

電験どうでしょう管理人
KWG presents

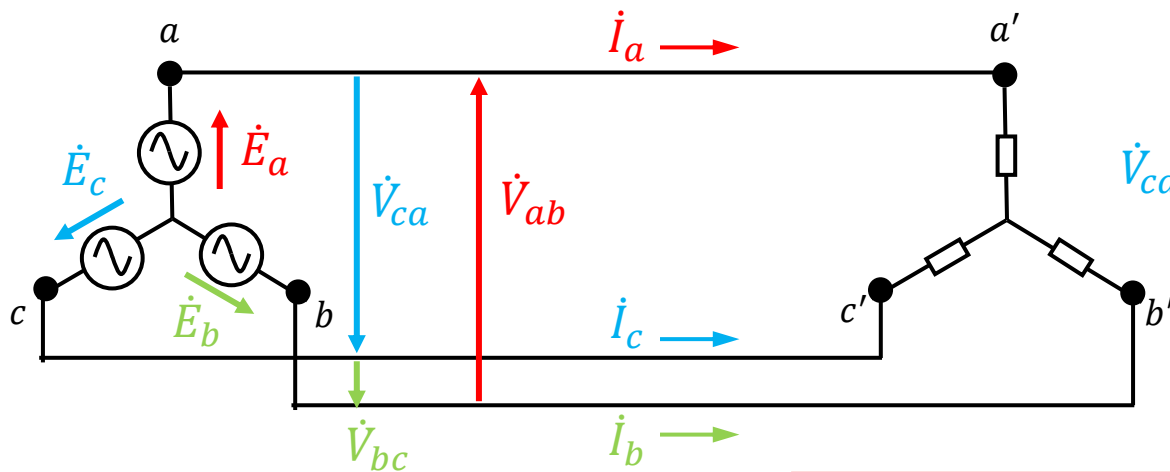
電験オンライン塾

第4回 三相交流 ~ベクトルに関する問題(2)~

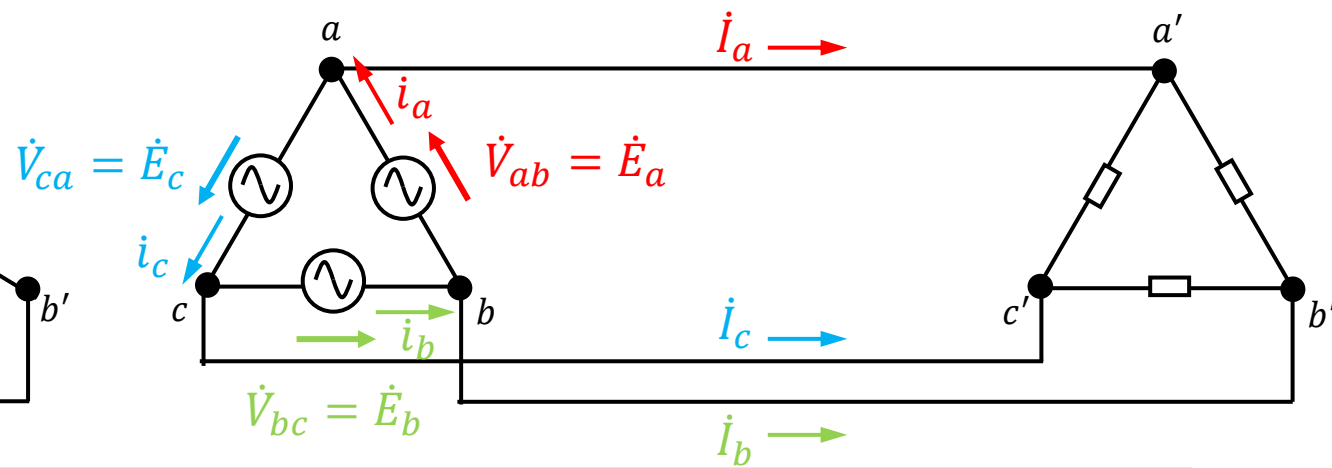
2022.01.08 Sat

Y結線とΔ結線

Y結線



Δ結線



$\dot{E}_a, \dot{E}_b, \dot{E}_c$: 相電圧

$\dot{V}_{ab}, \dot{V}_{bc}, \dot{V}_{ca}$: 線間電圧

i_a, i_b, i_c : 相電流

$\dot{I}_a, \dot{I}_b, \dot{I}_c$: 線電流

Y結線

線電流 = 相電流

線間電圧 = $\sqrt{3}$ × 相電圧

線間電圧は相電圧より位相が 30° 進む

Δ結線

線間電圧 = 相電圧

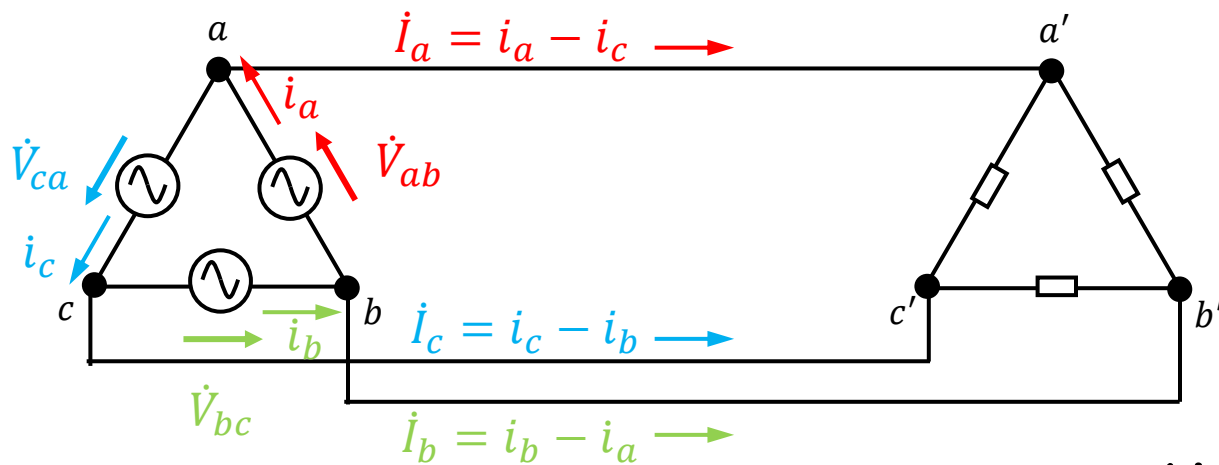
線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流

線電流は相電流より位相が 30° 遅れる

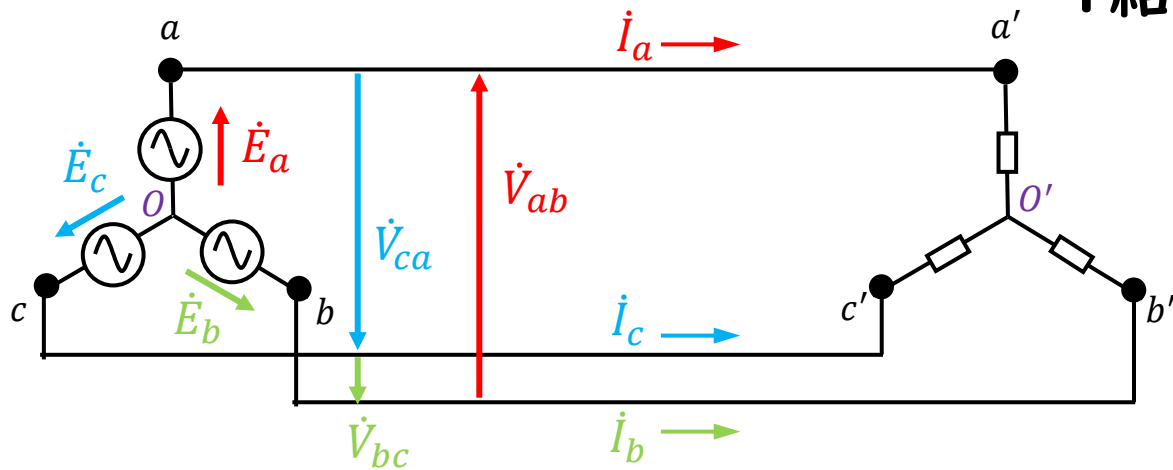
(相電流は線電流より位相が 30° 進む)

Δ-Y変換

Δ結線



Y結線



$\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍

$$E_a = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}}$$

$$E_b = \frac{V_{bc}}{\sqrt{3}}$$

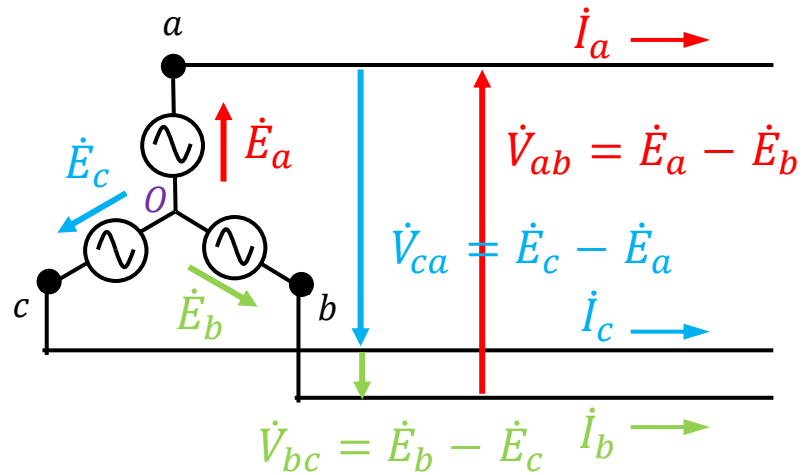
$$E_c = \frac{V_{ca}}{\sqrt{3}}$$

$\frac{1}{3}$ 倍

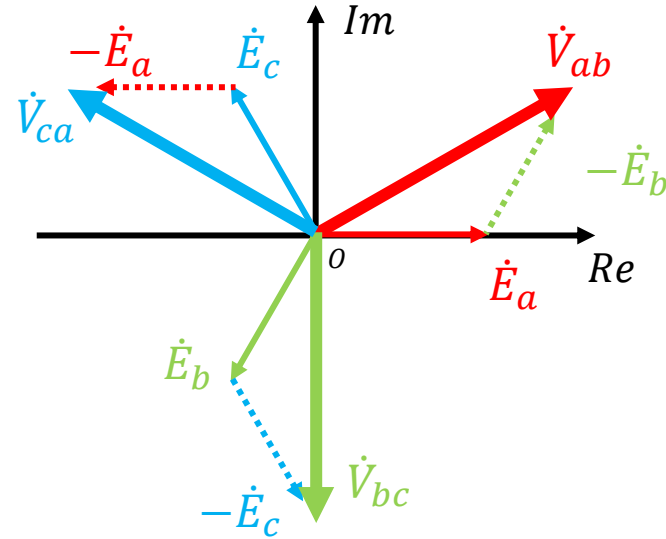
R	ωL	$\frac{1}{\omega C}$
↓	↓	↓
$\frac{R}{3}$	$\frac{\omega L}{3}$	$\frac{1}{3\omega C}$
$R' = \frac{R}{3}$	$L' = \frac{L}{3}$	$C' = 3C$

三相交流のベクトル(まとめ)

Y結線

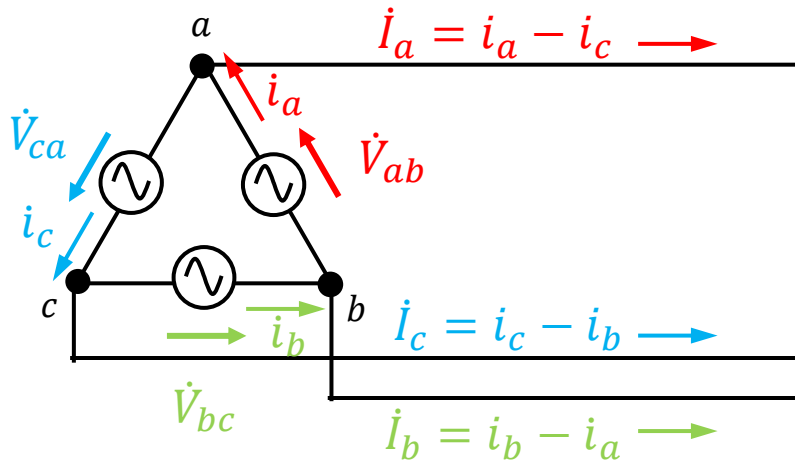


電圧のベクトル

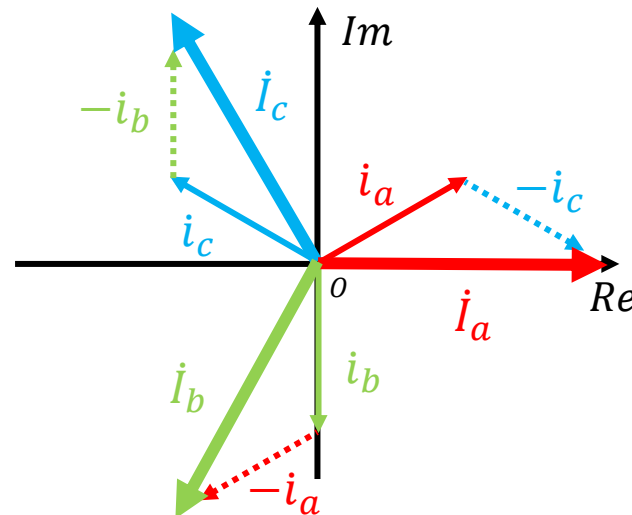


線電流 = 相電流
 線間電圧 = $\sqrt{3}$ × 相電圧
 線間電圧は相電圧より
 位相が 30° 進む

Δ結線



電流のベクトル

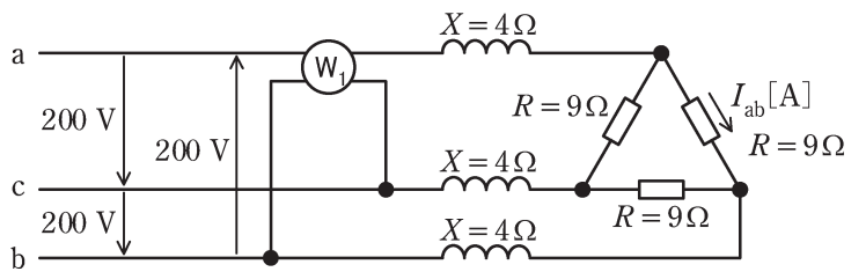


線間電圧 = 相電圧
 線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流
 線電流は相電流より
 位相が 30° 遅れる
 (相電流は線電流より
 位相が 30° 進む)

R02 問15

問 15 図のように、線間電圧(実効値)200 V の対称三相交流電源に、1 台の単相電力計 W_1 、 $X=4\Omega$ の誘導性リアクタンス 3 個、 $R=9\Omega$ の抵抗 3 個を接続した回路がある。単相電力計 W_1 の電流コイルは a 相に接続し、電圧コイルは b-c 相間に接続され、指示は正の値を示していた。この回路について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、対称三相交流電源の相順は、a, b, c とし、単相電力計 W_1 の損失は無視できるものとする。



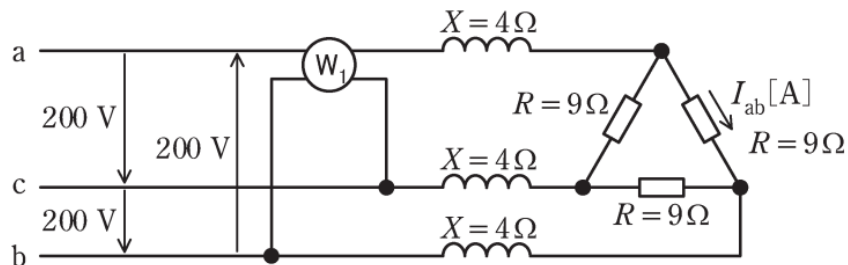
(a) $R=9\Omega$ の抵抗に流れる電流 I_{ab} の実効値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 6.77 (2) 13.3 (3) 17.3 (4) 23.1 (5) 40.0

(b) 単相電力計 W_1 の指示値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0 (2) 2.77 (3) 3.70 (4) 4.80 (5) 6.40

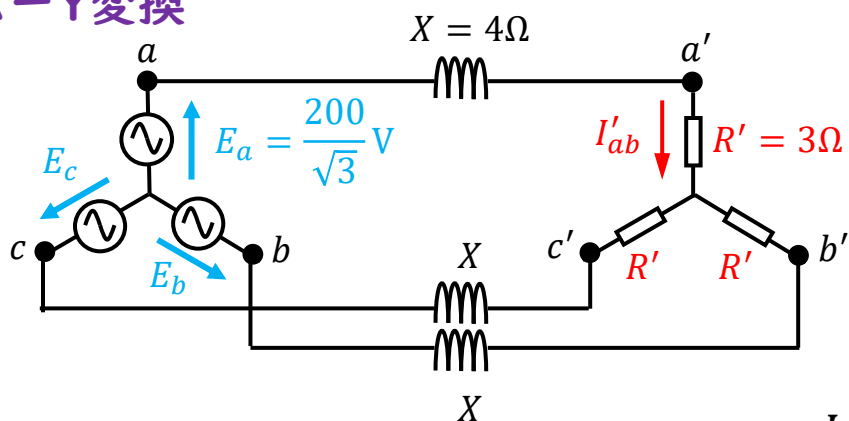
導出のポイント (設問a)



I'_{ab} を求める

$$I'_{ab} = \frac{E_a}{Z} = \frac{E_a}{\sqrt{R^2 + X^2}} = \frac{200}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

Δ-Y変換



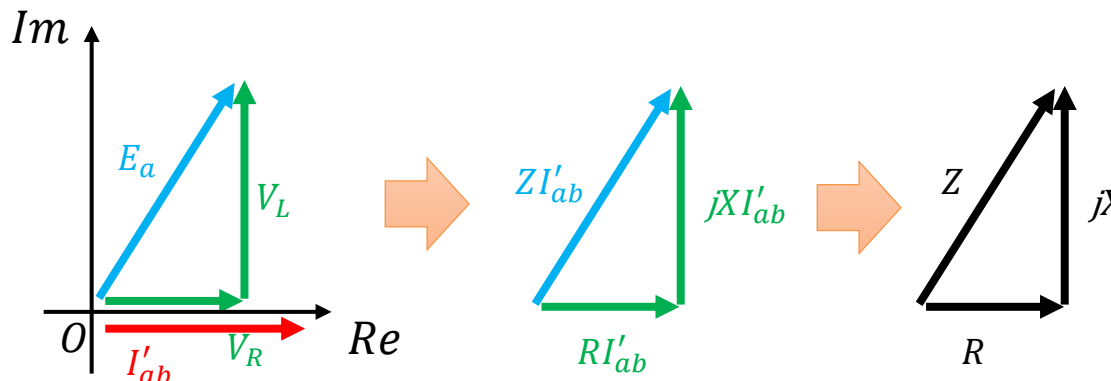
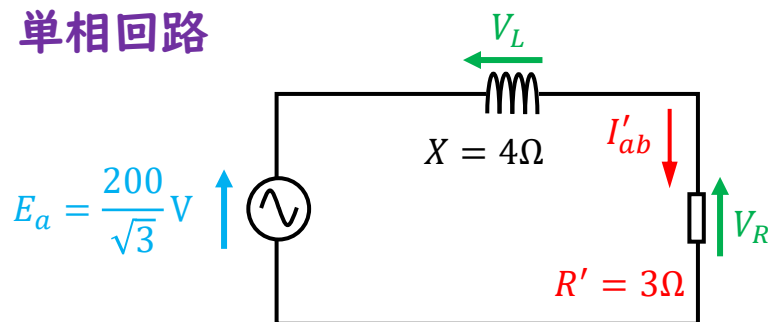
I'_{ab} から I_{ab} へ変換する

線電流から相電流の変換

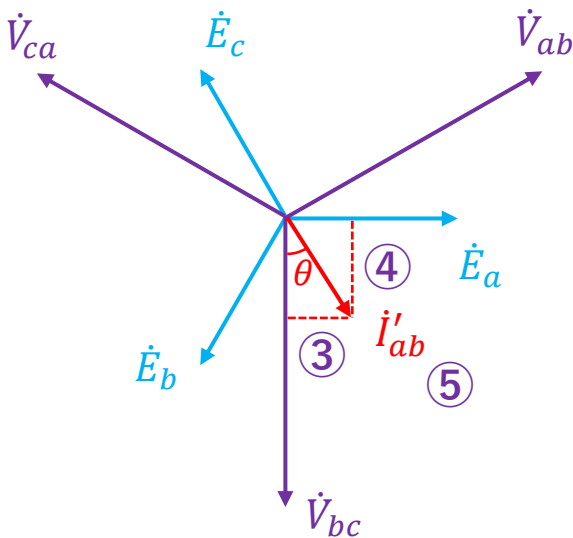
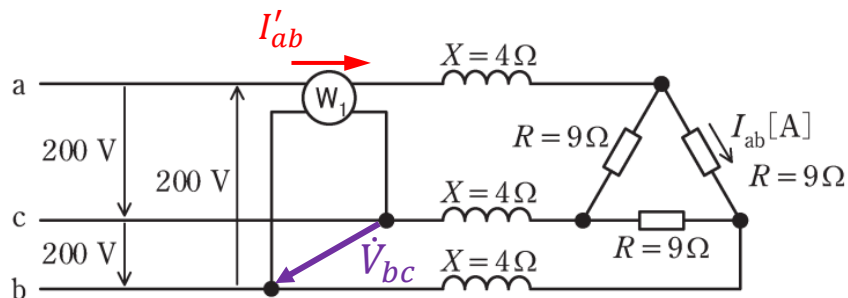
- ・電流の大きさは $1/\sqrt{3}$ 倍
- ・位相は 30° 進む

$$I_{ab} = \frac{I'_{ab}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{40}{\sqrt{3}} = \frac{40}{3} = 13.3 \text{ A}$$

単相回路



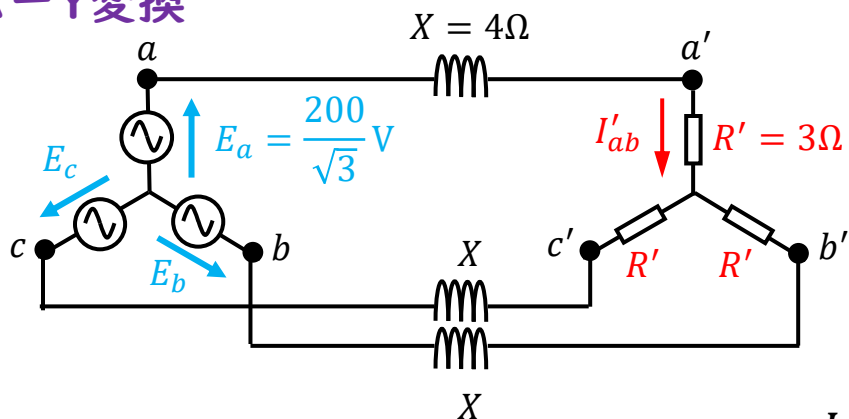
導出のポイント (設問b)



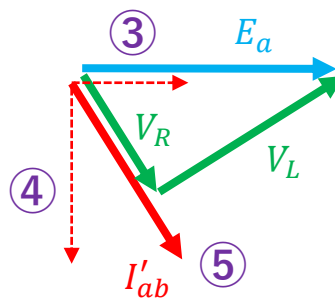
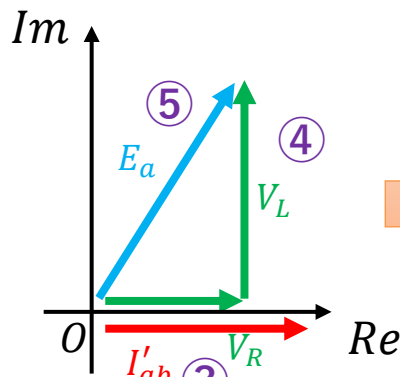
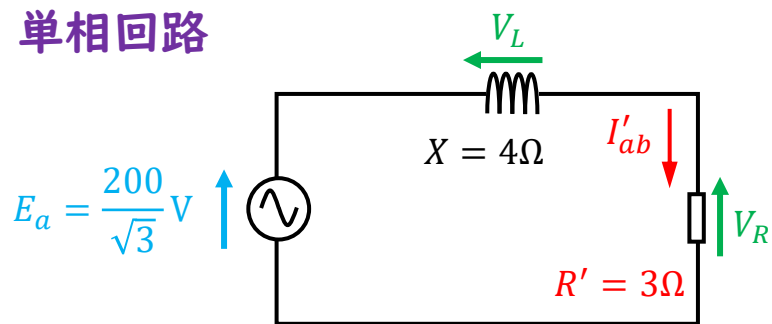
ベクトル図から \dot{V}_{bc} と \dot{I}'_{ab} の位相関係を確認する

$$P = V_{bc} I'_{ab} \cos \theta = 200 \times \frac{40}{\sqrt{3}} \times \frac{4}{5} = 3695 \text{ W} = 3.70 \text{ kW}$$

Δ-Y変換



単相回路



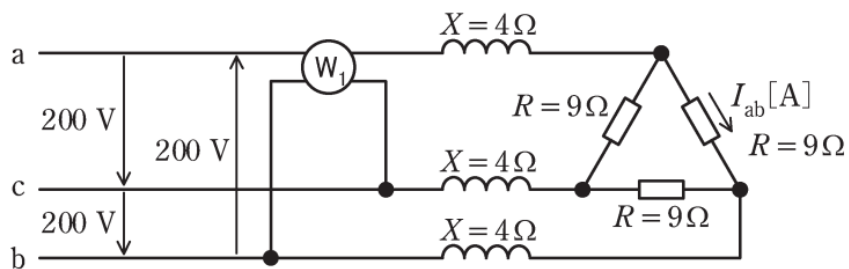
$$I'_{ab} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

$$I_{ab} = 13.3 \text{ A}$$

R02 問15

問 15 図のように、線間電圧(実効値)200 V の対称三相交流電源に、1 台の単相電力計 W_1 、 $X=4\Omega$ の誘導性リアクタンス 3 個、 $R=9\Omega$ の抵抗 3 個を接続した回路がある。単相電力計 W_1 の電流コイルは a 相に接続し、電圧コイルは b-c 相間に接続され、指示は正の値を示していた。この回路について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、対称三相交流電源の相順は、a, b, c とし、単相電力計 W_1 の損失は無視できるものとする。



(a) $R=9\Omega$ の抵抗に流れる電流 I_{ab} の実効値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 6.77 (2) 13.3 (3) 17.3 (4) 23.1 (5) 40.0

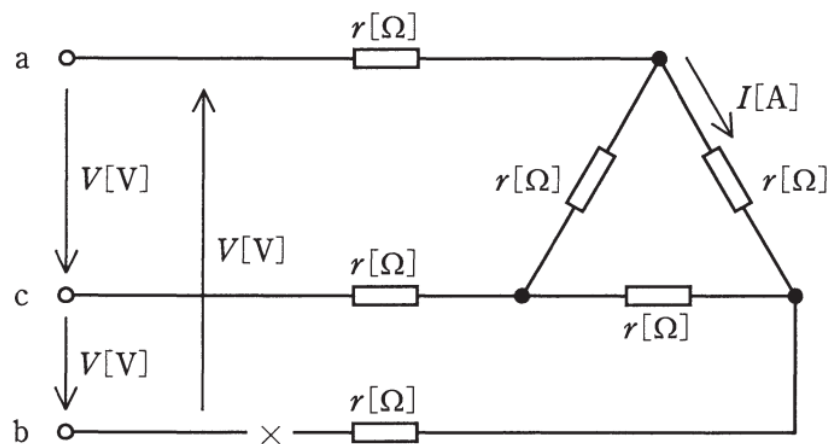
(b) 単相電力計 W_1 の指示値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0 (2) 2.77 (3) 3.70 (4) 4.80 (5) 6.40

H28 問15

問15 図のように、 $r[\Omega]$ の抵抗6個が線間電圧の大きさ $V[V]$ の対称三相電源に接続されている。b相の×印の位置で断線し、c-a相間が単相状態になったとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、電源の線間電圧の大きさ及び位相は、断線によって変化しないものとする。



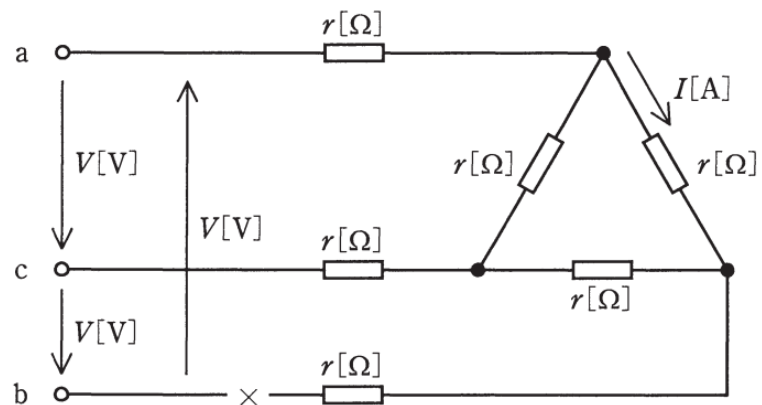
(a) 図中の電流 I の大きさ[A]は、断線前の何倍となるか。その倍率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.50 (2) 0.58 (3) 0.87 (4) 1.15 (5) 1.73

(b) ×印の両側に現れる電圧の大きさ[V]は、電源の線間電圧の大きさ $V[V]$ の何倍となるか。その倍率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0 (2) 0.58 (3) 0.87 (4) 1.00 (5) 1.15

導出のポイント (設問a)



(a) 図中の電流 I の大きさ [A] は、断線前の何倍となるか。その倍率として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

断線前の回路から I' を求める

$$I' = \frac{E_a}{r + r'} = \frac{V/\sqrt{3}}{r + r/3} = \frac{V/\sqrt{3}}{4r/3} = \frac{V}{\sqrt{3}} \times \frac{3}{4r} = \frac{\sqrt{3}V}{4r}$$

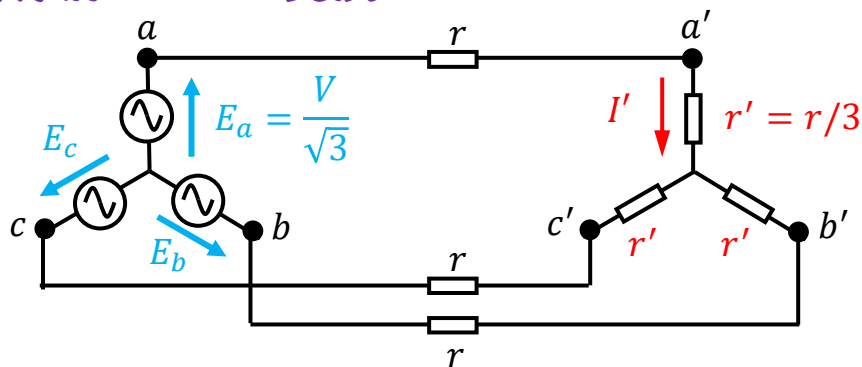
I から I' へ変換する

$$I = \frac{I'}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}V}{4r} = \frac{V}{4r}$$

線電流から相電流の変換

- ・電流の大きさは $1/\sqrt{3}$ 倍
- ・位相は 30° 進む

断線前： Δ - Y 変換



断線後の回路から I を求める

$$\frac{V}{I_0} = 2r + \frac{r \cdot 2r}{r + 2r} = 2r + \frac{2r}{3} = \frac{8}{3}r$$

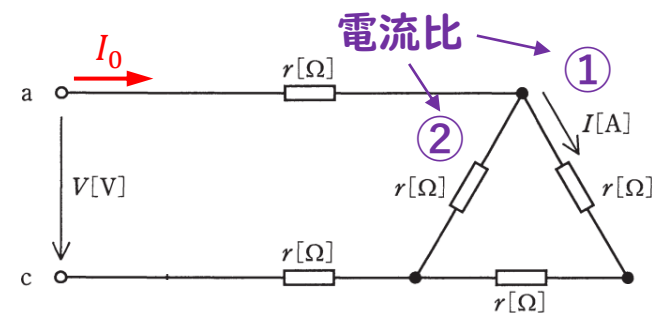
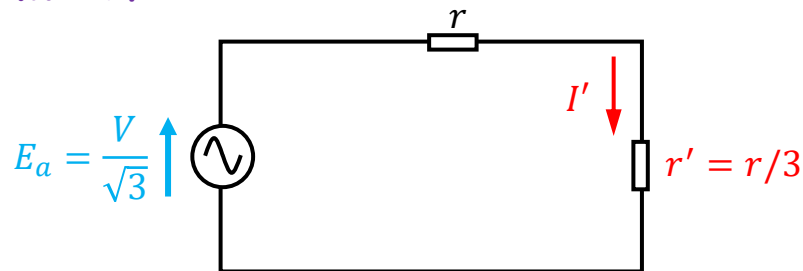
$$I_0 = \frac{3V}{8r}$$

$$I = \frac{1}{3}I_0 = \frac{1}{3} \times \frac{3V}{8r} = \frac{V}{8r}$$

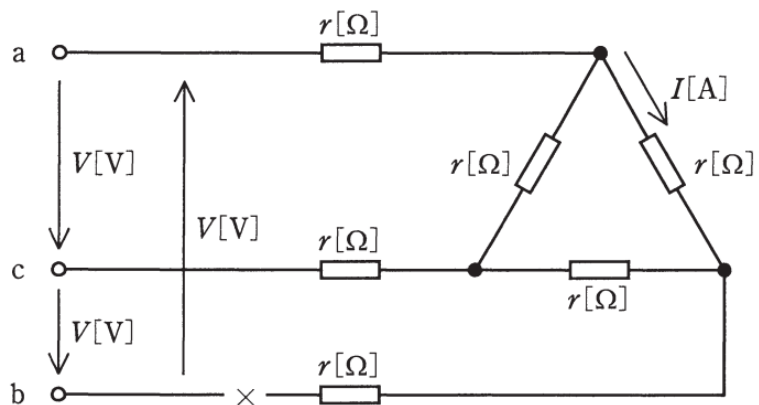
断線前後の電流の変化を求める

$$\frac{\text{断線後の電流}}{\text{断線前の電流}} = \frac{V/8r}{V/4r} = \frac{V}{8r} \times \frac{4r}{V} = \frac{1}{2} = 0.5$$

单相回路

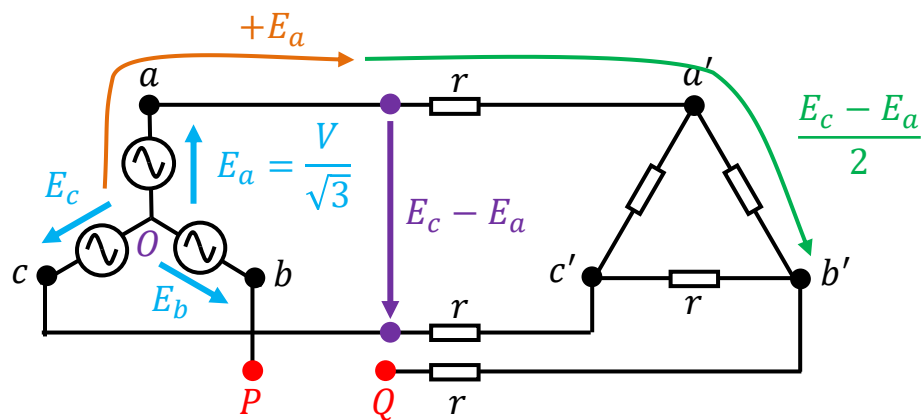


導出のポイント (設問b)



(b) ×印の両側に現れる電圧の大きさ[V]は、電源の線間電圧の大きさV[V]の何倍となるか。その倍率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

V_{PQ} をベクトル図から求める

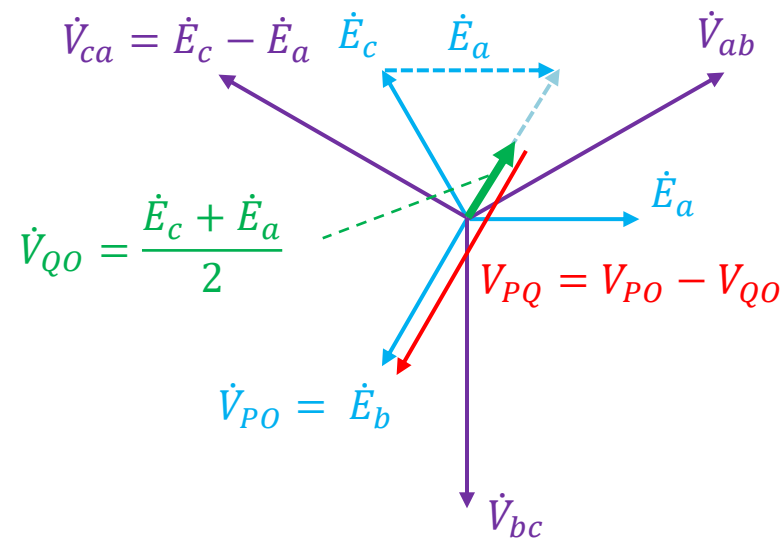


$$V_{QO} = \frac{E_c - E_a}{2} + E_a = \frac{E_c + E_a}{2}$$

$$V_{PO} = E_b$$

$$V_{PQ} = V_{PO} - V_{QO}$$

中性点Oを基準に電位差を考える



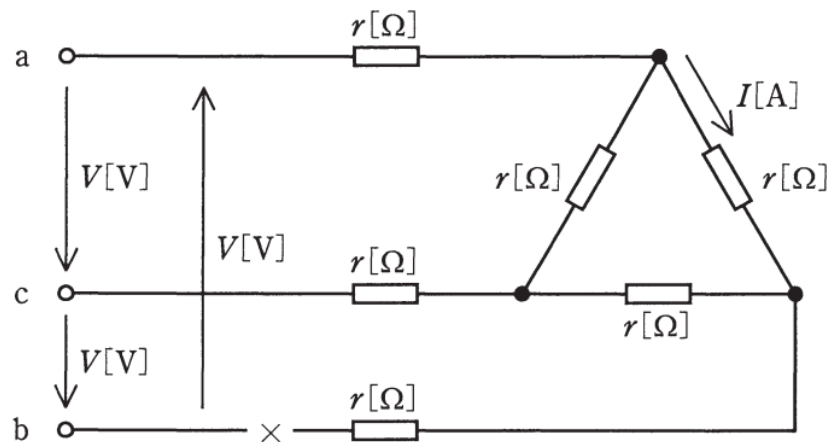
$$V_{PQ} = V_{PO} - V_{QO} = \frac{1}{2} \frac{V}{\sqrt{3}} + \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{3}{2} \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} V = 0.87V$$

Ans. 0.87倍

H28 問15

問15 図のように、 $r[\Omega]$ の抵抗6個が線間電圧の大きさ $V[V]$ の対称三相電源に接続されている。b相の×印の位置で断線し、c-a相間が単相状態になったとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、電源の線間電圧の大きさ及び位相は、断線によって変化しないものとする。



(a) 図中の電流 I の大きさ[A]は、断線前の何倍となるか。その倍率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.50 (2) 0.58 (3) 0.87 (4) 1.15 (5) 1.73

(b) ×印の両側に現れる電圧の大きさ[V]は、電源の線間電圧の大きさ $V[V]$ の何倍となるか。その倍率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0 (2) 0.58 (3) 0.87 (4) 1.00 (5) 1.15

ご聴講ありがとうございました
ございました!!