

問1 各問で与えられる抵抗 R に流れる電流 I をテブナンの定理を用いて導出せよ。
 また、テブナンの定理を用いて得られる等価回路も V_{ab} [V]、 R_{ab} [Ω]併せて導出せよ。(小問各10点)

(1) 図1の回路の I [A]、 V_{ab} [V]、 R_{ab} [Ω]の値を求めよ。

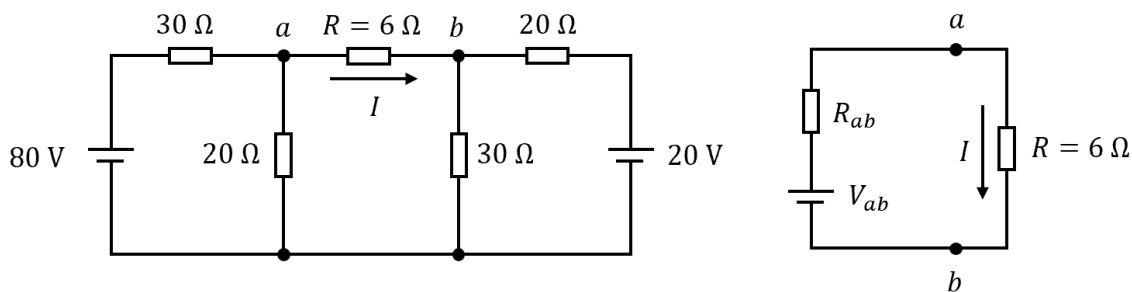
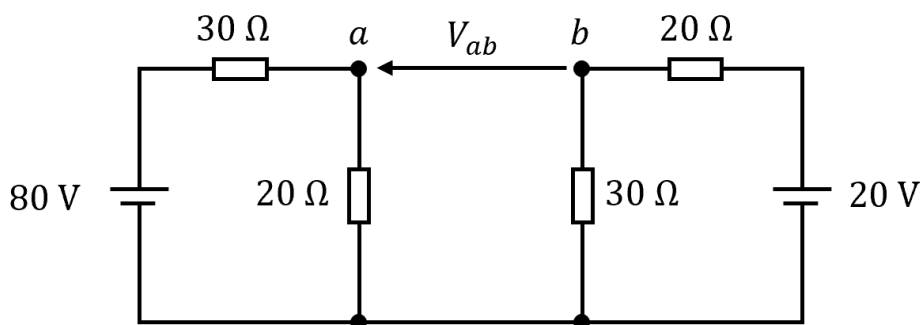
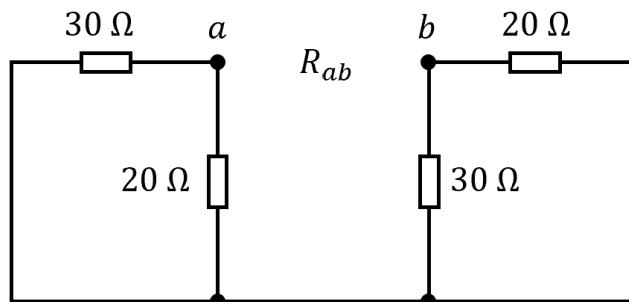


図1 (右の回路はテブナンの定理を用いた等価回路)



$$V_{ab} = \frac{20}{30 + 20} \times 80 - \frac{30}{30 + 20} \times 20$$

$$V_{ab} = 32 - 12 = 20 \text{ V}$$



$$R_{ab} = \frac{30 \times 20}{30 + 20} + \frac{30 \times 20}{30 + 20} = 12 + 12 = 24 \text{ } \Omega$$

$$I = \frac{V_{ab}}{R_{ab} + R} = \frac{20}{24 + 6} = \frac{2}{3} = 0.67 \text{ A}$$

(2) 図2の回路の I [A]、 V_{ab} [V]、 R_{ab} [Ω]の値を求めよ。

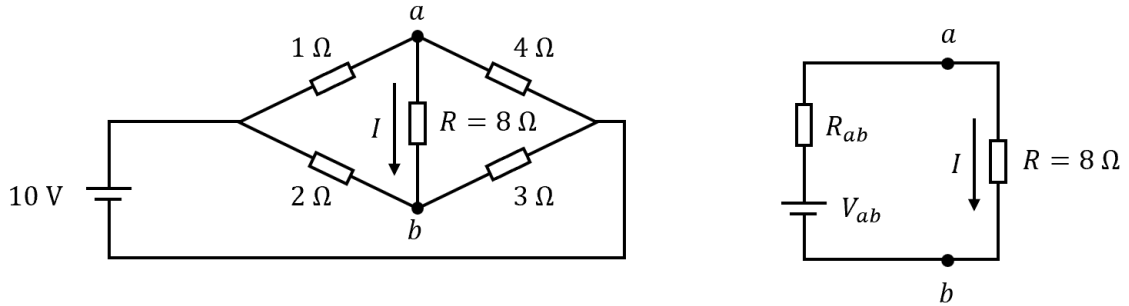
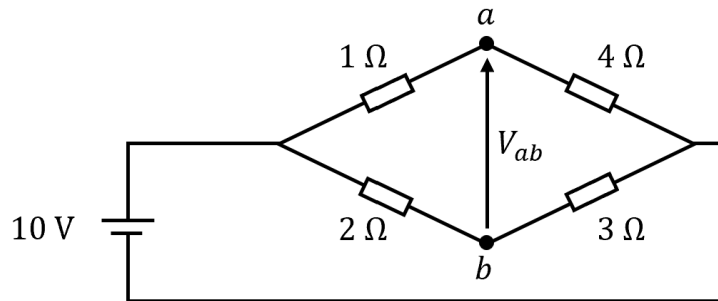
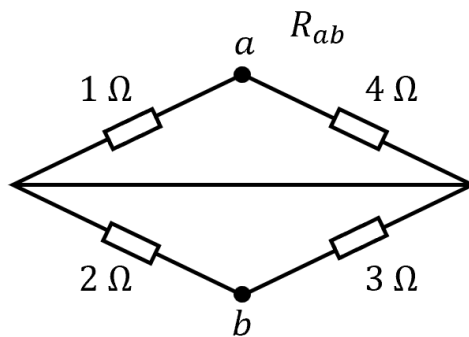


図2 (右の回路はテブナンの定理を用いた等価回路)



$$V_{ab} = \frac{4}{1+4} \times 10 - \frac{3}{2+3} \times 10 = 8 - 6 = 2 \text{ V}$$



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

$$I = \frac{V_{ab}}{R_{ab} + R} = \frac{2}{2 + 8} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ A}$$

(3) 図3の回路の I [A]、 V_{ab} [V]、 R_{ab} [Ω]の値を求めよ。

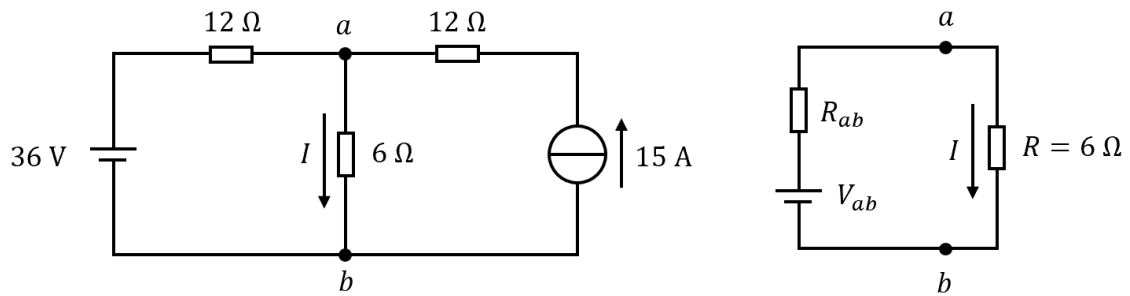
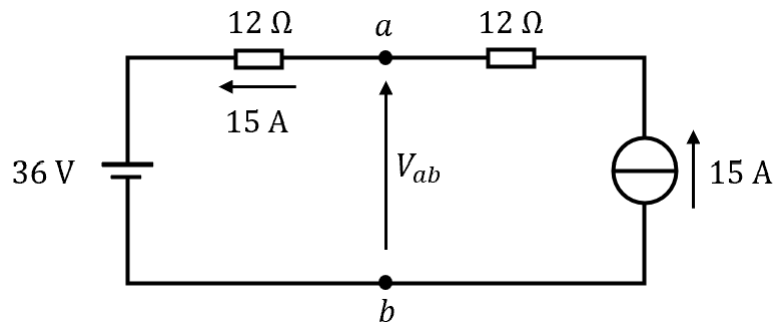
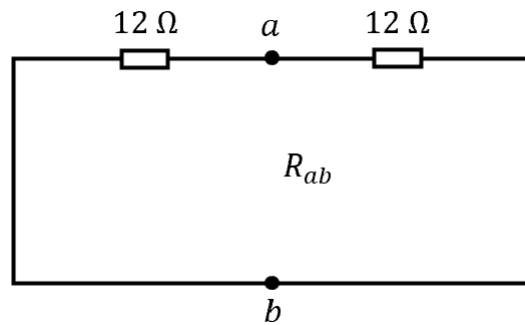


図3 (右の回路はテブナンの定理を用いた等価回路)



$$V_{ab} = 12\ \Omega \times 15\ \text{A} + 36\ \text{V} = 216\ \text{V}$$

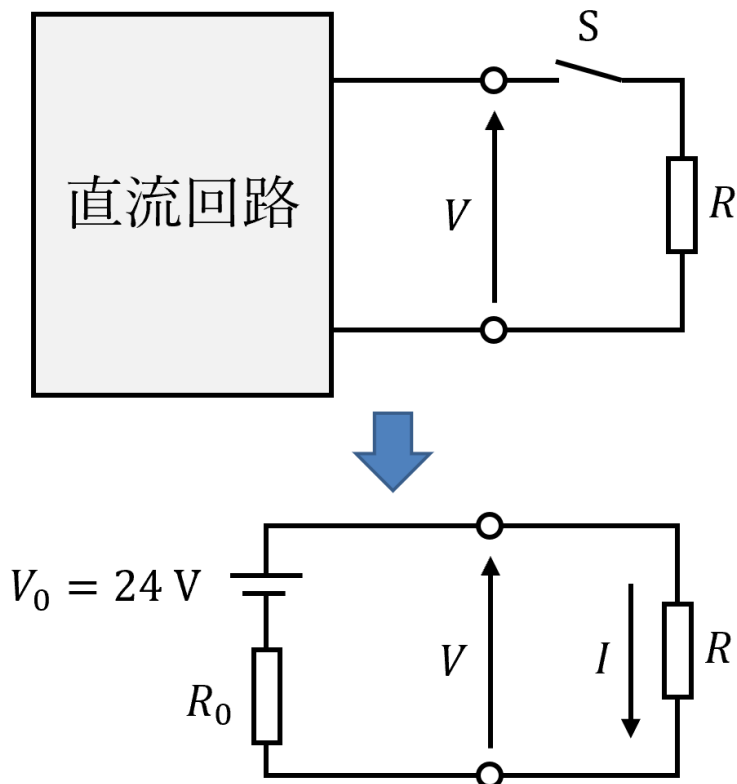


$$R_{ab} = 12\ \Omega$$

$$I = \frac{V_{ab}}{R_{ab} + R} = \frac{216}{12 + 6} = \frac{216}{18} = 12\ \text{A}$$

問2

スイッチ S を開いたときの端子電圧 $V = 24 \text{ V}$ が、テブナンの定理の等価回路の電源電圧 V_0 となる。2 端子からみた直流回路の抵抗を R_0 とすると、テブナンの定理の等価回路は以下のように表すことができる。



抵抗 $R = 5 \Omega$ をつないだとき、

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15}{5} = 3 \text{ A}$$

$$I = \frac{V_0}{R_0 + R} \rightarrow R_0 + R = \frac{V_0}{I} = \frac{24}{3} = 8$$

$$R_0 = 8 - R = 8 - 5 = 3 \Omega$$

抵抗 $R = 9 \Omega$ をつないだとき、

$$I = \frac{V_0}{R_0 + R} = \frac{24}{3 + 9} = 2 \text{ A}$$

$$V = RI = 9 \times 2 = 18 \text{ V}$$

問3 三相三線の送電線において、変圧器の二次側に1線に対してB種接地工事を施した。各相の送電線の対地容量を C [C]としたとき、接地抵抗 R_B に流れる接地電流 I_B をテブナンの定理を用いて導出する。ここで各送電線の線間電圧の実効値 V は、角周波数は ω とする。各問に答えよ。(小問各10点)

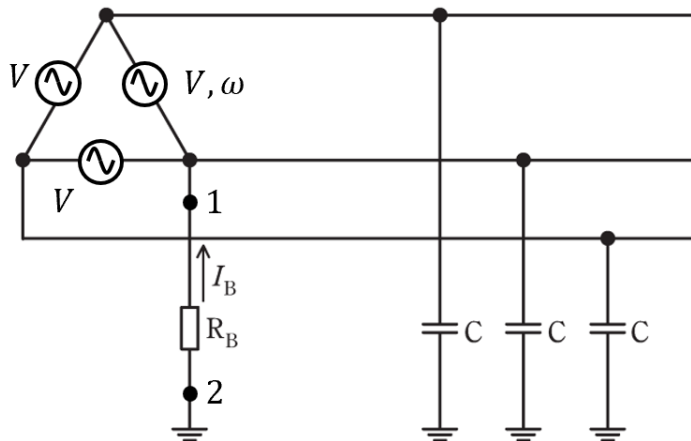


図1

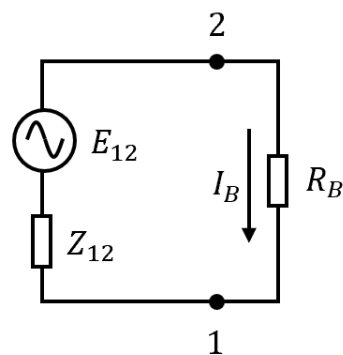
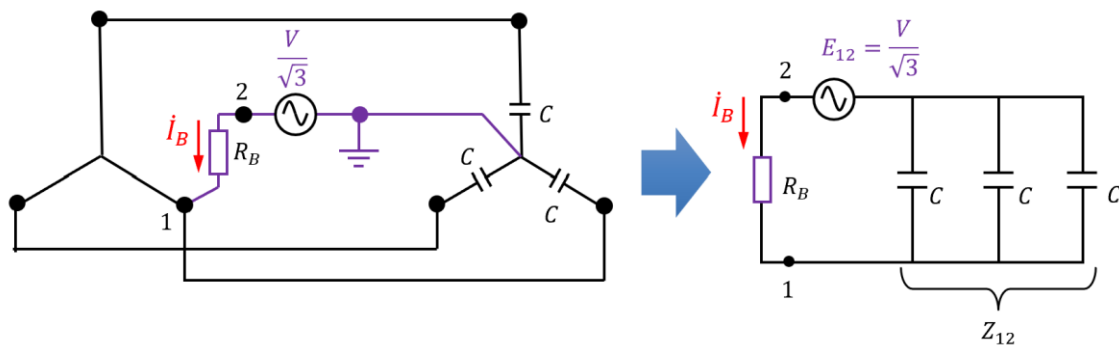


図2

(1) 図2の回路はテブナンの定理を用いた等価回路である。図2の E_{12} 、 Z_{12} を式で示せ。



$$E_{12} = \frac{V}{\sqrt{3}}$$

$$Z_{12} = \frac{1}{j3\omega C} = -j \frac{1}{3\omega C}$$

(2) 接地電流 I_B の大きさを式で示せ。

$$I_B = \frac{E_{12}}{Z_{12}} = \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{\left| R_B - j \frac{1}{3\omega C} \right|} = \frac{1}{\sqrt{R_B^2 + \left(\frac{1}{3\omega C} \right)^2}} \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{3\omega C}{\sqrt{1 + 9\omega^2 C^2 R_B^2}} \frac{V}{\sqrt{3}}$$