 = 2A$$

$$I_2 = 3 - 1.5 = 1.5A$$

(解 3) テブナンの定理を使う

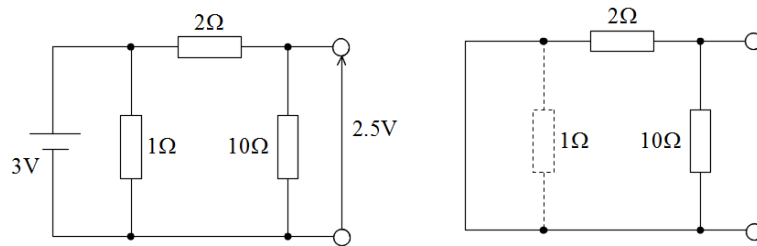
I_2 を求める。そこで、まずは左下図のように、右側の電池を外した時の、外した場所の電圧は、

$$3 \times \frac{10}{2 + 10} = 2.5V$$

次に、左の電池を短絡して、右側の電池部分から見た回路の抵抗を求める（右図）。 1ω の部分には電流は流れないため、これはないものとする、並列回路となるので、

$$\frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{10}} = \frac{5}{3}\Omega$$

となる。



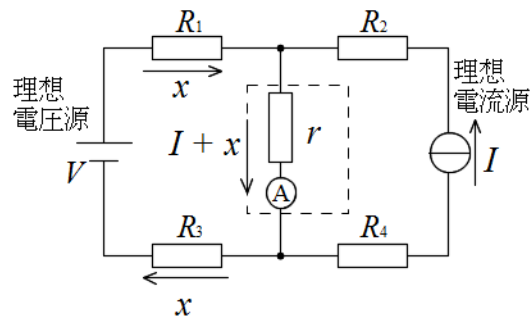
そこで、この回路全体を、起電力 2.5V 、内部抵抗 $\frac{5}{3}\Omega$ の回路と見ると、ここに 5V の電池をつけて（起電力の方向に気を付ける）、

$$I_2 = \frac{5 - 2.5}{\frac{5}{3}} = 1.5\text{A}$$

(I_1 も同様に求める)

【No. 2】

図のように電流 x をおく。



左側についてキルヒホッフの法則より、

$$V = R_1 x + r(I + x) + R_3 x$$

$$\therefore x = \frac{V - rI}{R_1 + r + R_3}$$

これより、求める電流は、

$$I + x = \frac{V + (R_1 + R_3)I}{R_1 + R_3 + r}$$

ポイント

案ずるより産むが易し、ということでしょうか。電流をおいてしまえば易しい問題ですね。重ね合わせの理も使えますが、この方法で十分だと思います。