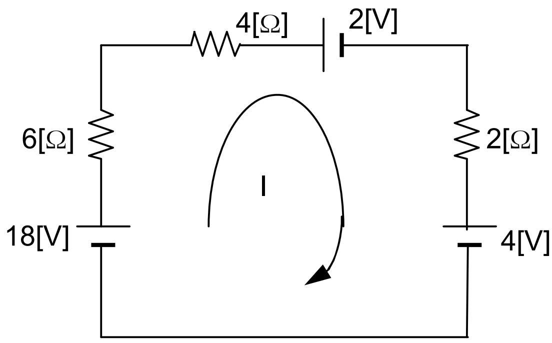
テブナンの定理について　　　２０２６年３月１日　　　目次へ戻る

2026.3.2　2026.3.3　2026.3.4　2026.3.5　訂正

テブナンの定理について説明致します。その前に、重ね合わせの理または重畳（ちょうじょう）の理と呼ばれる定理を説明致します。更にその前に、キルヒホッフの法則を使った解法を説明致します。

1、キルヒホッフによる解法

(1)その 1



この回路の電流 I の大きさを求めます。電流 I の向きを時計回りと仮定します。キルヒホッフの法則により、閉回路中の電源電圧と電圧降下の和は零になります。電流の向きと同じ電源はプラス、逆向きの電源はマイナス、抵抗での電圧降下は電流の向きと逆に生じますのでマイナスの符号が付きます。以下の通りです。

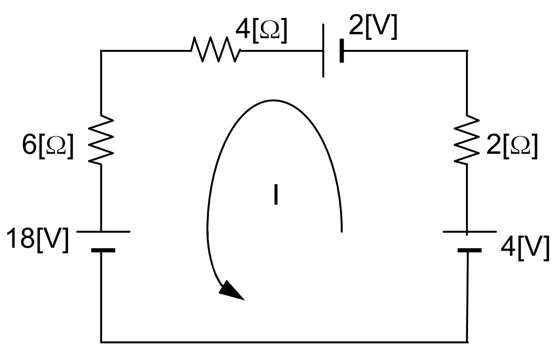
$$18-6\cdot I-4\cdot I-2-2\cdot I-4=0$$

$$18-2-4=6\cdot I+4\cdot I+2\cdot I$$

$$12=12\cdot I$$

$$I=\frac{12}{12}=1[A]$$

(2)その 2



電流 I の向きを反時計回りと仮定しますと、次の様になります。

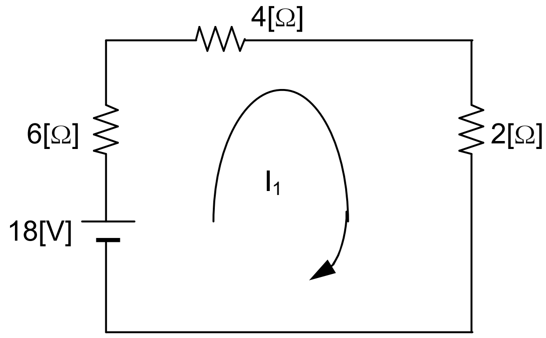
$$4-2\cdot I+2-4\cdot I-6\cdot I-18=0$$
$$4+2-18=2\cdot I+4\cdot I+6\cdot I$$
$$-12=12\cdot I$$
$$I=-\frac{12}{12}=-1[A]$$

電流 I の値にマイナスが付いていますので、電流は仮定とは逆向きに流れることが分ります。電流 I は(1)での仮定と同じ、時計回りになります。

2、重ね合わせの理による解法

重ね合わせの理を使う解法では回路を分解します。1 の(1)の回路を回路中の電源が 1 つになる様に、下の①、②、③の 3 つの回路に分けます。取り去る電源の配線を短絡します。電源が 1 つになりますので、電流の向きは 1 つに決まります。

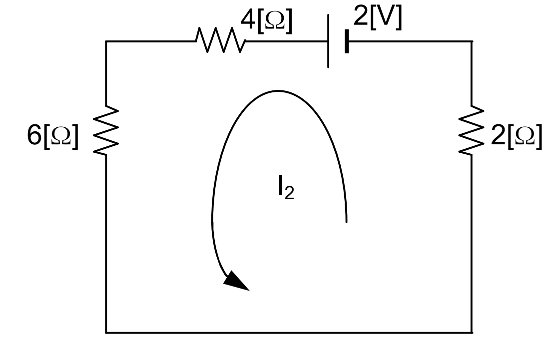
①の回路



この回路の電流 I_1 の大きさを求めます。電流 I_1 の向きは時計回りになります。オームの法則だけで求めることが出来ます。

$$I_1=\frac{18}{6+4+2}=\frac{9}{6}[A]$$

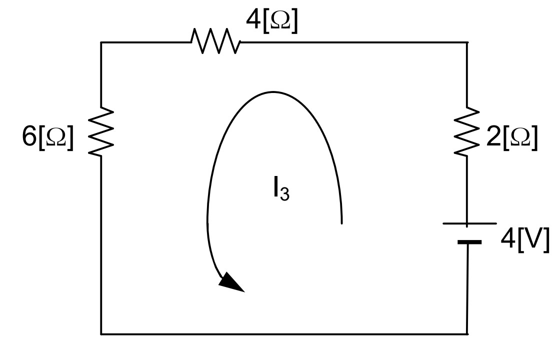
②の回路



この回路の電流 I_2 の大きさを求めます。電流 I_2 の向きは反時計回りになります。オームの法則だけで求めることが出来ます。

$$I_2 = \frac{2}{4+6+2} = \frac{1}{6}[A]$$

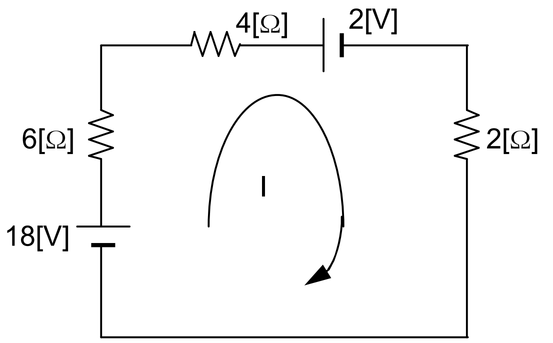
③の回路



この回路の電流 I_3 の大きさを求めます。電流 I_3 の向きは反時計回りになります。オームの法則だけで求めることが出来ます。

$$I_3 = \frac{4}{2+4+6} = \frac{2}{6}[A]$$

重ね合わせの理によれば、分解し電源が 1 つの状態で求めた結果を重ね合わせれば、キルヒホッフの法則で求めた結果と同じになると言います。①、②、③の回路を順次重ね合わせて行きます。①と②を重ね合わせますと、



になります。①の回路の電流 I_1 が時計回りに $\frac{9}{6}[A]$、②の回路の電流 I_2 が反時計回りに $\frac{1}{6}[A]$ ですから、重ね合わせますと電流 I は時計回りに、$\frac{9}{6}-\frac{1}{6}=\frac{4}{3}[A]$ になる筈です。

キルヒホッフの法則により計算して見ますと、

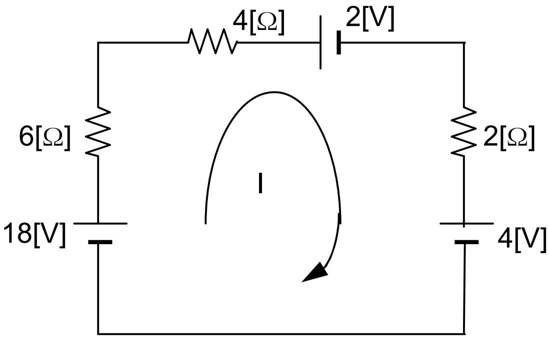
$$18-6\cdot I-4\cdot I-2-2\cdot I=0$$

$$18-2=6\cdot I+4\cdot I+2\cdot I$$

$$16=12\cdot I$$

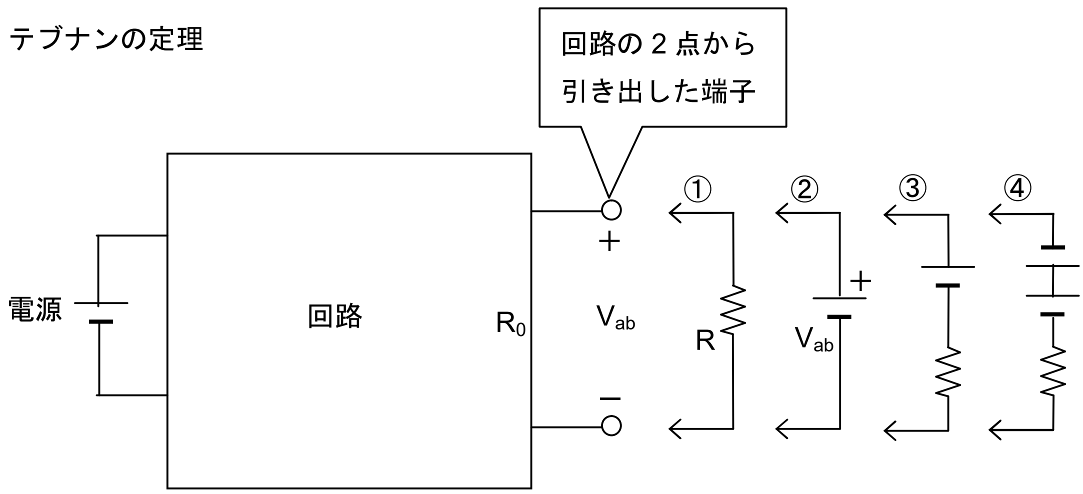
$$I=\frac{16}{12}=\frac{4}{3}[A]$$

になり、重ね合わせた結果と同じです。更に③を重ね合わせますと、



になります。①の回路の電流電流 I_1 が時計回りに $\frac{9}{6}[A]$、②の回路の電流 I_2 が反時計回りに $\frac{1}{6}[A]$、③の回路の電流 I_3 が反時計回りに $\frac{2}{6}[A]$ ですから、電流 I は時計回りに、$\frac{9}{6}-\frac{1}{6}-\frac{2}{6}=1[A]$ となります。この結果はキルヒホッフの法則を用いて解いた、1 の(1)での結果と一致します。

3、テブナンの定理



回路中の2点から引き出した端子に、V_{ab} と言う電圧が出ています。回路の左にある電源を外し、電源への配線を短絡し、回路右の端子から右を見た回路の内部抵抗は測定済みで、その値は R_0 です。

上図①の様に V_{ab} の端子に抵抗 R を接続し、この抵抗 R に流れる電流の大きさを表すのがテブナンの定理です。テブナンの定理によれば、抵抗 R に流れる電流 I の大きさは、

$$I = \frac{V_{ab}}{R + R_0} [A]$$

になります。この定理は重ね合わせの理を用いて次の様に証明されます。

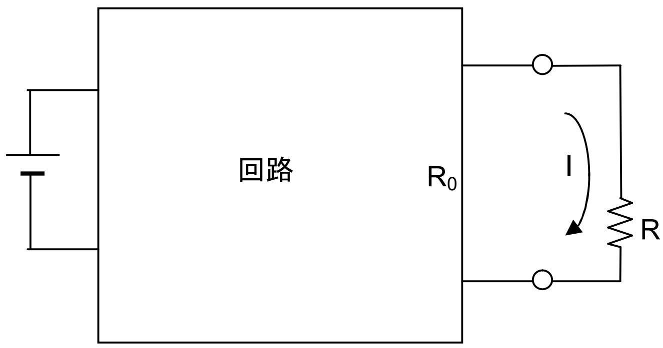
V_{ab} の端子に R の代わりに、上図②の様に V_{ab} と同じ電圧の電池をつなぎます。端子の＋に電池の＋、端子の－に電池の－をつなぎます。この時、同じ電圧ですから電池から回路へ、または回路から電池へ電流は流れません。

次に上図③の様に、上図②の電池と直列に抵抗 R を挿入します。この時抵抗 R に電流は流れません。電流が流れない所に抵抗 R を挿入しても、抵抗 R での電圧降下が生じません。電池と抵抗 R の直列回路の両端電圧は V_{ab} です。上図②と同じく電流は流れません。回路に影響を与えません。端子を開放した時と同じ状態です。

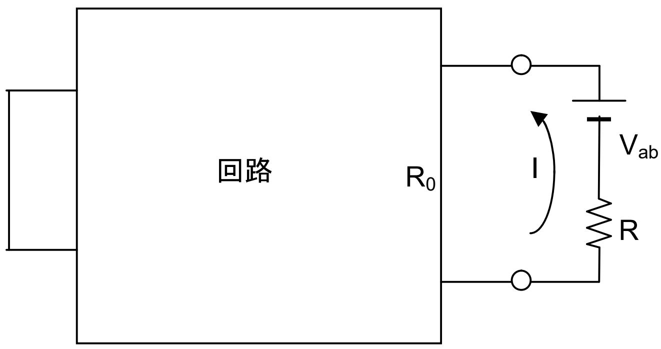
抵抗 R に電流を流すためにはどうしたら良いでしょうか。それには上図④の様に V_{ab} と同じ電圧のもう一つの電池を、逆向きに挿入します。お互いの電池の電圧が打ち消し合い、抵抗 R だけを端子につないだ、上図①と同じ状態になります。

上図④の時の回路を、次の A、B、C の 3 つに分解します。

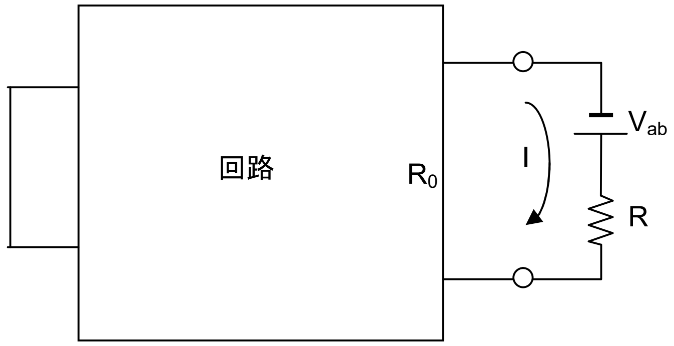
A の回路



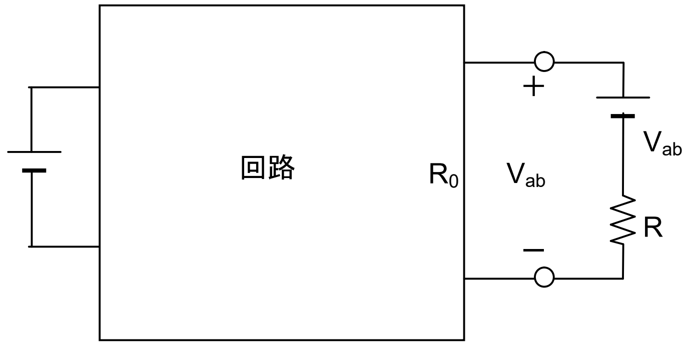
B の回路



Ｃの回路



Ａの回路とＢの回路を先に重ね合わせますと、

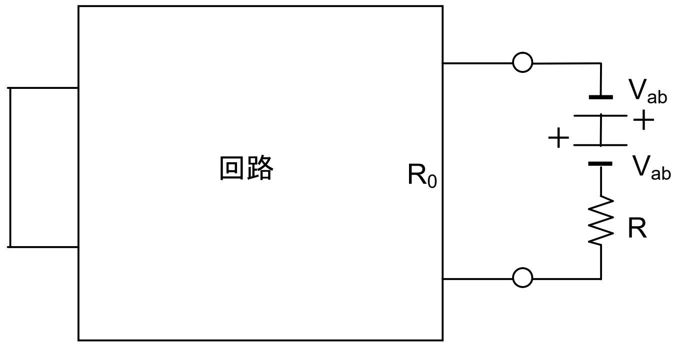


になります。これは端子開放と同じ状態で抵抗 R に電流が流れない、4 ページの③の場合そのものです。Ａの回路とＢの回路を重ね合わせると電流は零になります。重ね合わせの理により、Ｃの回路の電流が 4 ページの④の電流です。Ｃの回路（上の上の図）の電流 I の大きさは、オームの法則だけで求めることが出来、時計回りに、

$$I = \frac{V_{ab}}{R + R_0} [A]$$

となります。

一方、Ｂの回路とＣの回路を先に重ね合わせますと、



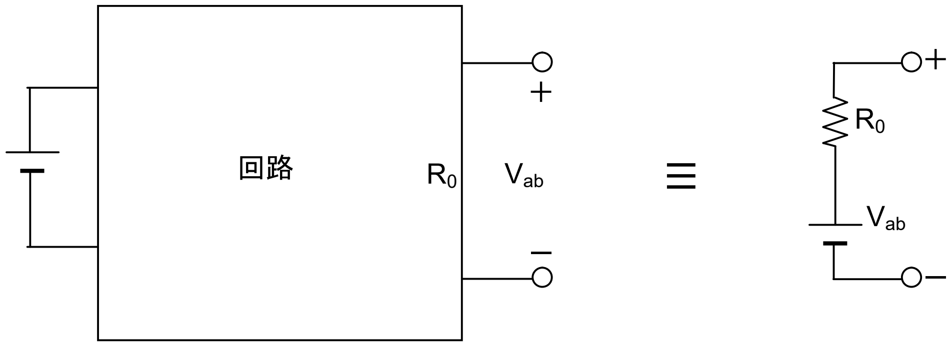
になります。2 つの電池の電圧が V_{ab} で向きが逆です。電圧は打ち消しあって零になります。他に電源はありません。電流は零になります。B の回路と C の回路を先に重ね合わせますと、A の回路の電流が 4 ページの④の電流です。重ね合わせの理の結果は、重ね合わせる順番に無関係な筈です。B の回路と C の回路を先に重ね合わせた時の A の回路の電流は、A の回路と B の回路を先に重ね合わせた時の C の回路の電流と同じ、

$$I = \frac{V_{ab}}{R + R_0} [A]$$

になります。A の回路は 4 ページの①の回路そのものであり、抵抗 R のみをつないだ時の電流で、求めたい電流です。これがテブナンの定理が成り立つ訳です。

4、等価電源の定理

内部に電源を含む回路の２点に現れる電圧が V_{ab} で、その２点から見た回路の内部抵抗（内部の電源を取り外し、電源への配線短絡）が R_0 の場合、テブナンの定理により「この回路は電圧源電圧が V_{ab} で内部抵抗が R_0 の電源と等価である。」と言い換えることが出来ます。このことを等価電源の定理と呼びます。



目次へ戻る