

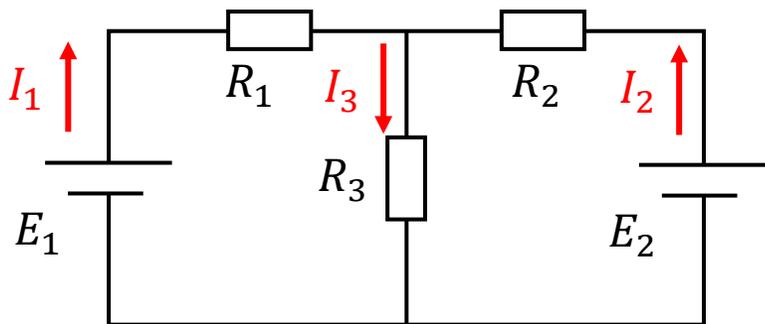
電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

第4回 直流回路
テブナンの定理

2023.04.29 Sat

複数の電源を含む場合



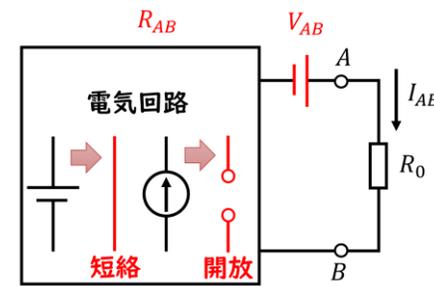
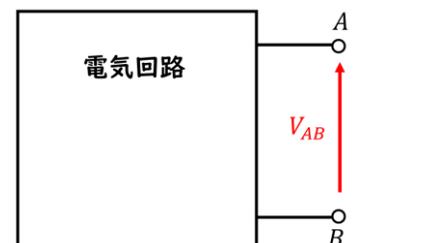
複数の電源を含む回路の計算を行う場合

- キルヒホッフの法則 (電流則/電圧則)
 - 重ね合わせの理
 - テブナンの定理
- などを用いて計算を行う

テブナンの定理

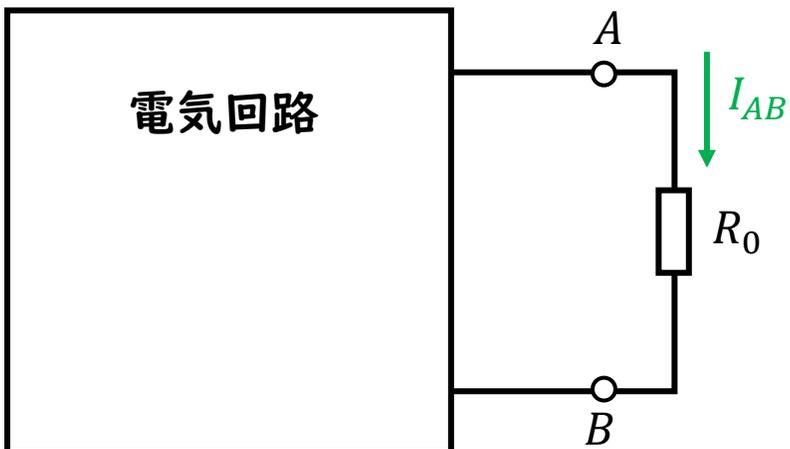
複雑な電気回路に負荷を接続したときに得られる電圧や負荷に流れる電流を、単一の内部抵抗のある電圧源に変換して求める方法

→ 回路中の抵抗 R_0 に流れる電流 I_{AB} を導出するために有効な計算方法



$$I_{AB} = \frac{V_{AB}}{R_{AB} + R_0}$$

テブナンの定理 (計算手順)

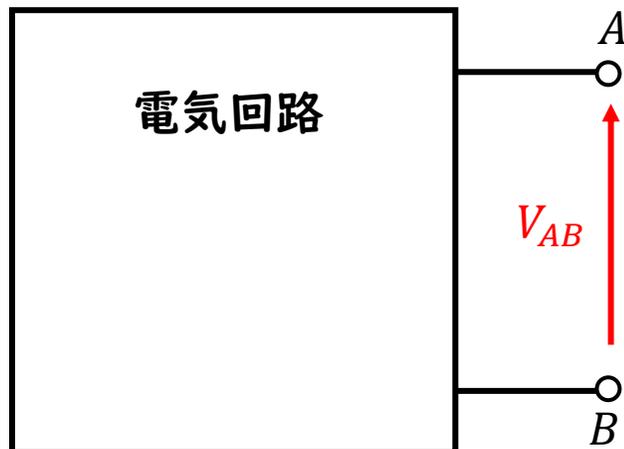


抵抗 R_0 に流れる電流 I_{AB} を求める

手順③
電気回路の部分を V_{AB} と R_{AB} に置き換えて電流 I_{AB} を求める。

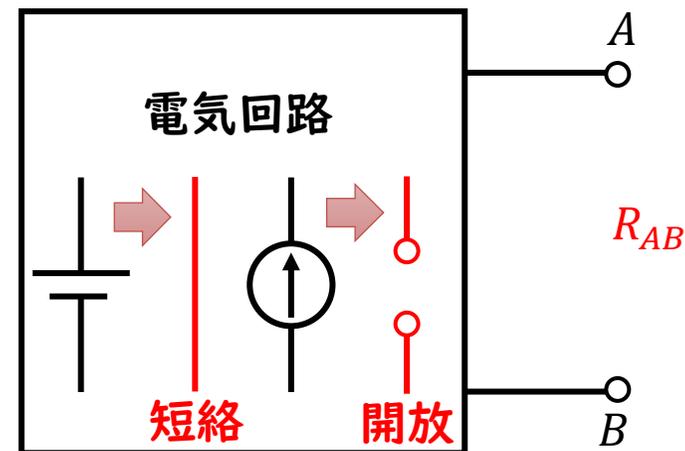
電源の向きに注意!
電圧 V_{AB} により電流 I_{AB} が流れる向きを意識して電源の向きを決める

回路(1)

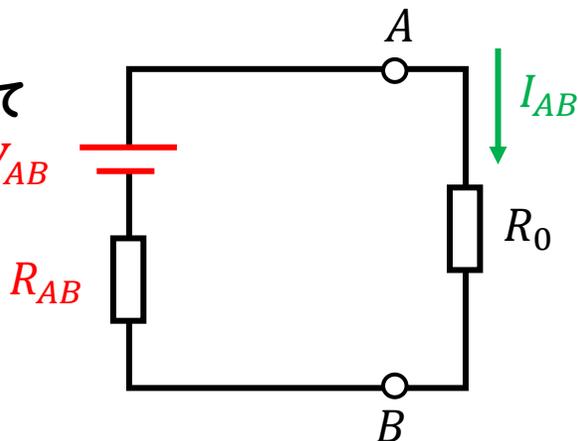


手順①
抵抗 R_0 を外した回路(1)の端子間ABの電圧 V_{AB} を求める

回路(2)



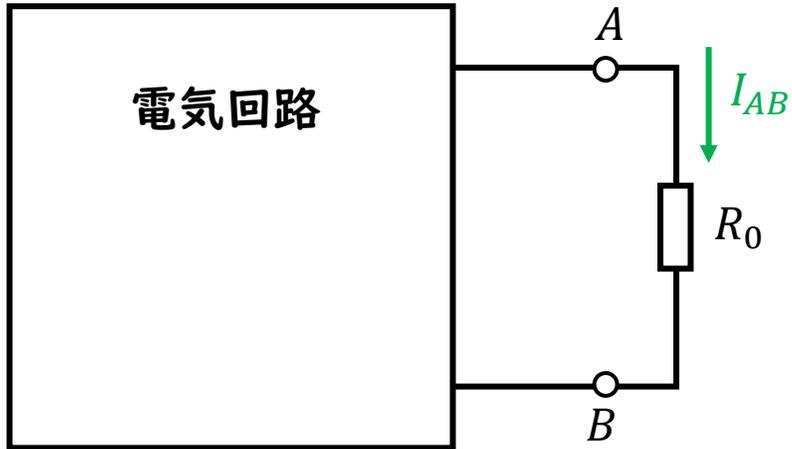
手順②
電圧源 V_{AB} を接続し、その他の電源はなくした回路(2)より抵抗 R_0 の電流を求める。
(電圧源は短絡、電流源は開放)



$$I_{AB} = \frac{V_{AB}}{R_{AB} + R_0}$$

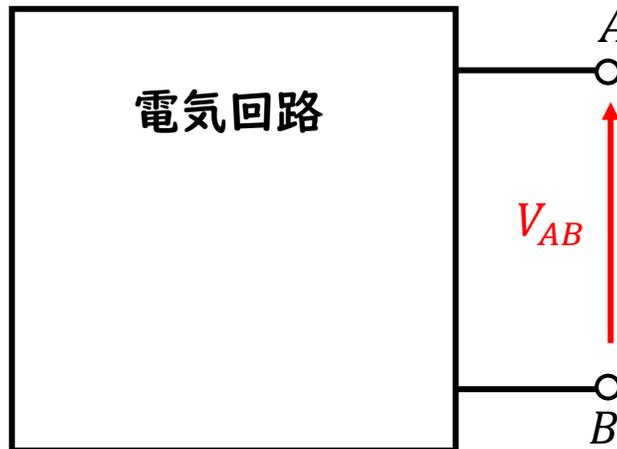
この講義の目標

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出する
 → 電気回路の基礎を理解を深めるために有効である



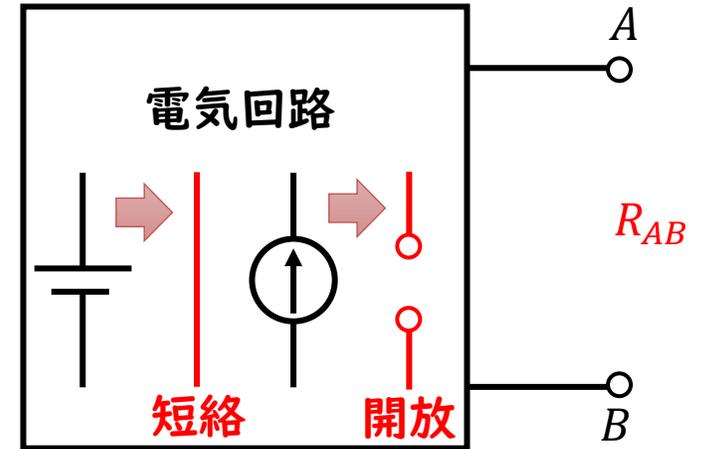
抵抗 R_0 に流れる電流 I_{AB} を求める

回路(1)



手順①
 抵抗 R_0 を外した回路(1)の
 端子間ABの電圧 V_{AB} を求める

回路(2)

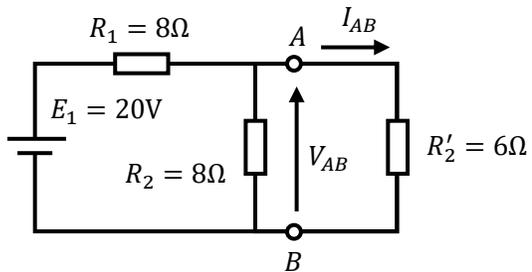


手順②
 電圧源 V_{AB} を接続し、その他の電源
 はなくした回路(2)より抵抗 R_0 の
 電流を求める。
 (電圧源は短絡、電流源は開放)

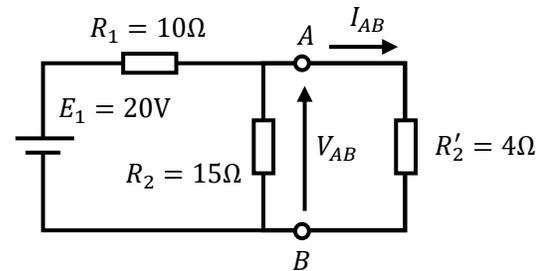
練習問題 I

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

(1)



(2)



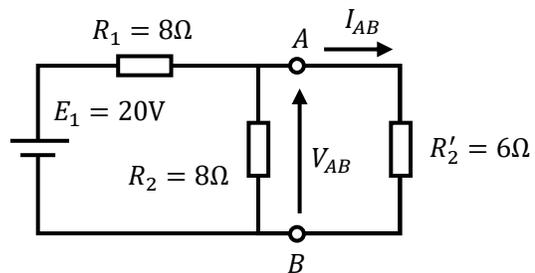
Ans. $V_{AB} =$ $R_{AB} =$ _____

Ans. $V_{AB} =$ $R_{AB} =$ _____

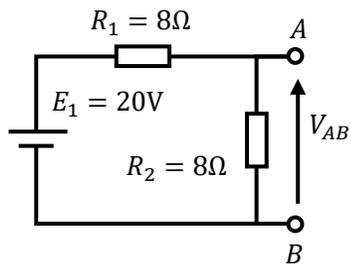
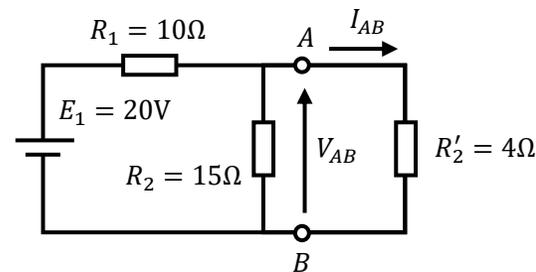
練習問題 I (解説)

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

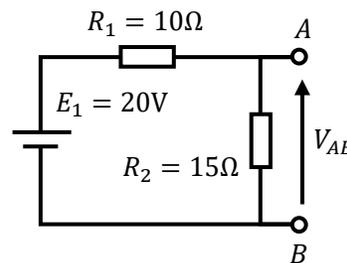
(1)



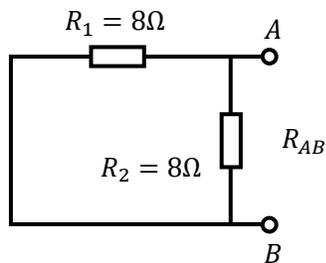
(2)



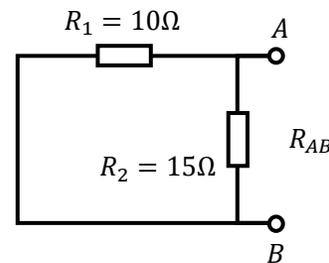
$$V_{AB} = \frac{E_1}{R_1 + R_2} \times R_2 = \frac{20}{8 + 8} \times 8 = 10V$$



$$V_{AB} = \frac{E_1}{R_1 + R_2} \times R_2 = \frac{20}{10 + 15} \times 15 = \frac{20}{25} \cdot 15 = 12V$$



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8 \times 8}{8 + 8} = \frac{8 \times 8}{16} = 4\Omega$$



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = \frac{150}{25} = 6\Omega$$

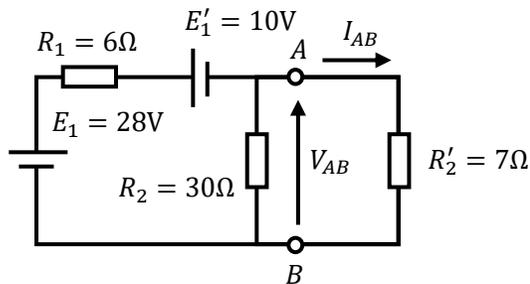
Ans. $V_{AB} = 10V$ $R_{AB} = 4\Omega$

Ans. $V_{AB} = 12V$ $R_{AB} = 6\Omega$

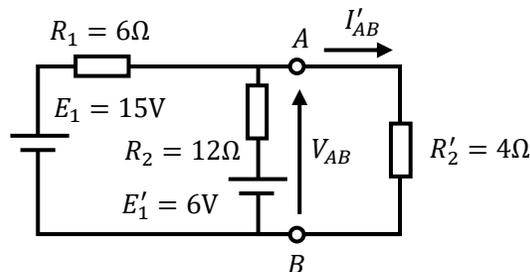
練習問題2

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

(1)



(2)



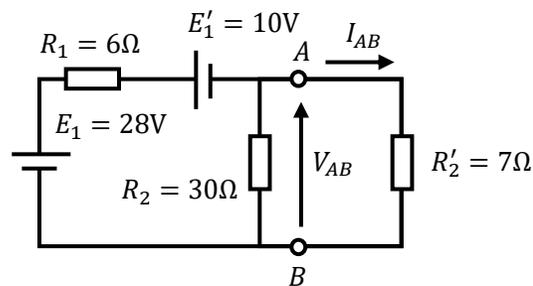
Ans. $V_{AB} =$ _____ $R_{AB} =$ _____

Ans. $V_{AB} =$ _____ $R_{AB} =$ _____

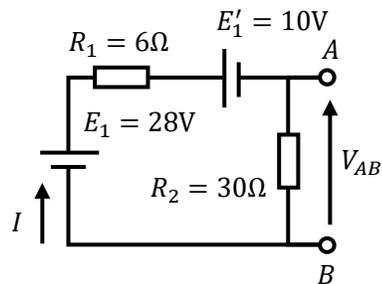
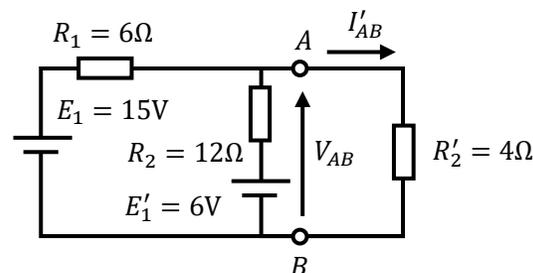
練習問題2 (解説)

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

(1)



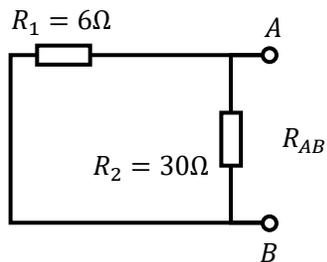
(2)



$$E_1 - E'_1 = R_1 I + R_2 I$$

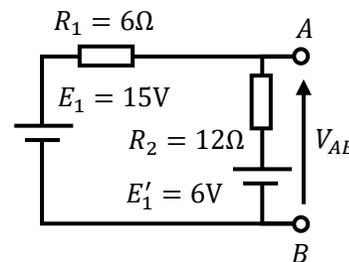
$$I = \frac{E_1 - E'_1}{R_1 + R_2} = \frac{28 - 10}{6 + 30} = \frac{18}{36} = \frac{1}{2} \text{ A}$$

$$V_{AB} = R_2 I = 30 \cdot \frac{1}{2} = 15 \text{ V}$$



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 30}{6 + 30} = \frac{180}{36} = 5 \Omega$$

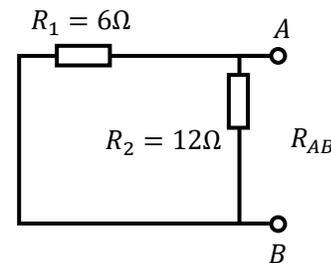
Ans. $V_{AB} = 15 \text{ V}$ $R_{AB} = 5 \Omega$



$$E_1 - E'_1 = R_1 I + R_2 I$$

$$I = \frac{E_1 - E'_1}{R_1 + R_2} = \frac{15 - 6}{6 + 12} = \frac{9}{18} = \frac{1}{2} \text{ A}$$

$$V_{AB} = R I + E'_1 = 12 \times \frac{1}{2} + 6 = 12 \text{ V}$$



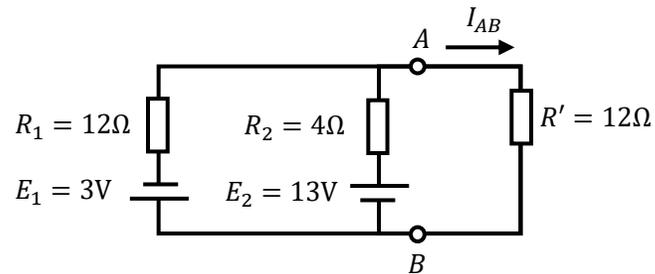
$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = \frac{6 \times 12}{18} = 4 \Omega$$

Ans. $V_{AB} = 12 \text{ V}$ $R_{AB} = 4 \Omega$

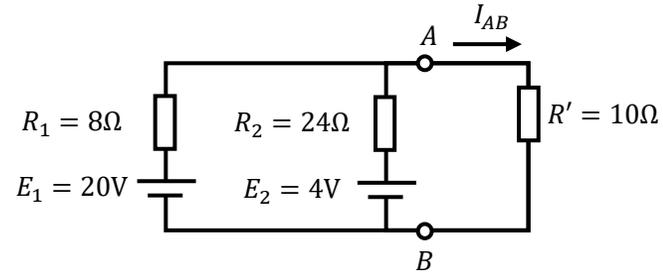
練習問題3

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

(1)



(2)



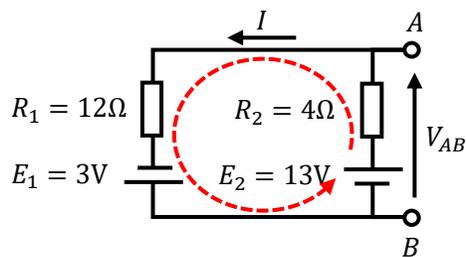
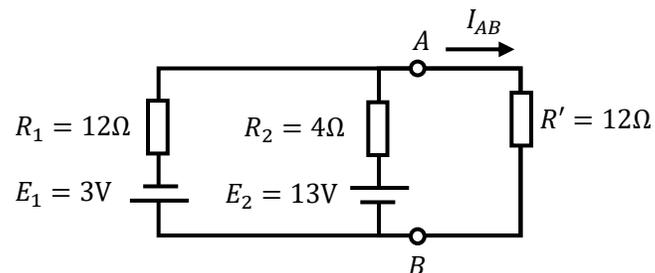
Ans. $V_{AB} =$ _____ $R_{AB} =$ _____

Ans. $V_{AB} =$ _____ $R_{AB} =$ _____

練習問題3 (解説)

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

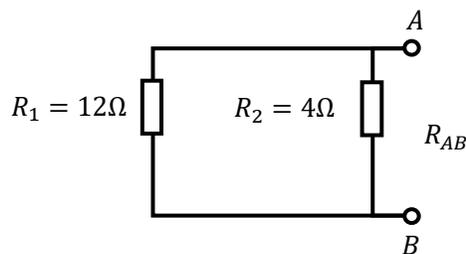
(1)



$$E_2 + E_1 = R_1 I + R_2 I$$

$$I = \frac{E_2 + E_1}{R_1 + R_2} = \frac{13 + 3}{12 + 4} = \frac{16}{16} = 1\text{A}$$

$$V_{AB} = E_2 - R_2 I = 13 - 4 \times 1 = 9\text{V}$$

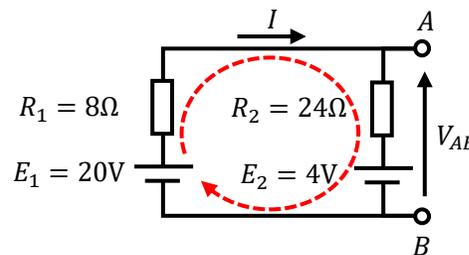
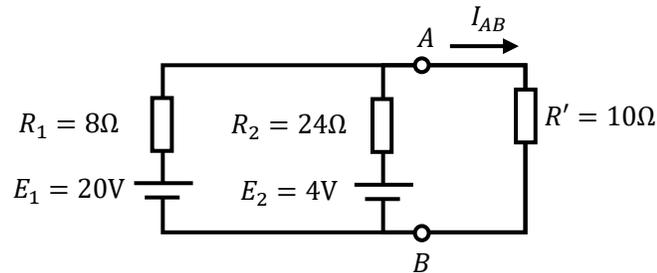


$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{12 \times 4}{12 + 4} = \frac{12 \times 4}{16} = 3\Omega$$

Ans. $V_{AB} = 9\text{V}$ $R_{AB} = 3\Omega$

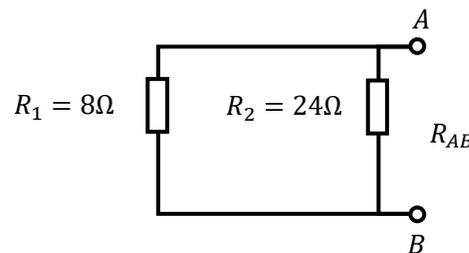
(2)



$$E_1 - E_2 = R_1 I + R_2 I$$

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 - 4}{8 + 24} = \frac{16}{32} = \frac{1}{2}\text{A}$$

$$V_{AB} = R_2 I + E_2 = 24 \times \frac{1}{2} + 4 = 16\text{V}$$



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

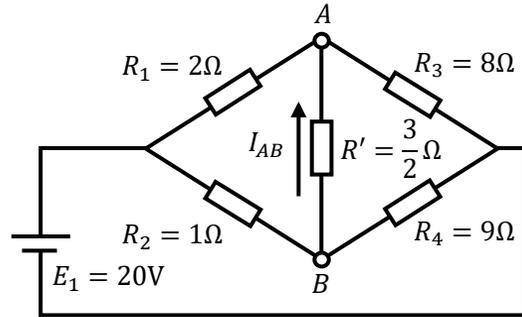
$$= \frac{8 \times 24}{8 + 24} = \frac{8 \times 24}{32} = 6\Omega$$

Ans. $V_{AB} = 16\text{V}$ $R_{AB} = 6\Omega$

練習問題4

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

(1)

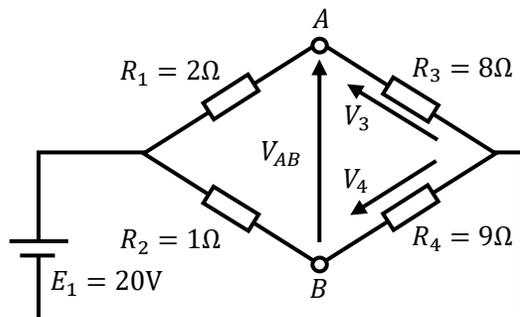
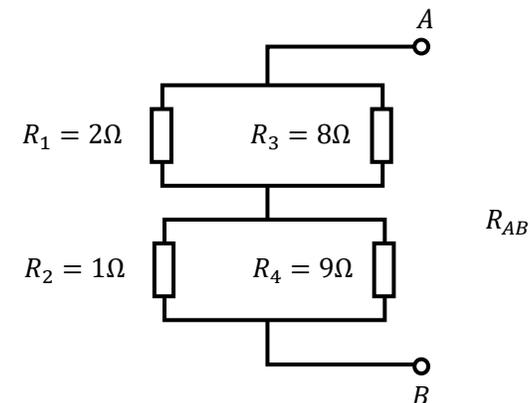
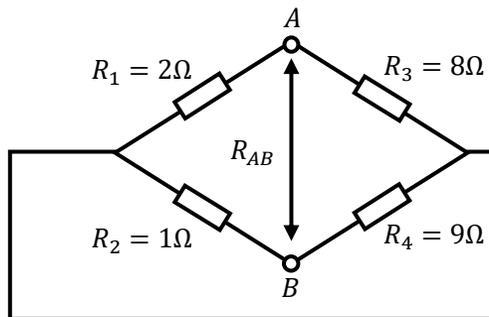
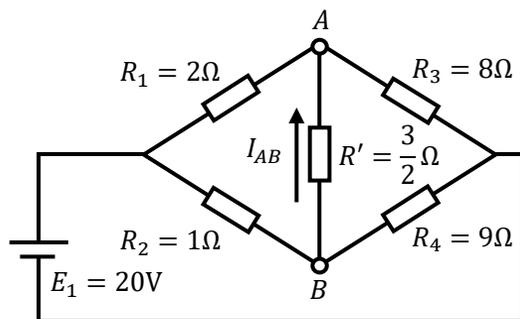


Ans. $V_{AB} =$ _____ $R_{AB} =$ _____

練習問題4 (解説)

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

(1)



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}$$

$$= \frac{2 \times 8}{2 + 8} + \frac{1 \times 9}{1 + 9} = \frac{16}{10} + \frac{9}{10}$$

$$= \frac{25}{10} = \frac{5}{2} \Omega$$

$$V_3 = \frac{E_1}{R_1 + R_3} \times R_3 = \frac{20}{2 + 8} \times 8 = 16V$$

$$V_4 = \frac{E_1}{R_2 + R_4} \times R_4 = \frac{20}{1 + 9} \times 9 = 18V$$

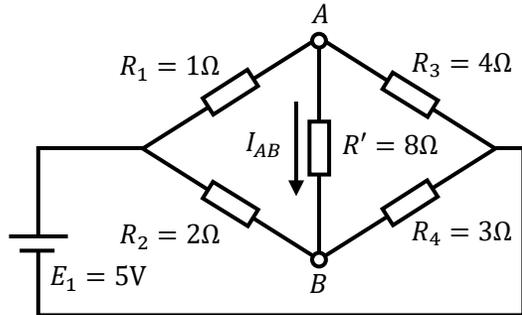
$$V_{AB} = V_3 - V_4 = 16 - 18 = -2V$$

Ans. $V_{AB} = -2V$ $R_{AB} = \frac{5}{2} \Omega$

練習問題5

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

(1)

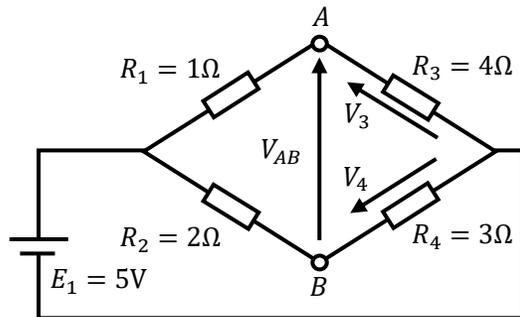
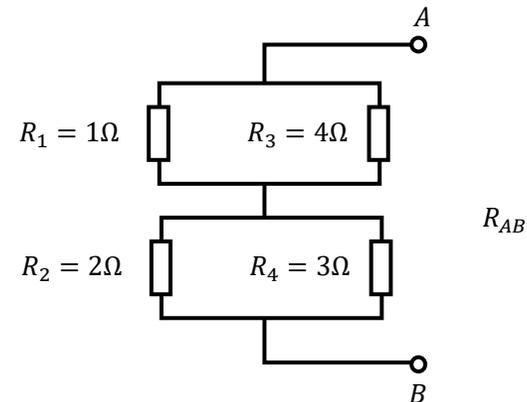
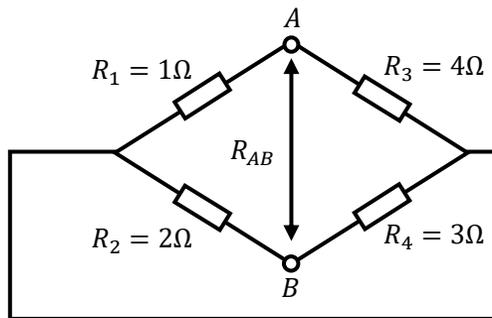
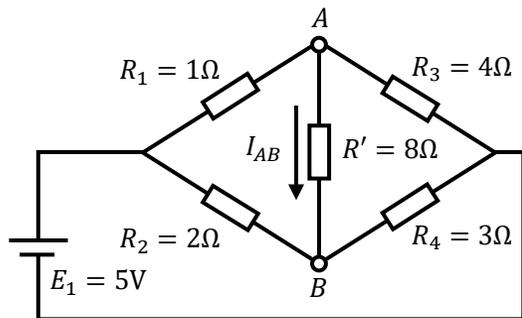


Ans. $V_{AB} =$ _____ $R_{AB} =$ _____

練習問題5 (解説)

テブナンの定理で必要となると V_{AB} を R_{AB} 導出を求めよ。

(1)



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}$$

$$= \frac{1 \times 4}{1 + 4} + \frac{2 \times 3}{2 + 3} = \frac{4}{5} + \frac{6}{5} = \frac{10}{5} = 2\Omega$$

$$V_3 = \frac{E_1}{R_1 + R_3} \times R_3 = \frac{5}{1 + 4} \times 4 = 4V$$

$$V_4 = \frac{E_1}{R_2 + R_4} \times R_4 = \frac{5}{2 + 3} \times 3 = 3V$$

$$V_{AB} = V_3 - V_4 = 4 - 3 = 1V$$

Ans. $V_{AB} = 1V$ $R_{AB} = 2\Omega$

ご聴講ありがとうございました
ございました!!