

電験どうでしょう管理人
KWG presents

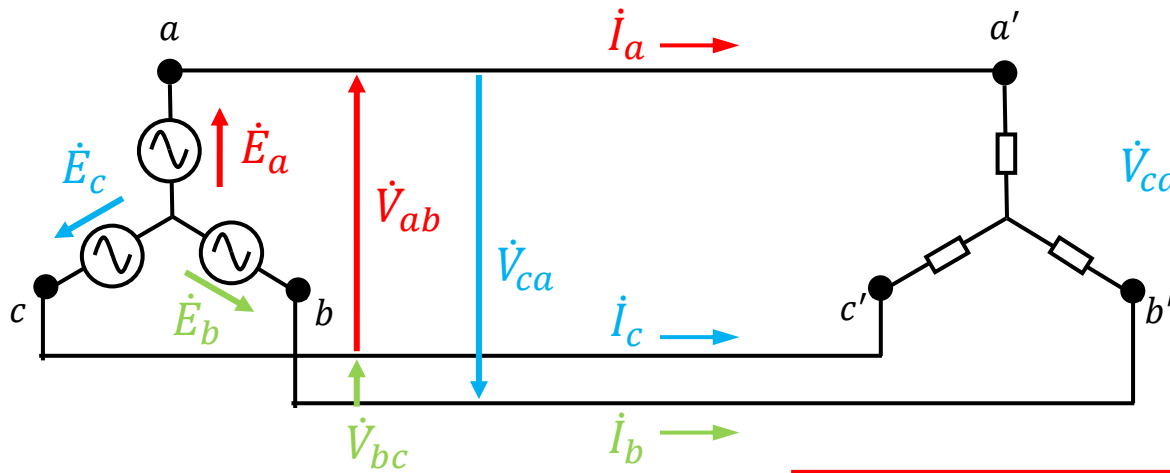
短期集中講座

三相交流

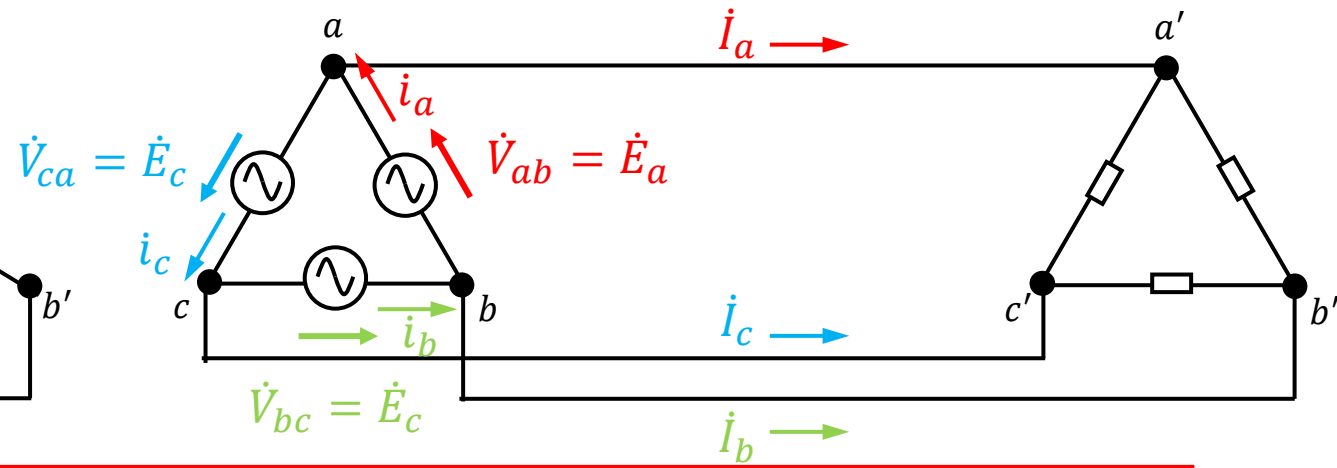
2023.06.10 Sat

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

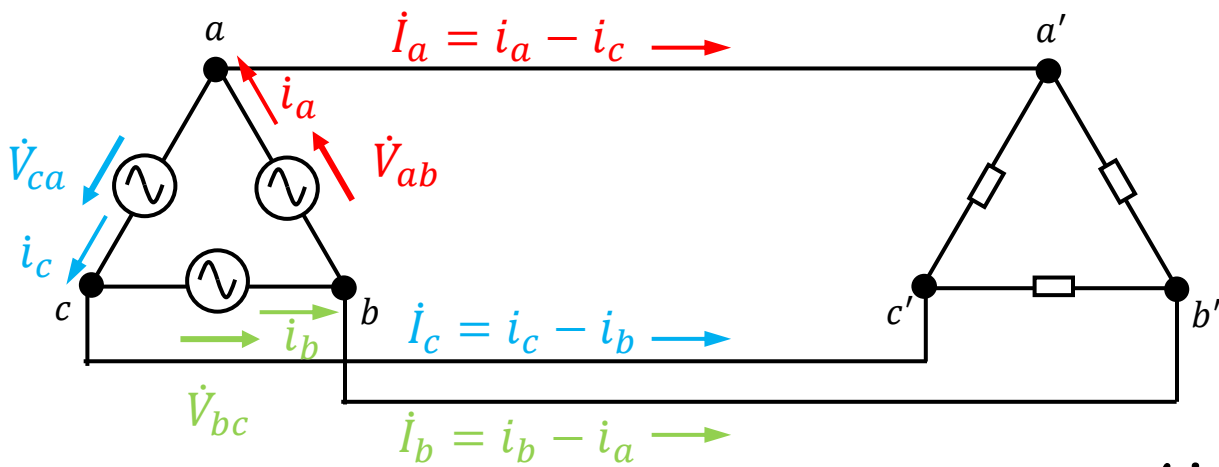
線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流

線電流は相電流より位相が 30° 遅れる

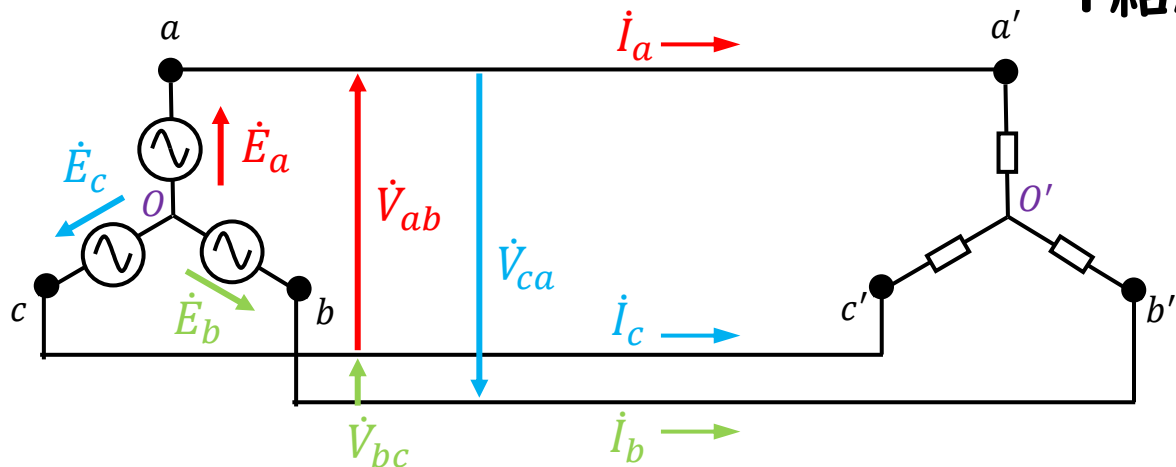
(相電流は線電流より位相が 30° 進む)

Δ-Y变换

Δ結線



Y結線



$\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍

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

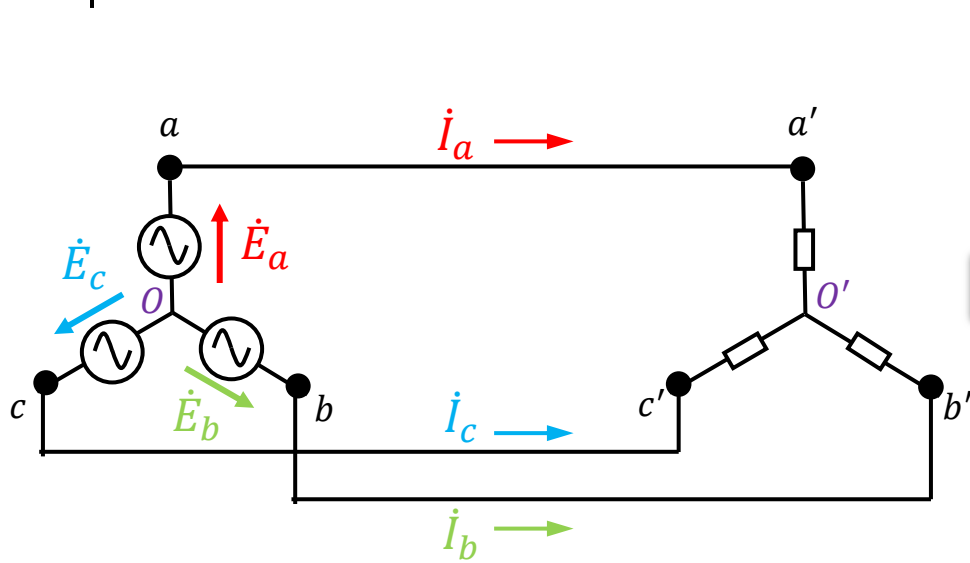
$$E_b = \frac{V_{bc}}{\sqrt{3}}$$

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

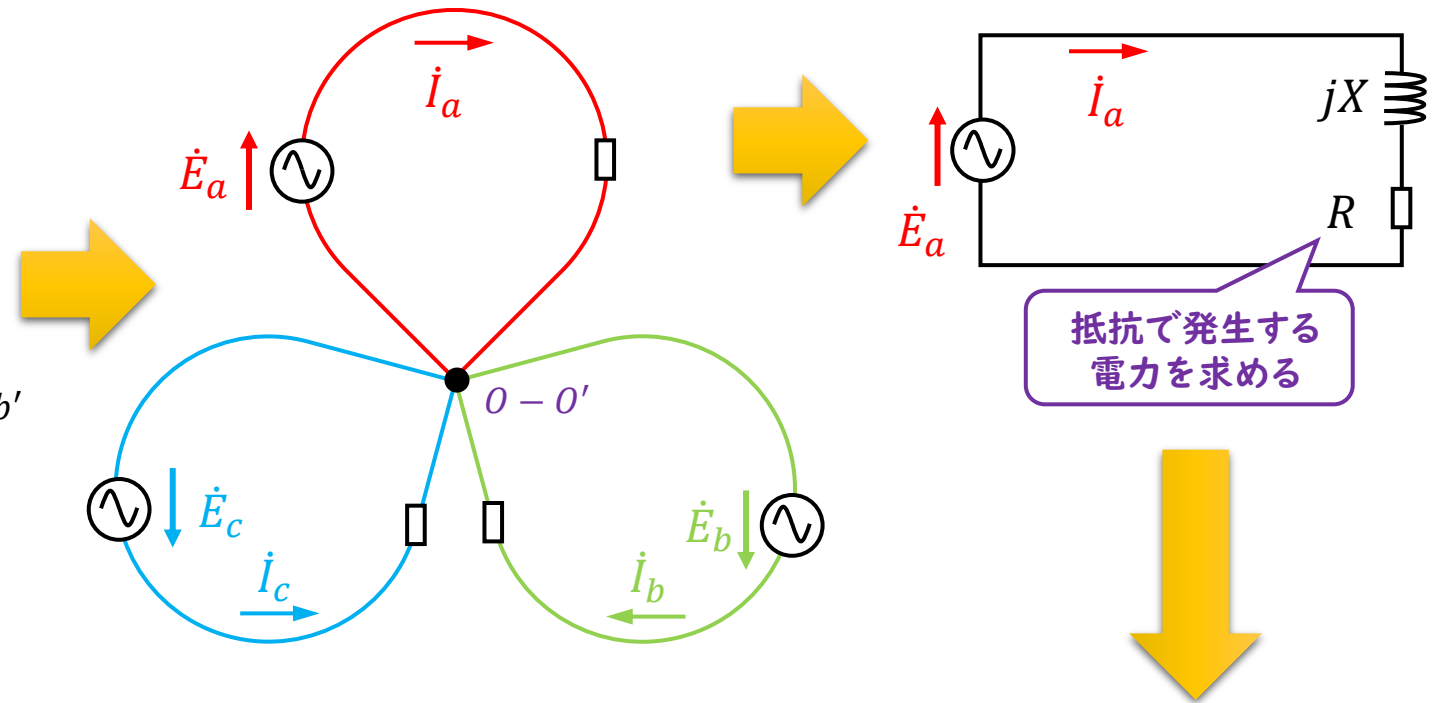
$\frac{1}{3}$ 倍

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

有効電力計算



必ず単相回路の有効電力を求めたうえでその電力を3倍するという手順で導出すること！

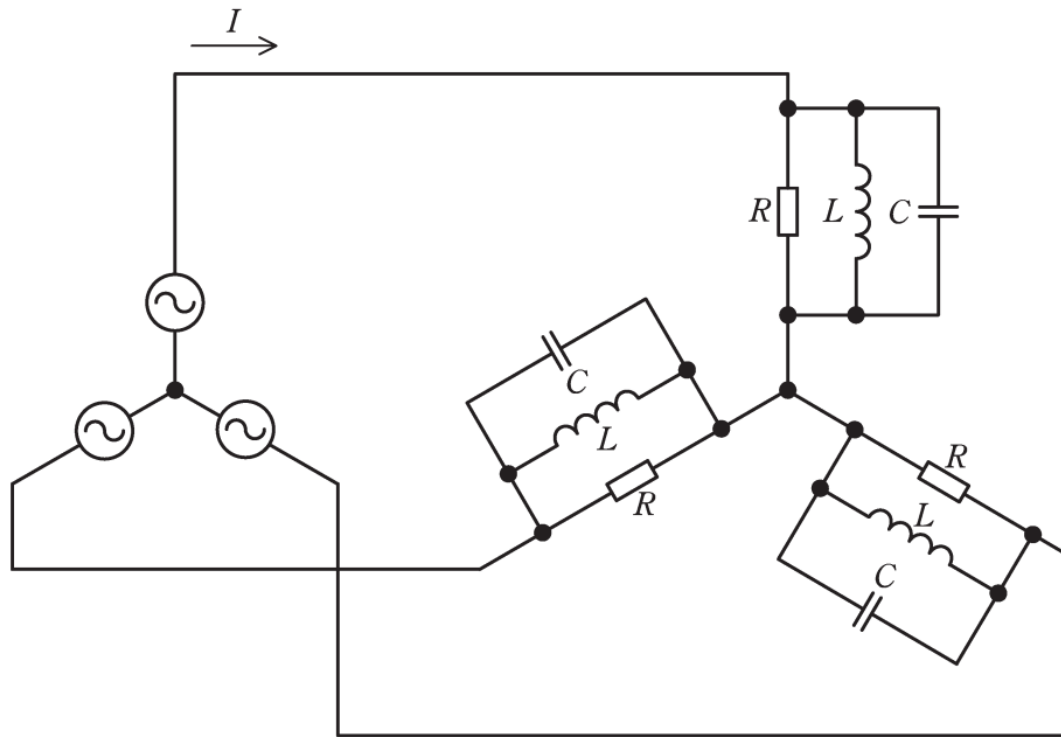


有効電力 = 抵抗 \times (抵抗に流れる電流の2乗)
有効電力 = (抵抗にかかる電圧の2乗) \div 抵抗

求めた電力を3倍する

R01 問16

問16 図のように線間電圧 200 V, 周波数 50 Hz の対称三相交流電源に RLC 負荷が接続されている。 $R=10\ \Omega$, 電源角周波数を ω [rad/s] として, $\omega L=10\ \Omega$, $\frac{1}{\omega C}=20\ \Omega$ である。次の(a)及び(b)の問に答えよ。



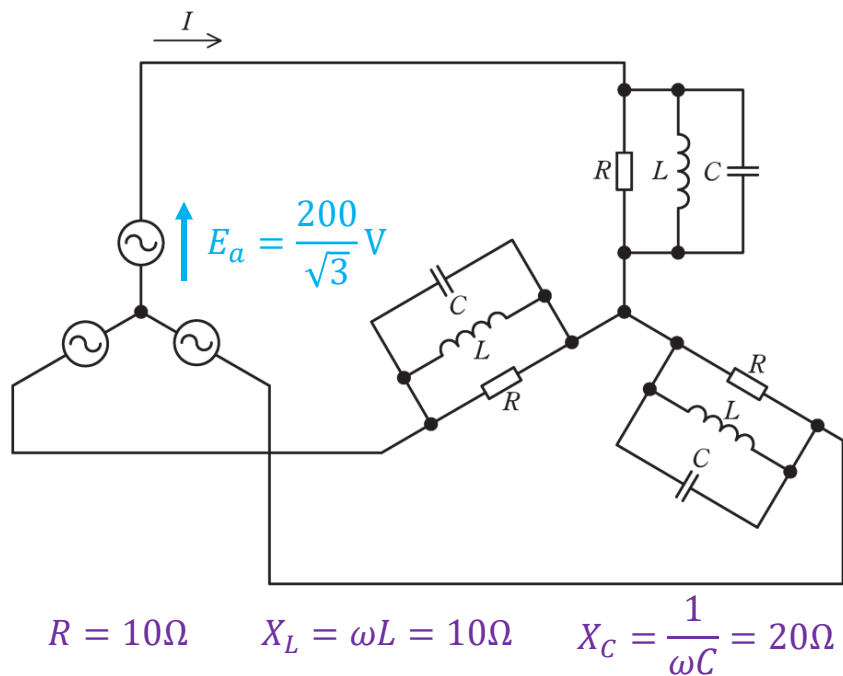
(a) 電源電流 I の値[A]として, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 7 (2) 10 (3) 13 (4) 17 (5) 22

(b) 三相負荷の有効電力の値[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) 1.3 (2) 2.6 (3) 3.6 (4) 4.0 (5) 12

導出のポイント



(a) 電源電流 I の値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{jX_L} - \frac{1}{jX_C} = \frac{1}{R} + j\left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)$$

$$I = \frac{1}{Z} \cdot E_a = \left[\frac{1}{R} + j\left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right) \right] \frac{200}{\sqrt{3}} = \left[\frac{1}{10} + j\left(\frac{1}{20} - \frac{1}{10}\right) \right] \frac{200}{\sqrt{3}}$$

$$= \left(\frac{1}{10} - j\frac{1}{20} \right) \frac{200}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}}(2 - j) = \frac{10}{\sqrt{3}}\sqrt{2^2 + 1^2} = \frac{10\sqrt{5}}{\sqrt{3}} = 12.9 \text{ A}$$

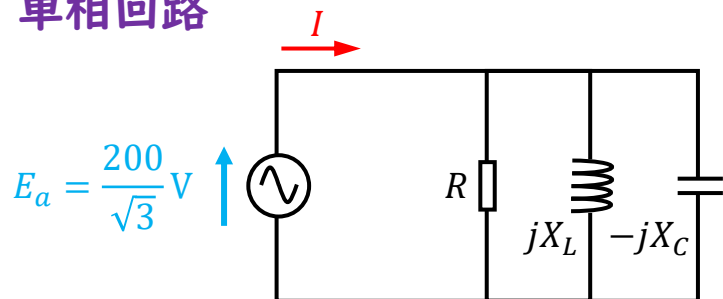
(b) 三相負荷の有効電力の値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

**有効電力とは抵抗で発生する電力
従って抵抗に流れる電流、または抵抗で発生する電圧から求められる**

$$P = 3RI_R^2 = 3\frac{V_R^2}{R}$$

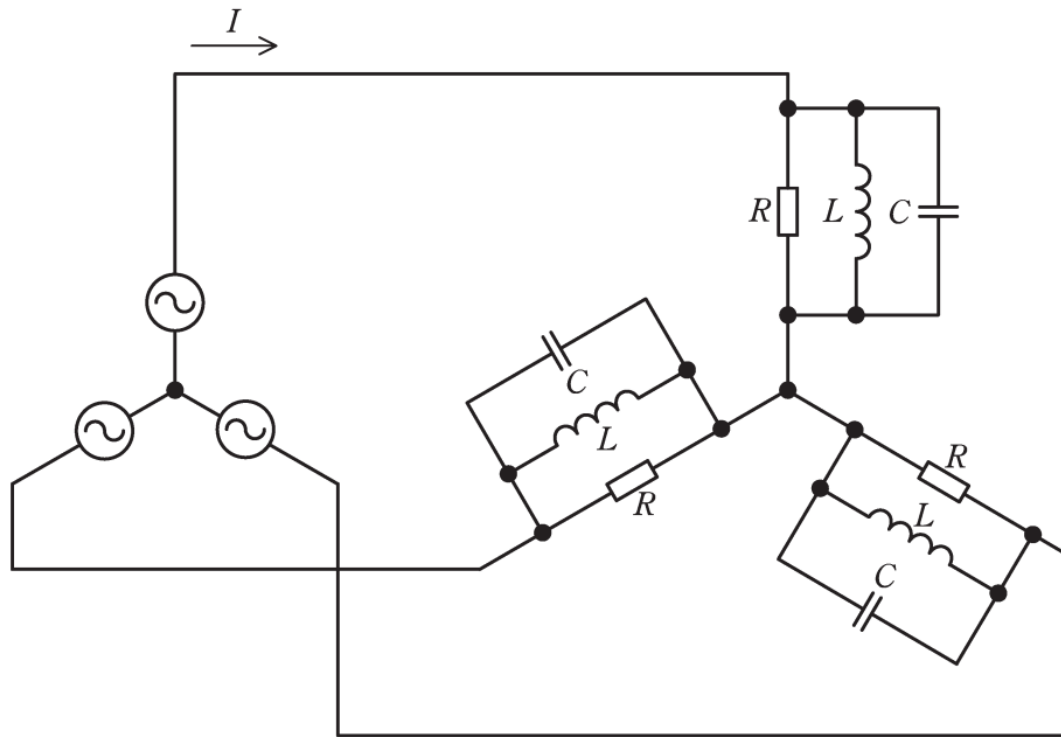
$$P = 3\frac{E_a^2}{R} = 3 \times \left(\frac{200}{\sqrt{3}}\right)^2 \times \frac{1}{10} = 4000 \text{ W} = 4 \text{ kW}$$

単相回路



R01 問16

問 16 図のように線間電圧 200 V, 周波数 50 Hz の対称三相交流電源に RLC 負荷が接続されている。 $R=10\ \Omega$, 電源角周波数を ω [rad/s] として, $\omega L=10\ \Omega$, $\frac{1}{\omega C}=20\ \Omega$ である。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。



(a) 電源電流 I の値 [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) 7 (2) 10 (3) 13 (4) 17 (5) 22

(b) 三相負荷の有効電力の値 [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) 1.3 (2) 2.6 (3) 3.6 (4) 4.0 (5) 12

H26 問16

問16 図1のように、線間電圧 200 V、周波数 50 Hz の対称三相交流電源に $1\ \Omega$ の抵抗と誘導性リアクタンス $\frac{4}{3}\ \Omega$ のコイルとの並列回路からなる平衡三相負荷 (Y 結線) が接続されている。また、スイッチ S を介して、コンデンサ C (Δ 結線) を接続することができるものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

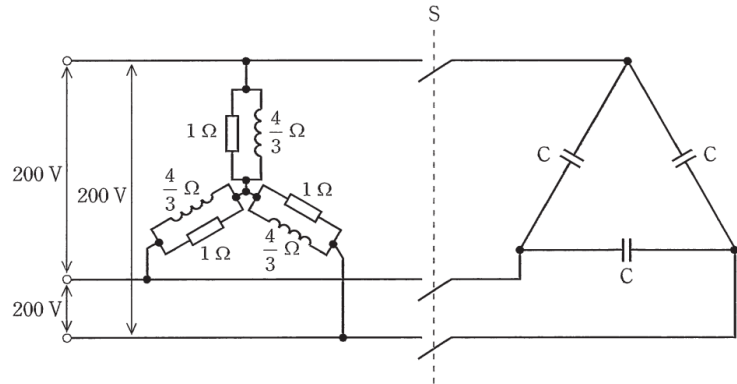


図 1

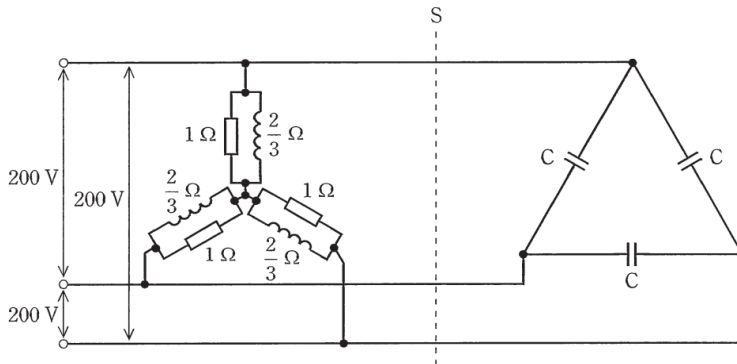


図 2

(a) スイッチ S が開いた状態において、三相負荷の有効電力 P の値 [kW] と無効電力 Q の値 [kvar] の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	P	Q
(1)	40	30
(2)	40	53
(3)	80	60
(4)	120	90
(5)	120	160

(b) 図2のように三相負荷のコイルの誘導性リアクタンスを $\frac{2}{3}\ \Omega$ に置き換え、スイッチ S を閉じてコンデンサ C を接続する。このとき、電源からみた有効電力と無効電力が図1の場合と同じ値となったとする。コンデンサ C の静電容量の値 [μF] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 800 (2) 1200 (3) 2400 (4) 4800 (5) 7200

導出のポイント (設問a)

問16 図1のように、線間電圧 200 V、周波数 50 Hz の対称三相交流電源に $1\ \Omega$ の抵抗と誘導性リアクタンス $\frac{4}{3}\ \Omega$ のコイルとの並列回路からなる平衡三相負荷 (Y 結線) が接続されている。また、スイッチ S を介して、コンデンサ C (Δ 結線) を接続することができるものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

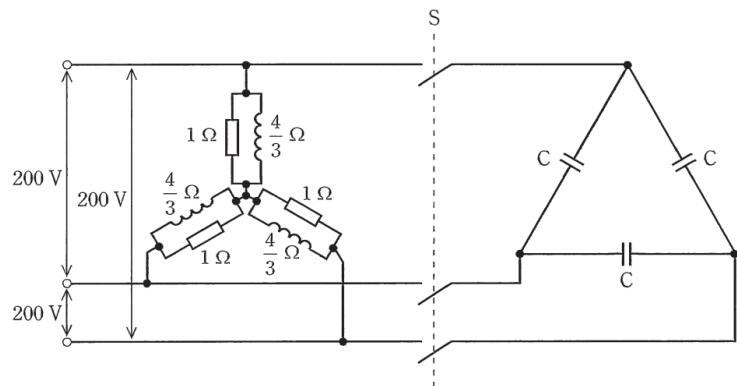
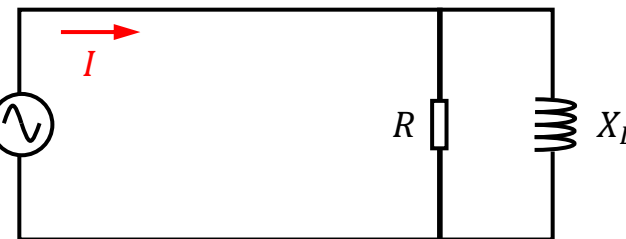


図 1

(a) スイッチ S が開いた状態において、三相負荷の有効電力 P の値 [kW] と無効電力 Q の値 [kvar] の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

単相回路

$$E = \frac{200}{\sqrt{3}}$$



有効電力：負荷（抵抗）で消費される電力

$$P = 3VI\cos\theta = \sqrt{S^2 - Q^2} = 3RI_R^2 = 3\frac{V_R^2}{R} \quad \text{単位：W}$$

$$P = 3\frac{E^2}{R} = 3 \times \left(\frac{200}{\sqrt{3}}\right)^2 \times \frac{1}{1} = 40000 \text{ W} = 40 \text{ kW}$$

無効電力：負荷（コイル、コンデンサ）で蓄えられる電力

$$Q = 3VI\sin\theta = \sqrt{S^2 - P^2} = 3XI_X^2 = 3\frac{V_X^2}{X} \quad \text{単位：var}$$

$$Q = 3\frac{E^2}{X_L} = 3 \times \left(\frac{200}{\sqrt{3}}\right)^2 \times \frac{1}{4/3} = 30000 \text{ var} = 30 \text{ kvar}$$

導出のポイント (設問b)

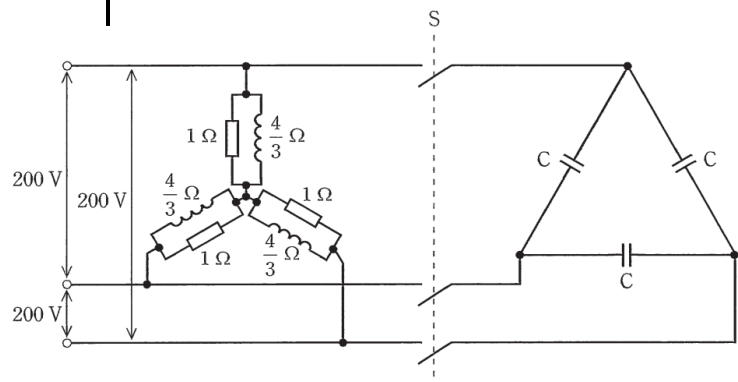


図 1

単相回路

$$E = \frac{200}{\sqrt{3}}$$

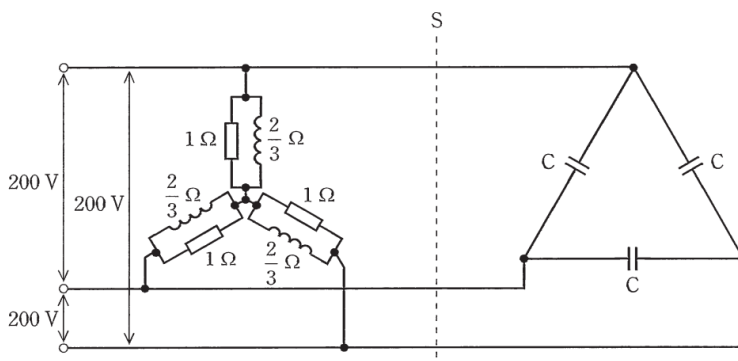
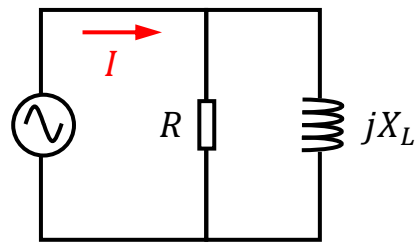
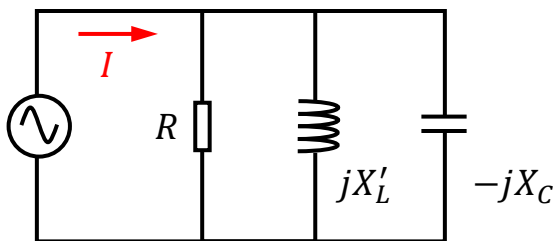


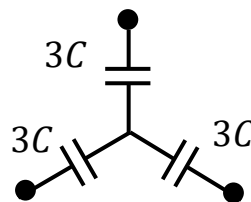
図 2

単相回路

$$E \uparrow$$



$$-jX_c = -j \frac{1}{3\omega C}$$



Y結線に変換するとインピーダンスは1/3倍になるので、Cは3倍になる

(b) 図 2 のように三相負荷のコイルの誘導性リアクタンスを $\frac{2}{3} \Omega$ に置き換え、スイッチ S を閉じてコンデンサ C を接続する。このとき、電源からみた有効電力と無効電力が図 1 の場合と同じ値となったとする。コンデンサ C の静電容量の値 [μF] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

変更前後で電力が変わらないので、インピーダンスが等しい

変更前 変更後

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{jX_L} = \frac{1}{R} + \frac{1}{jX'_L} - \frac{1}{jX_c}$$

$$\frac{1}{jX_L} = \frac{1}{jX'_L} - \frac{1}{jX_c}$$

$$\frac{1}{X_L} = \frac{1}{X'_L} - \frac{1}{X_c}$$

$$\frac{1}{X_c} = \frac{1}{X'_L} - \frac{1}{X_L} = \frac{1}{4/3} - \frac{1}{2/3} = \frac{3}{2} - \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{X_c} = 3\omega C = \frac{3}{4} \rightarrow C = \frac{1}{4\omega} = \frac{1}{4 \times 2\pi \times 50}$$

$$\therefore C = 800 \mu\text{F}$$

H26 問16

問16 図1のように、線間電圧 200 V、周波数 50 Hz の対称三相交流電源に $1\ \Omega$ の抵抗と誘導性リアクタンス $\frac{4}{3}\ \Omega$ のコイルとの並列回路からなる平衡三相負荷 (Y 結線) が接続されている。また、スイッチ S を介して、コンデンサ C (Δ 結線) を接続することができるものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

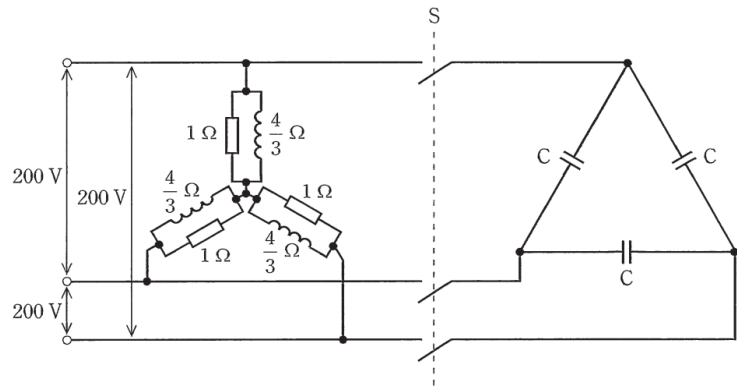


図 1

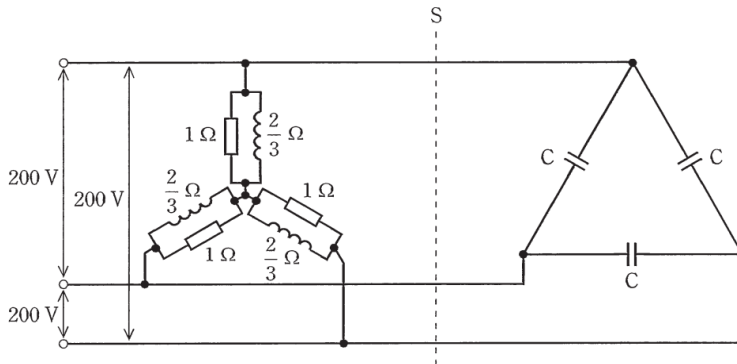


図 2

(a) スイッチ S が開いた状態において、三相負荷の有効電力 P の値 [kW] と無効電力 Q の値 [kvar] の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

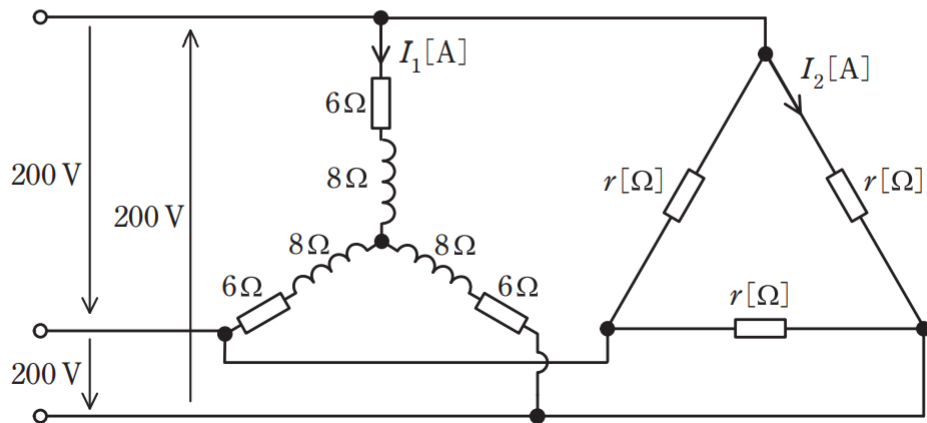
	P	Q
(1)	40	30
(2)	40	53
(3)	80	60
(4)	120	90
(5)	120	160

(b) 図2のように三相負荷のコイルの誘導性リアクタンスを $\frac{2}{3}\ \Omega$ に置き換え、スイッチ S を閉じてコンデンサ C を接続する。このとき、電源からみた有効電力と無効電力が図1の場合と同じ値となったとする。コンデンサ C の静電容量の値 [μF] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 800 (2) 1200 (3) 2400 (4) 4800 (5) 7200

R04下 問15

問 15 図のように、抵抗 6Ω と誘導性リアクタンス 8Ω を Y 結線し、抵抗 $r[\Omega]$ を Δ 結線した平衡三相負荷に、 200 V の対称三相交流電源を接続した回路がある。抵抗 6Ω と誘導性リアクタンス 8Ω に流れる電流の大きさを $I_1[\text{A}]$ 、抵抗 $r[\Omega]$ に流れる電流の大きさを $I_2[\text{A}]$ とする。電流 $I_1[\text{A}]$ と $I_2[\text{A}]$ の大きさが等しいとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 抵抗 r の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

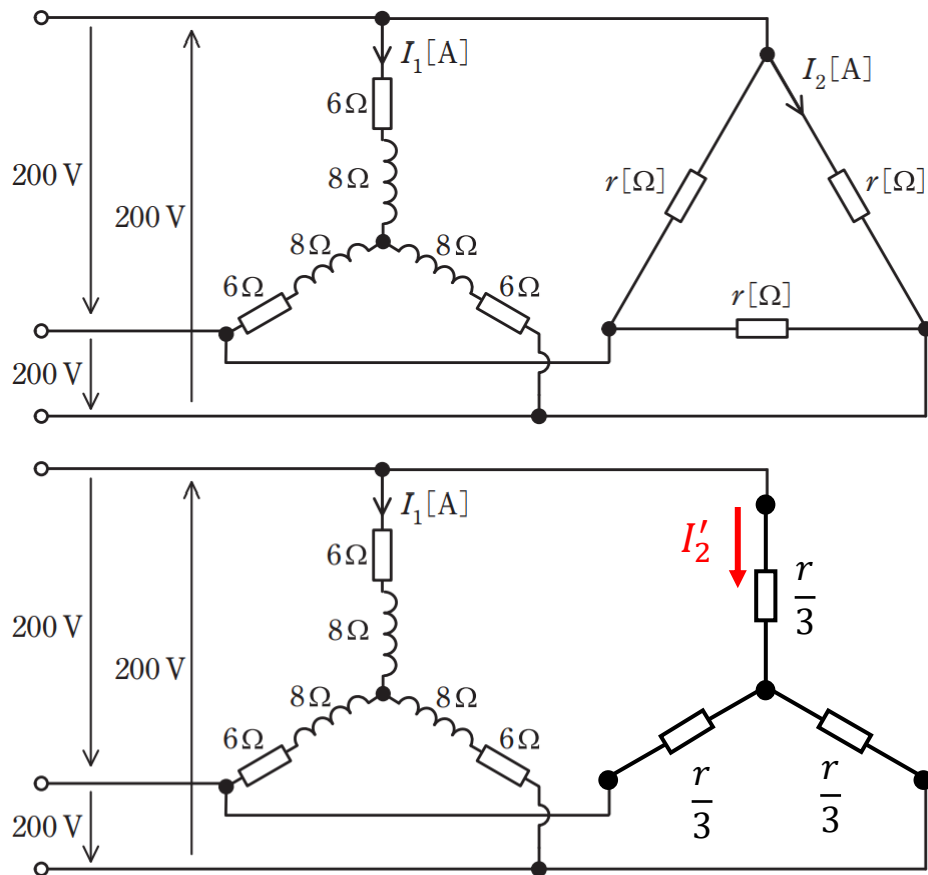
- (1) 6.0 (2) 10.0 (3) 11.5 (4) 17.3 (5) 19.2

(b) 図中の回路が消費する電力の値 $[\text{kW}]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 2.4 (2) 3.1 (3) 4.0 (4) 9.3 (5) 10.9

R04下 問15

問15 図のように、抵抗 6Ω と誘導性リアクタンス 8Ω を Y 結線し、抵抗 $r[\Omega]$ を Δ 結線した平衡三相負荷に、 200V の対称三相交流電源を接続した回路がある。抵抗 6Ω と誘導性リアクタンス 8Ω に流れる電流の大きさを $I_1[\text{A}]$ 、抵抗 $r[\Omega]$ に流れる電流の大きさを $I_2[\text{A}]$ とする。電流 $I_1[\text{A}]$ と $I_2[\text{A}]$ の大きさが等しいとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 抵抗 r の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 6.0 (2) 10.0 (3) 11.5 (4) 17.3 (5) 19.2

△結線の相電流と線電流（Y結線の相電流）の関係

- ・線電流の大きさは相電流の $\sqrt{3}$ 倍
- ・線電流の位相は相電流より 30° 遅れ

$$I_1 = I_2$$

$$I'_2 = \sqrt{3}I_2 \rightarrow I'_2 = \sqrt{3}I_1 \rightarrow I_1 : I'_2 = 1 : \sqrt{3}$$

I_1 が流れる部分のインピーダンス z_1 は

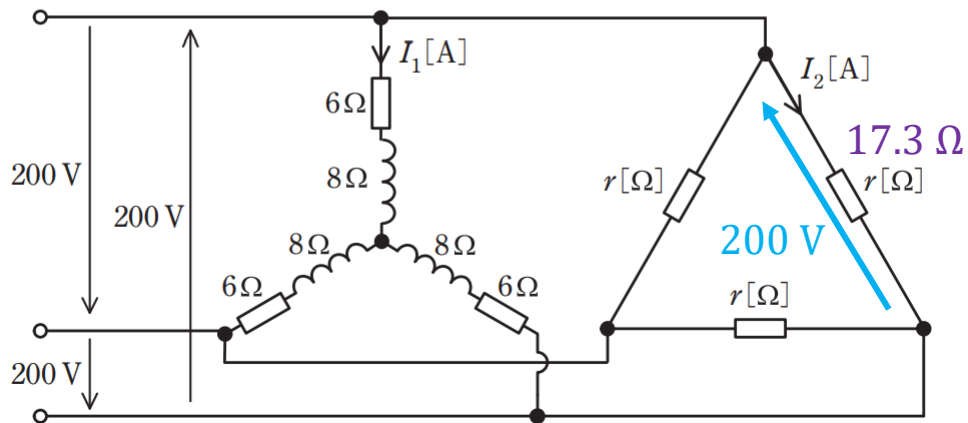
$$z_1 = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\Omega$$

$$I_1 : I'_2 = 1 : \sqrt{3} = \frac{r}{3} : z_1 = \frac{r}{3} : 10$$

$$\rightarrow \sqrt{3} \times \frac{r}{3} = 10 \rightarrow r = 10\sqrt{3} = 17.3\Omega$$

R04下 問15

問 15 図のように、抵抗 6Ω と誘導性リアクタンス 8Ω を Y 結線し、抵抗 $r[\Omega]$ を Δ 結線した平衡三相負荷に、 200 V の対称三相交流電源を接続した回路がある。抵抗 6Ω と誘導性リアクタンス 8Ω に流れる電流の大きさを $I_1[\text{A}]$ 、抵抗 $r[\Omega]$ に流れる電流の大きさを $I_2[\text{A}]$ とする。電流 $I_1[\text{A}]$ と $I_2[\text{A}]$ の大きさが等しいとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(b) 図中の回路が消費する電力の値[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) 2.4 (2) 3.1 (3) 4.0 (4) 9.3 (5) 10.9

$$I_2 = \frac{200}{17.3} = 11.56 \text{ A}$$

$$P_2 = 3p_2 = 3rI_2^2 = 3 \times 17.3 \times 11.56^2 = 6936 \text{ W}$$

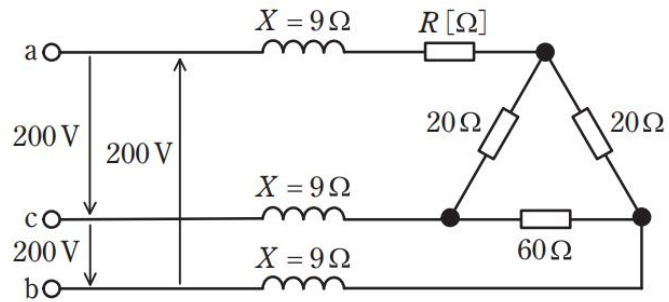
$$I_1 = I_2 = 11.56 \text{ A}$$

$$P_1 = 3p_1 = 3 \times 6 \times I_1^2 = 3 \times 6 \times 11.56^2 = 2405 \text{ W}$$

$$P = P_1 + P_2 = 6936 + 2405 = 9341 \text{ W} \sim 9.3 \text{ kW}$$

R04上 問15

問15 図のように、線間電圧 200 V の対称三相交流電源に、三相負荷として誘導性リアクタンス $X=9\ \Omega$ の3個のコイルと $R[\Omega]$ 、 $20\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ 、 $60\ \Omega$ の4個の抵抗を接続した回路がある。端子 a, b, c から流入する線電流の大きさは等しいものとする。この回路について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 線電流の大きさが 7.7 A 、三相負荷の無効電力が 1.6 kvar であるとき、三相負荷の力率の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

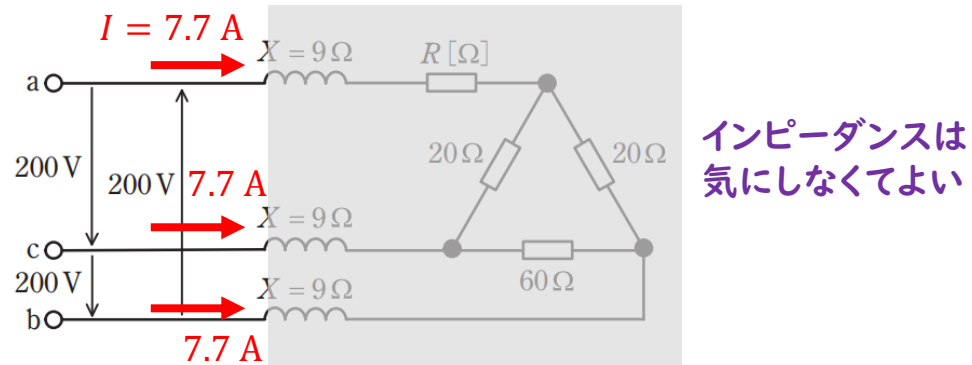
- (1) 0.5 (2) 0.6 (3) 0.7 (4) 0.8 (5) 1.0

(b) a相に接続された R の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 4 (2) 8 (3) 12 (4) 40 (5) 80

導出のポイント

問 15 図のように、線間電圧 200 V の対称三相交流電源に、三相負荷として誘導性リアクタンス $X = 9 \Omega$ の 3 個のコイルと $R [\Omega]$, 20Ω , 20Ω , 60Ω の 4 個の抵抗を接続した回路がある。端子 a, b, c から流入する線電流の大きさは等しいものとする。この回路について、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 線電流の大きさが 7.7 A、三相負荷の無効電力が 1.6 kvar であるとき、三相負荷の力率の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0.5 (2) 0.6 (3) 0.7 (4) 0.8 (5) 1.0

皮相電力 S を求める

$$S = \sqrt{3}VI = \sqrt{3} \times 200 \times 7.7 = 2667 \text{ VA}$$

有効電力 P を求める

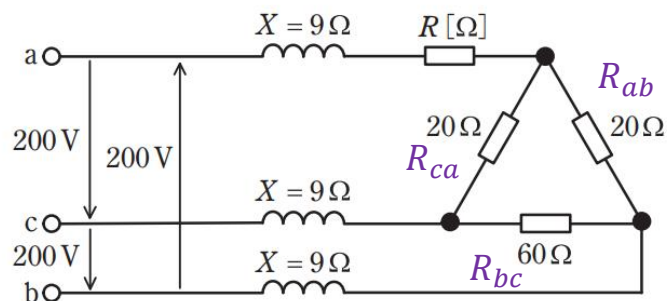
$$P = \sqrt{S^2 - Q^2} = \sqrt{2667^2 - 1600^2} = 2134 \text{ W}$$

力率を求める

$$\cos \theta = \frac{P}{S} = \frac{2134}{2667} = 0.800$$

導出のポイント

問 15 図のように、線間電圧 200 V の対称三相交流電源に、三相負荷として誘導性リアクタンス $X = 9 \Omega$ の 3 個のコイルと $R [\Omega]$, 20Ω , 20Ω , 60Ω の 4 個の抵抗を接続した回路がある。端子 a, b, c から流入する線電流の大きさは等しいものとする。この回路について、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(b) a 相に接続された R の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

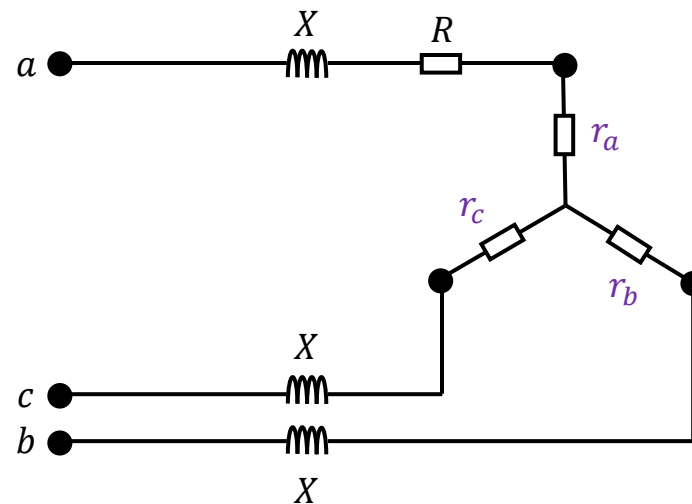
(1) 4

(2) 8

(3) 12

(4) 40

(5) 80



$$r_a = \frac{R_{ab}R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}} = \frac{20 \times 20}{20 + 20 + 60} = \frac{400}{100} = 4 \Omega$$

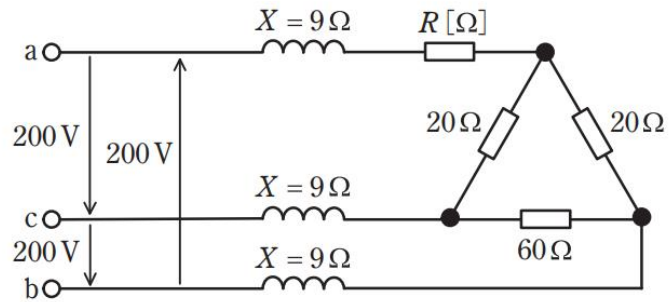
$$r_b = \frac{R_{ab}R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}} = \frac{20 \times 60}{20 + 20 + 60} = \frac{1200}{100} = 12 \Omega$$

$$r_c = \frac{R_{bc}R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}} = \frac{60 \times 20}{20 + 20 + 60} = \frac{1200}{100} = 12 \Omega$$

$$R + r_a = r_c \rightarrow R = r_c - r_a = 12 - 4 = 8 \Omega$$

R04上 問15

問15 図のように、線間電圧 200 V の対称三相交流電源に、三相負荷として誘導性リアクタンス $X=9\ \Omega$ の3個のコイルと $R[\Omega]$ 、 $20\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ 、 $60\ \Omega$ の4個の抵抗を接続した回路がある。端子 a, b, c から流入する線電流の大きさは等しいものとする。この回路について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



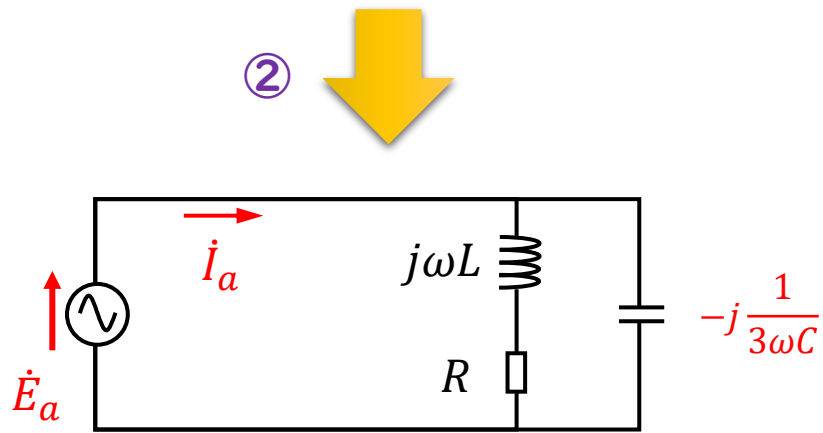
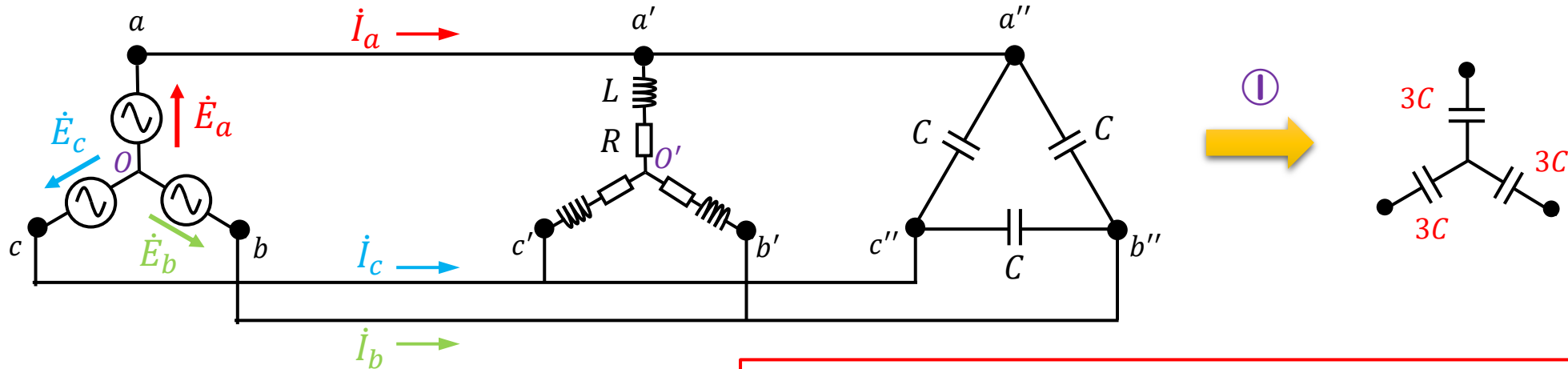
(a) 線電流の大きさが 7.7 A 、三相負荷の無効電力が 1.6 kvar であるとき、三相負荷の力率の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.5 (2) 0.6 (3) 0.7 (4) 0.8 (5) 1.0

(b) a相に接続された R の値 $[\Omega]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 4 (2) 8 (3) 12 (4) 40 (5) 80

力率改善の計算手順



① 負荷部分を $\Delta - Y$ 変換する

② 単相分の回路を作る

③ 単相分の回路の合成インピーダンスの式を作る

直列回路の場合： Z の式

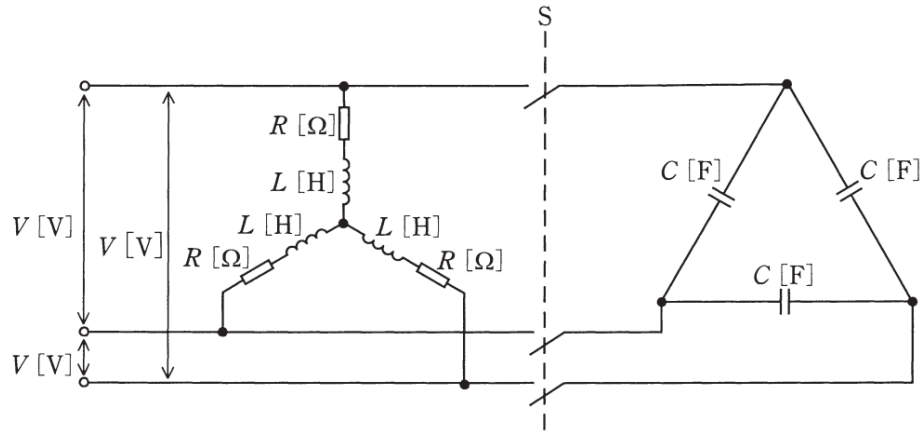
並列回路の場合： $\frac{1}{Z}$ の式

④ 合成インピーダンスの式から力率改善に合わせた条件を、式の実部または虚部に適用する

力率が1 \rightarrow 虚部が0

H29 問16

問16 図のように、線間電圧 V [V]、周波数 f [Hz] の対称三相交流電源に、 R [Ω] の抵抗とインダクタンス L [H] のコイルからなる三相平衡負荷を接続した交流回路がある。この回路には、スイッチ S を介して、負荷に静電容量 C [F] の三相平衡コンデンサを接続することができる。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) スイッチ S を開いた状態において、 $V=200$ V、 $f=50$ Hz、 $R=5$ Ω 、 $L=5$ mH のとき、三相負荷全体の有効電力の値[W]と力率の値の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(b) スイッチ S を閉じてコンデンサを接続したとき、電源からみた負荷側の力率が1になった。

このとき、静電容量 C の値[F]を示す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、角周波数を ω [rad/s] とする。

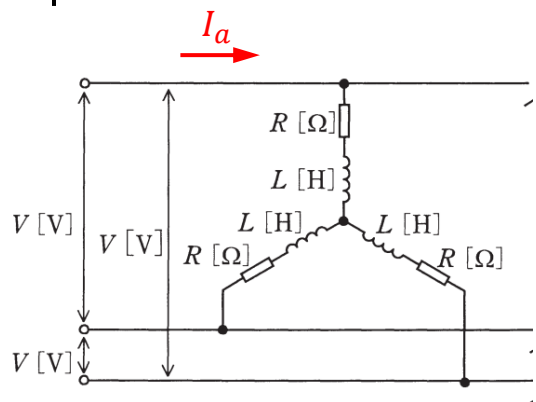
(a)の選択肢

	有効電力	力率
(1)	2.29×10^3	0.50
(2)	7.28×10^3	0.71
(3)	7.28×10^3	0.95
(4)	2.18×10^4	0.71
(5)	2.18×10^4	0.95

(b)の選択肢

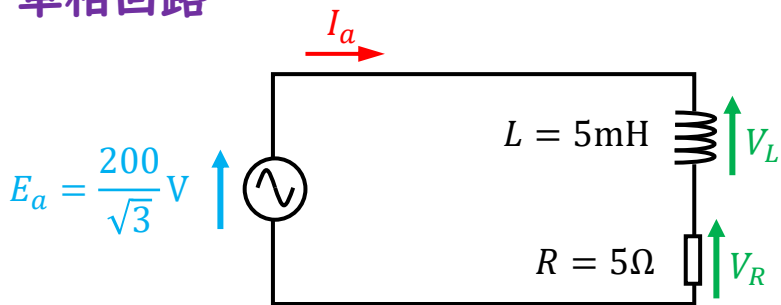
- (1) $C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- (2) $C = \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- (3) $C = \frac{L}{\sqrt{3}(R^2 + \omega^2 L^2)}$
- (4) $C = \frac{L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$
- (5) $C = \frac{\omega L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$

導出のポイント (設問a)



(a) スイッチ S を開いた状態において、 $V=200\text{ V}$ 、 $f=50\text{ Hz}$ 、 $R=5\ \Omega$ 、 $L=5\text{ mH}$ のとき、三相負荷全体の有効電力の値[W]と力率の値の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

単相回路



I_a を求める

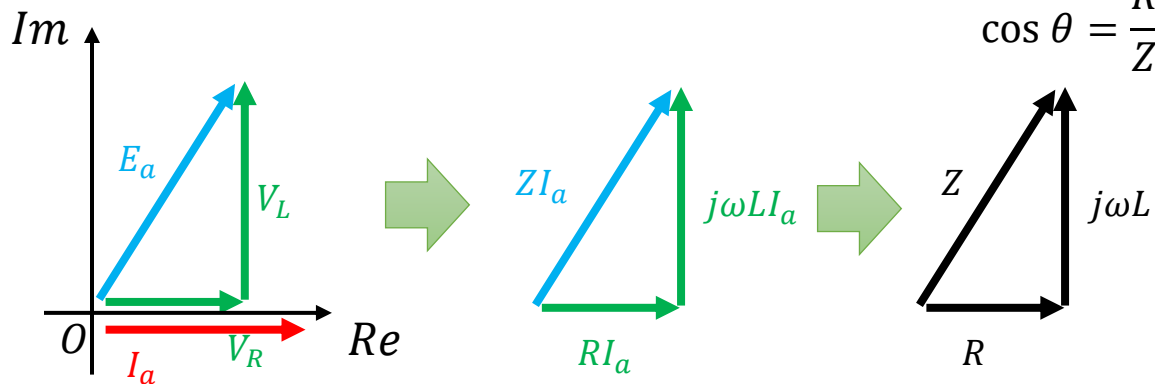
$$I_a = \frac{E_a}{Z} = \frac{E_a}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{200}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{5^2 + (2\pi \times 50 \times 5 \times 10^{-3})^2}} = 22\text{ A}$$

P を求める

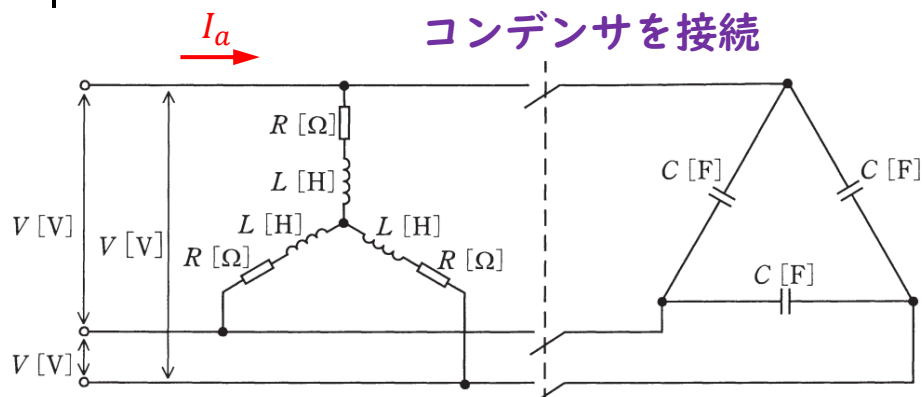
$$P = 3RI_a^2 = 3 \times 5 \times 22^2 = 7.28\text{ kW}$$

力率を求める

$$\cos \theta = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{5}{\sqrt{5^2 + (2\pi \times 50 \times 5 \times 10^{-3})^2}} = 0.954$$



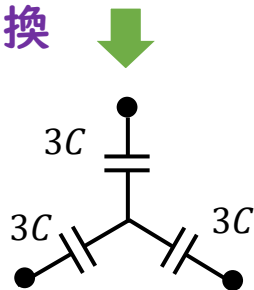
導出のポイント (設問b)



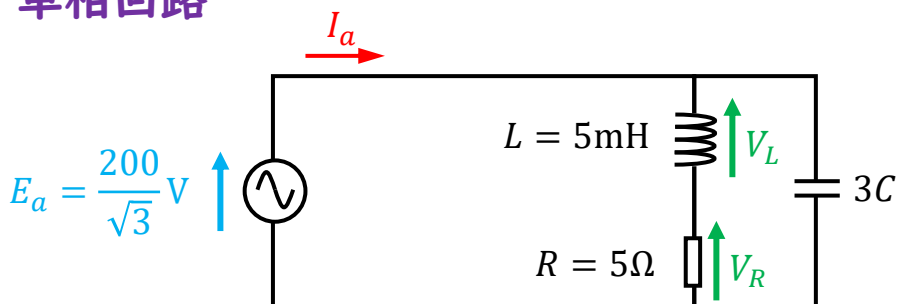
コンデンサを接続

コンデンサ部分を Δ -Y変換

Y結線に変換するとインピーダンスは
1/3倍になるので、Cは3倍になる



単相回路



(b) スイッチSを閉じてコンデンサを接続したとき、電源からみた負荷側の力率が1になった。

このとき、静電容量Cの値[F]を示す式として、正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

ただし、角周波数を ω [rad/s]とする。

1/Zの式を作る

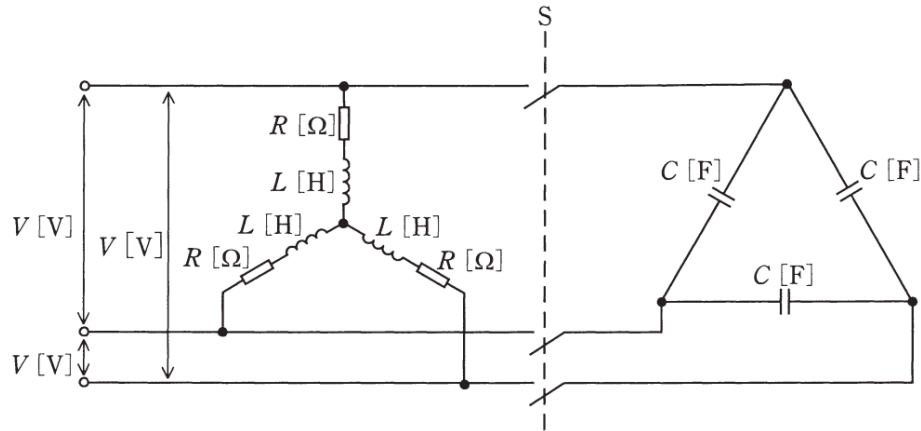
$$\begin{aligned} \frac{1}{Z} &= \frac{1}{R + j\omega L} + j3\omega C = \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j3\omega C \\ &= \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j \left(3\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) \end{aligned}$$

虚数成分が0になるとき、
力率が1となる

$$3\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} = 0 \rightarrow C = \frac{L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$$

H29 問16

問16 図のように、線間電圧 V [V]、周波数 f [Hz] の対称三相交流電源に、 R [Ω] の抵抗とインダクタンス L [H] のコイルからなる三相平衡負荷を接続した交流回路がある。この回路には、スイッチ S を介して、負荷に静電容量 C [F] の三相平衡コンデンサを接続することができる。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) スイッチ S を開いた状態において、 $V=200$ V、 $f=50$ Hz、 $R=5$ Ω 、 $L=5$ mH のとき、三相負荷全体の有効電力の値[W]と力率の値の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(b) スイッチ S を閉じてコンデンサを接続したとき、電源からみた負荷側の力率が1になった。

このとき、静電容量 C の値[F]を示す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、角周波数を ω [rad/s] とする。

(a)の選択肢

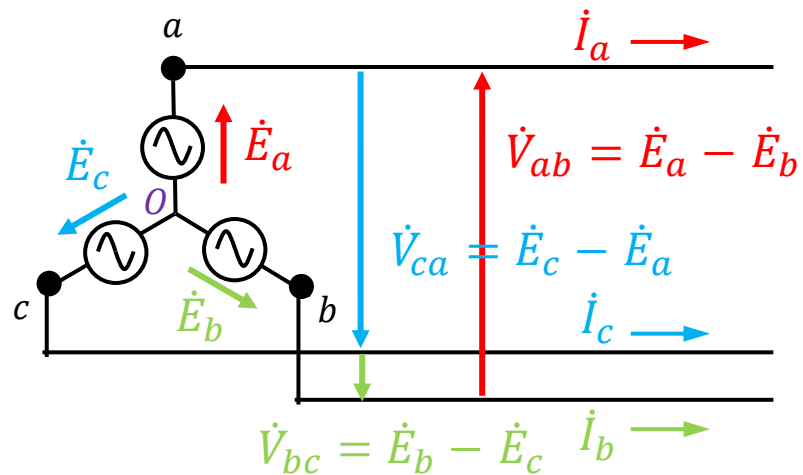
	有効電力	力率
(1)	2.29×10^3	0.50
(2)	7.28×10^3	0.71
(3)	7.28×10^3	0.95
(4)	2.18×10^4	0.71
(5)	2.18×10^4	0.95

(b)の選択肢

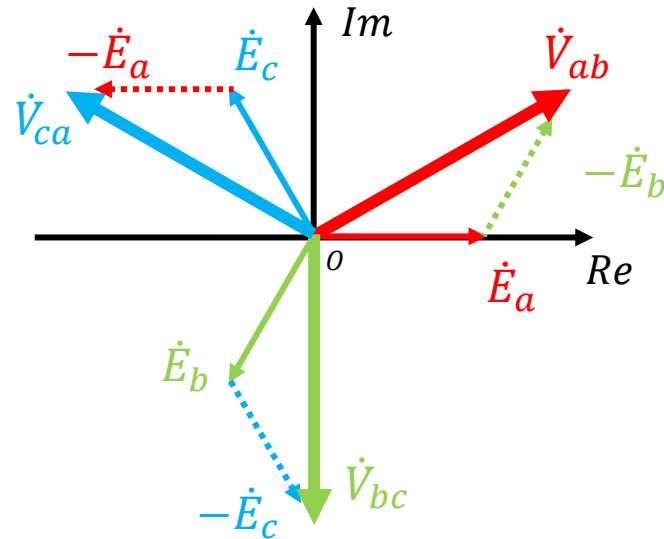
- (1) $C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- (2) $C = \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- (3) $C = \frac{L}{\sqrt{3}(R^2 + \omega^2 L^2)}$
- (4) $C = \frac{L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$
- (5) $C = \frac{\omega L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$

三相交流のベクトル(まとめ)

Y結線

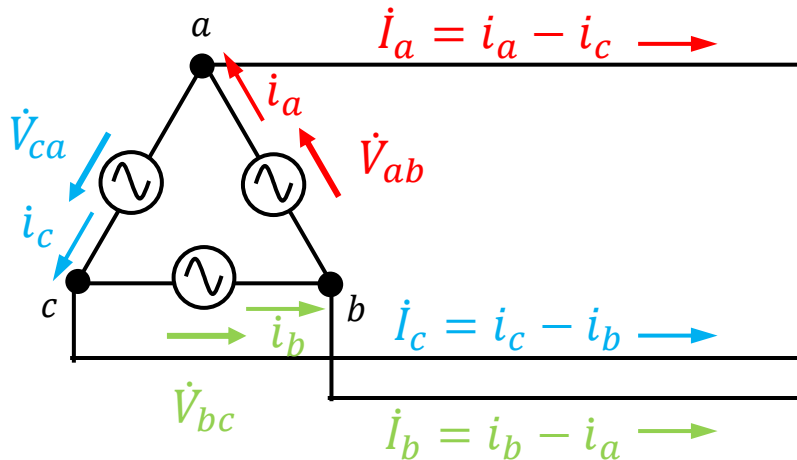


電圧のベクトル

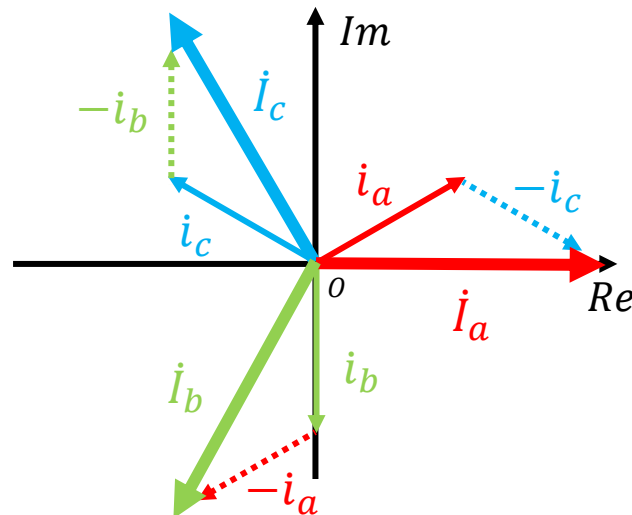


線電流 = 相電流
 線間電圧 = $\sqrt{3}$ × 相電圧
 線間電圧は相電圧より
 位相が 30° 進む

Δ結線

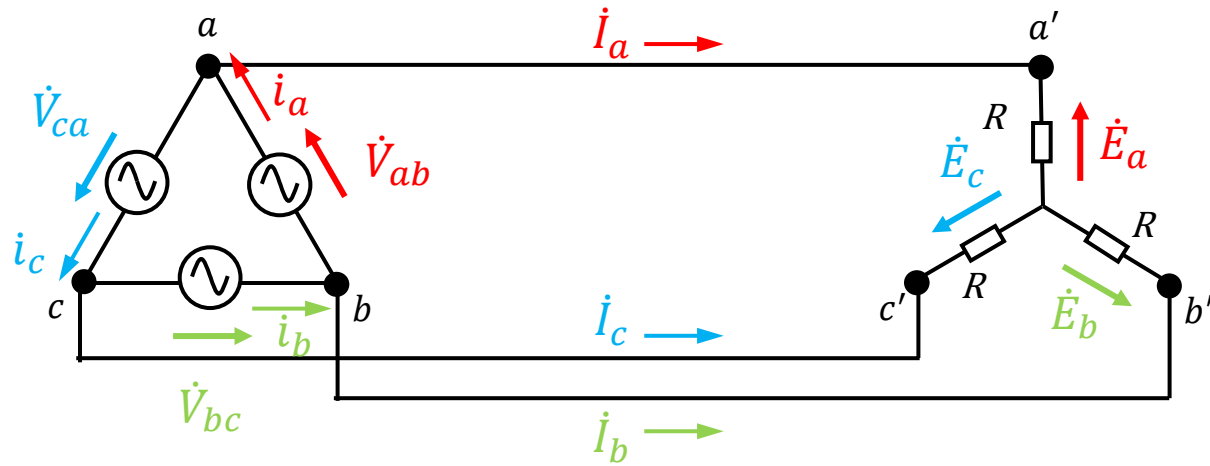


電流のベクトル



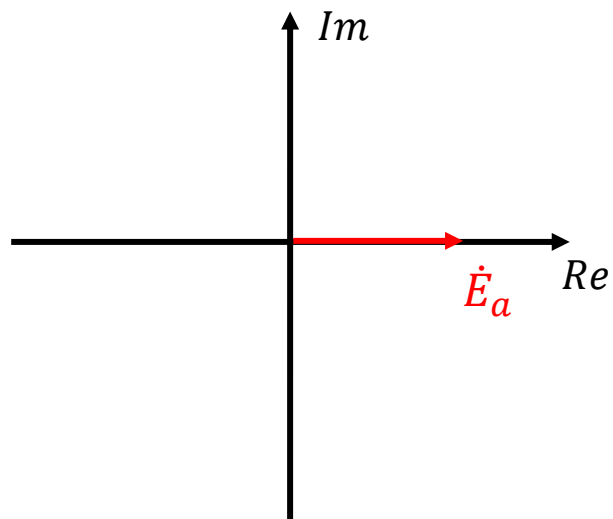
線間電圧 = 相電圧
 線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流
 線電流は相電流より
 位相が 30° 遅れる
 (相電流は線電流より
 位相が 30° 進む)

練習問題

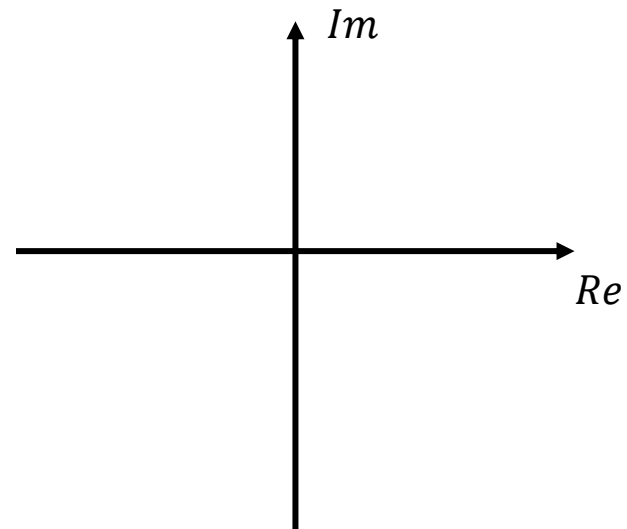


電流と電圧のベクトル図を描いてみよう!

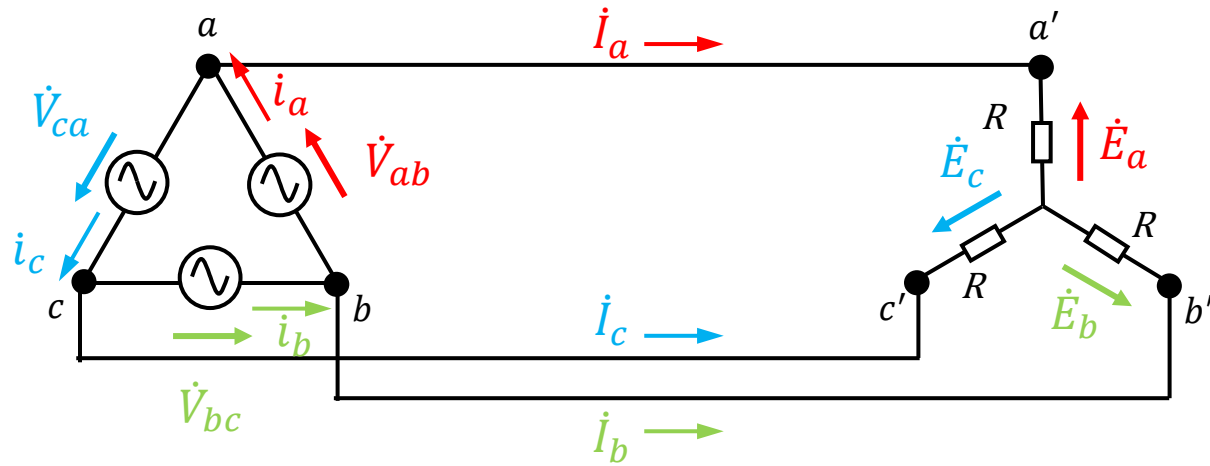
電圧のベクトル



電流のベクトル

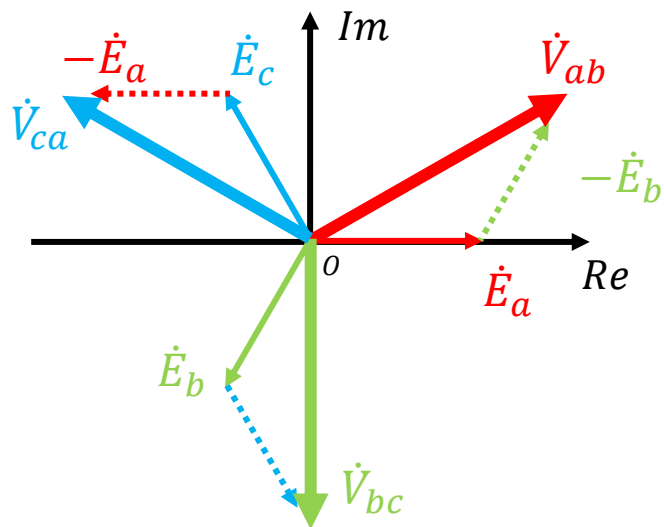


練習問題 (解答)

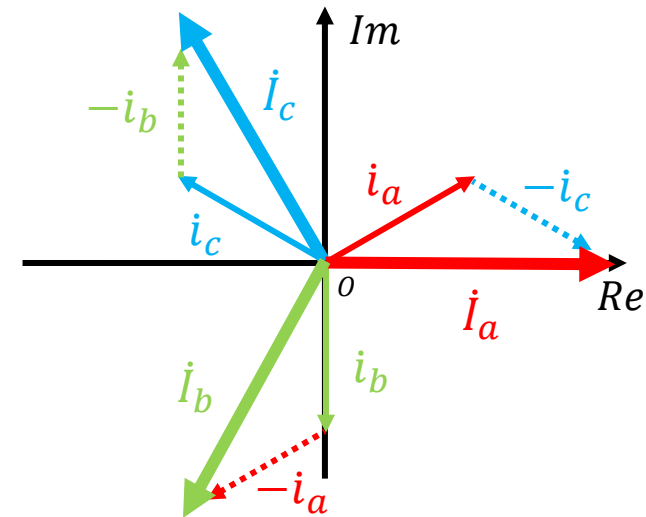


電流と電圧のベクトル図を描いてみよう!

電圧のベクトル



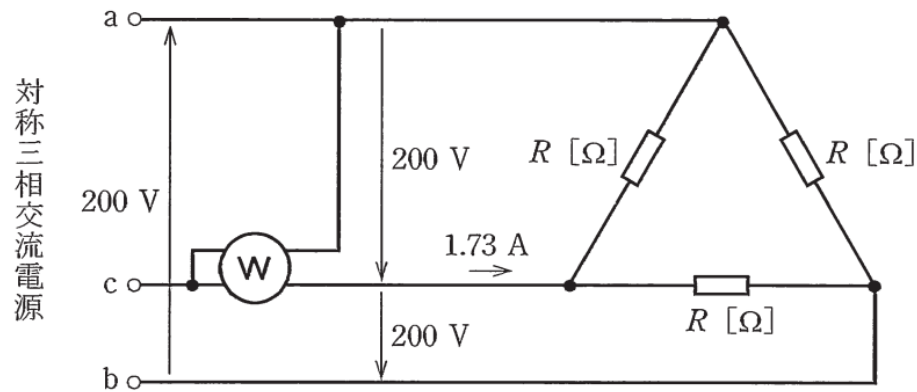
電流のベクトル



H26 問14

問14 図のように 200 V の対称三相交流電源に抵抗 $R [\Omega]$ からなる平衡三相負荷を接続したところ、線電流は 1.73 A であった。いま、電力計の電流コイルを c 相に接続し、電圧コイルを c - a 相間に接続したとき、電力計の指示 $P [\text{W}]$ として、最も近い P の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、対称三相交流電源の相回転は a, b, c の順とし、電力計の電力損失は無視できるものとする。

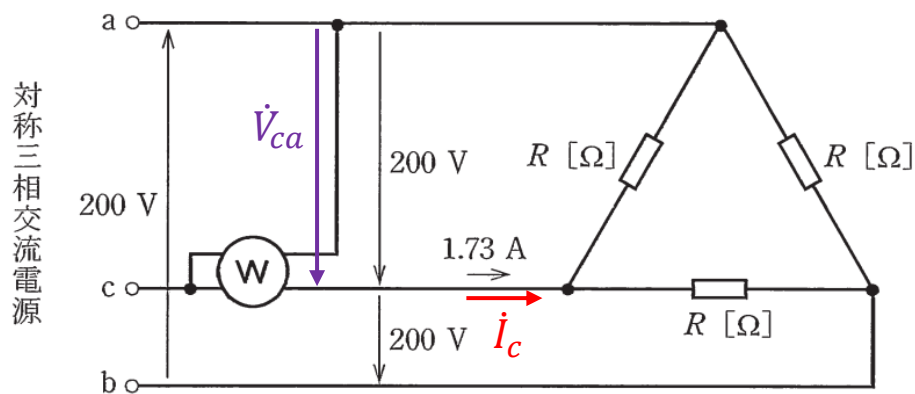


- (1) 200 (2) 300 (3) 346 (4) 400 (5) 600

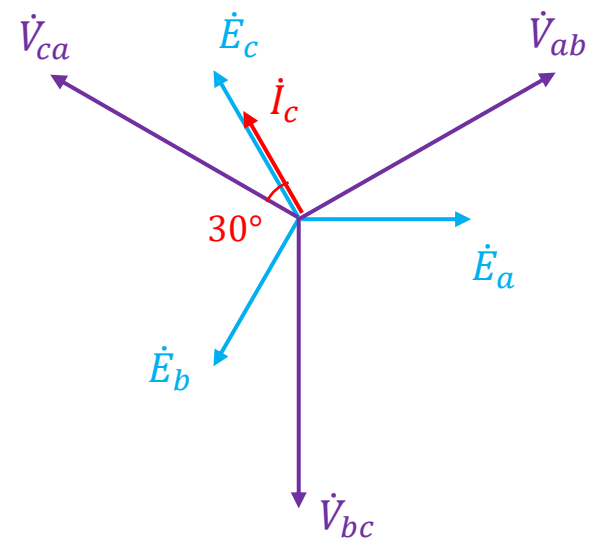
導出のポイント

問14 図のように 200 V の対称三相交流電源に抵抗 R [Ω] からなる平衡三相負荷を接続したところ、線電流は 1.73 A であった。いま、電力計の電流コイルを c 相に接続し、電圧コイルを c-a 相間に接続したとき、電力計の指示 P [W] として、最も近い P の値を次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

ただし、対称三相交流電源の相回転は a, b, c の順とし、電力計の電力損失は無視できるものとする。



ベクトル図を描く



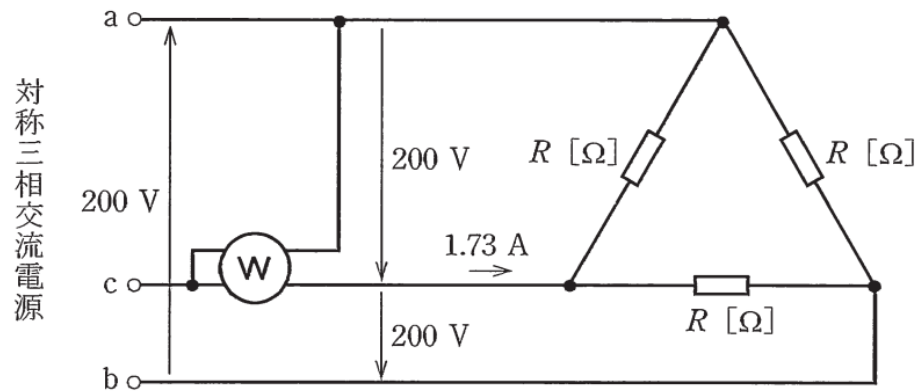
有効電力を求める

$$P = V_{ca} I_c \cos 30^\circ = 200 \times 1.73 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 300 \text{ W}$$

H26 問14

問14 図のように 200 V の対称三相交流電源に抵抗 $R [\Omega]$ からなる平衡三相負荷を接続したところ、線電流は 1.73 A であった。いま、電力計の電流コイルを c 相に接続し、電圧コイルを c - a 相間に接続したとき、電力計の指示 $P [\text{W}]$ として、最も近い P の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

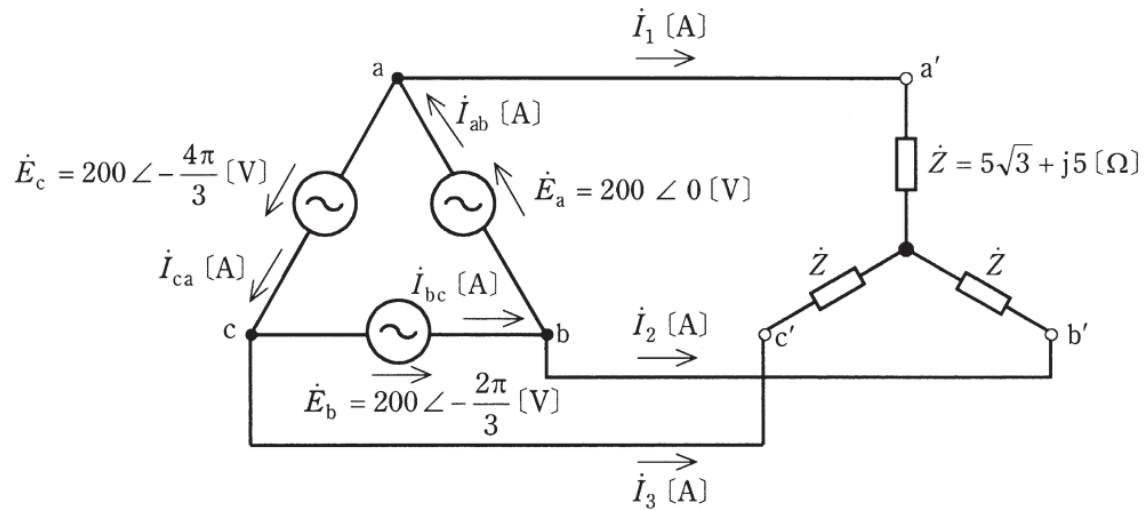
ただし、対称三相交流電源の相回転は a, b, c の順とし、電力計の電力損失は無視できるものとする。



- (1) 200 (2) 300 (3) 346 (4) 400 (5) 600

H24 問16

問16 図のように、相電圧 200 [V] の対称三相交流電源に、複素インピーダンス $Z = 5\sqrt{3} + j5$ [Ω] の負荷が Y 結線された平衡三相負荷を接続した回路がある。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 電流 I_1 [A] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

(1) $20.00 \angle -\frac{\pi}{3}$

(2) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$

(3) $16.51 \angle -\frac{\pi}{6}$

(4) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

(5) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$

(b) 電流 I_{ab} [A] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

(1) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$

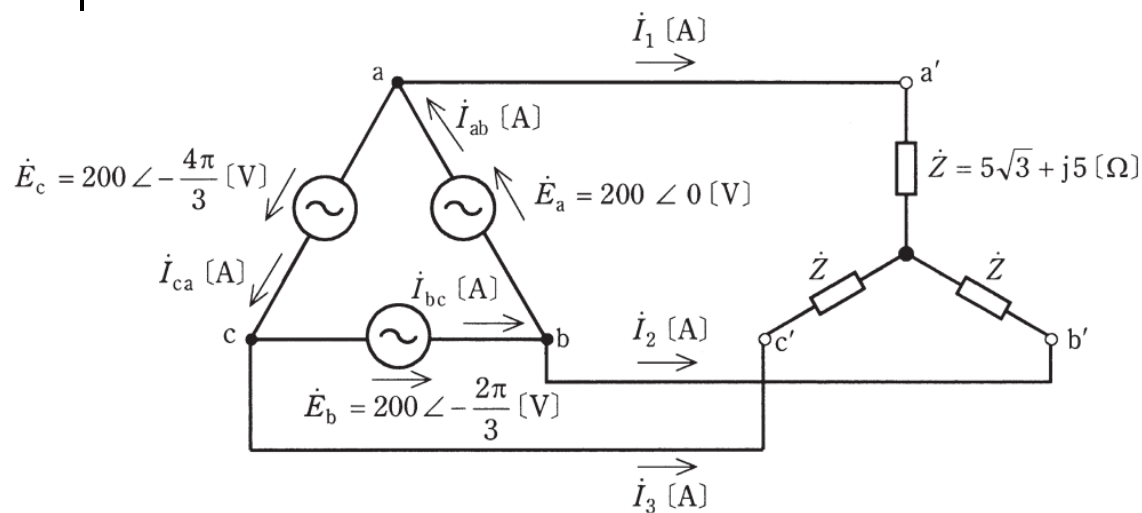
(2) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

(3) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$

(4) $6.67 \angle -\frac{\pi}{3}$

(5) $6.67 \angle -\frac{\pi}{6}$

導出のポイント (設問a)

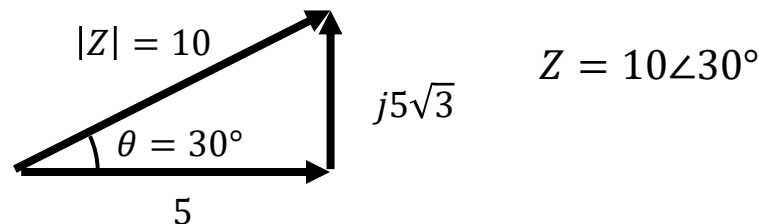


(a) 電流 I_1 [A] の値として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

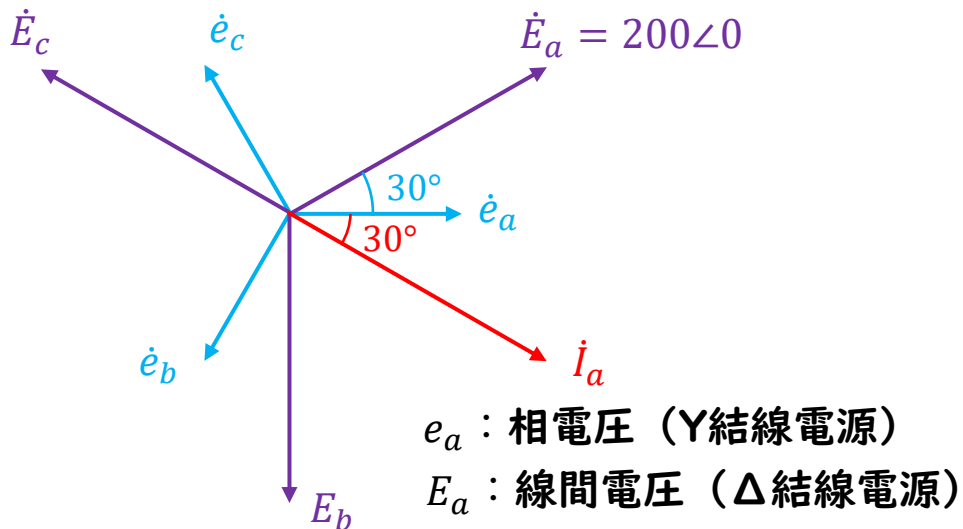
フェーザ表示 $Z = A\angle\theta$
 絶対値 角度(位相)

$$Z = 5\sqrt{3} + j5$$

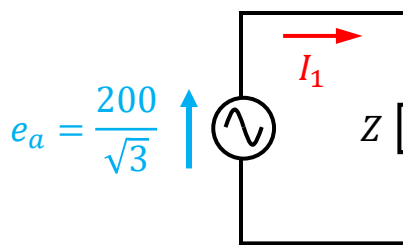
$$|Z| = \sqrt{(5\sqrt{3})^2 + 5^2} = \sqrt{75 + 25} = \sqrt{100} = 10$$



ベクトル図を描く(必ず相電圧を基準に作図する)



単相回路

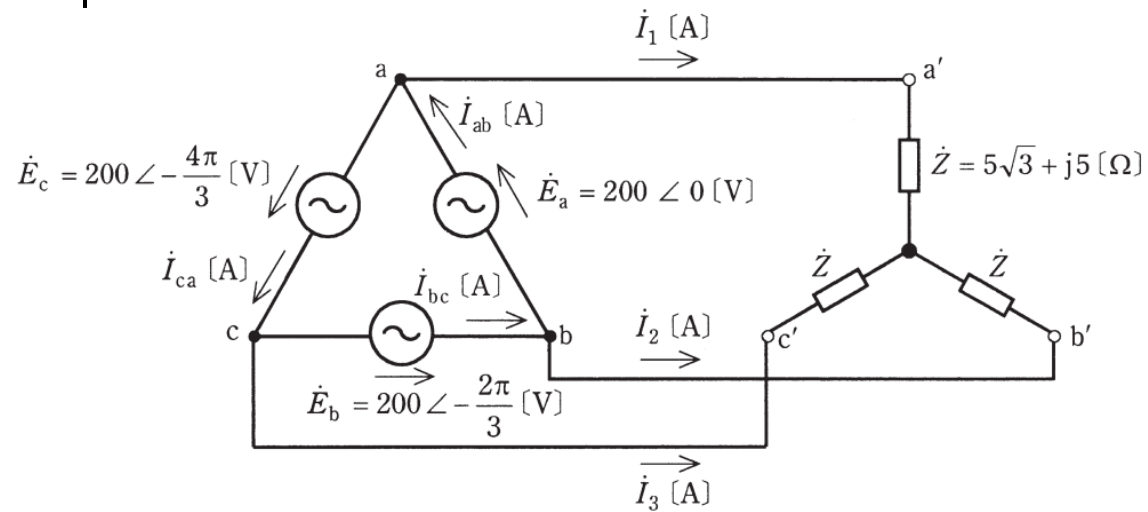


$$I_1 = \frac{e_a}{Z} = \frac{200/\sqrt{3}}{10} = 11.55 \text{ A}$$

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{10} \angle -30^\circ \rightarrow I_1 \text{ は } e_a \text{ より } -30^\circ \text{ ずれる}$$

ベクトル図より $I_1 = 11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$

導出のポイント (設問b)



(b) 電流 \dot{I}_{ab} [A] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

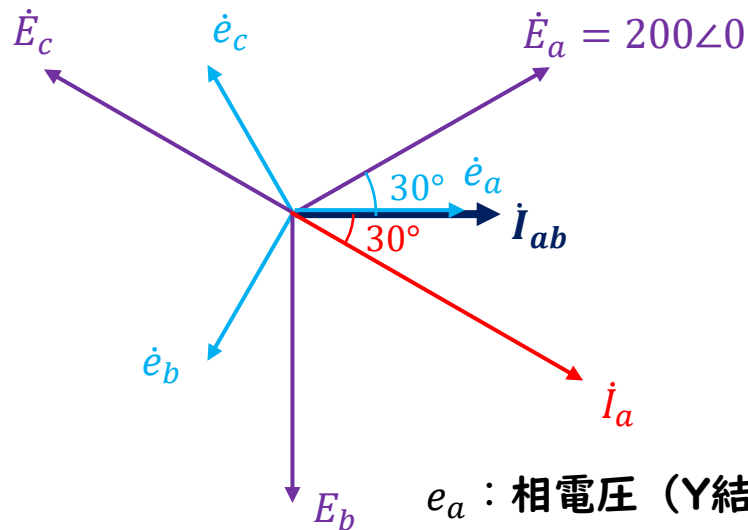
$$I_1 = 11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$$

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

$$I_{ab} = \frac{20}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \angle -\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6} = 6.67 \angle -\frac{\pi}{6}$$

ベクトル図を描く(必ず相電圧を基準に作図する)

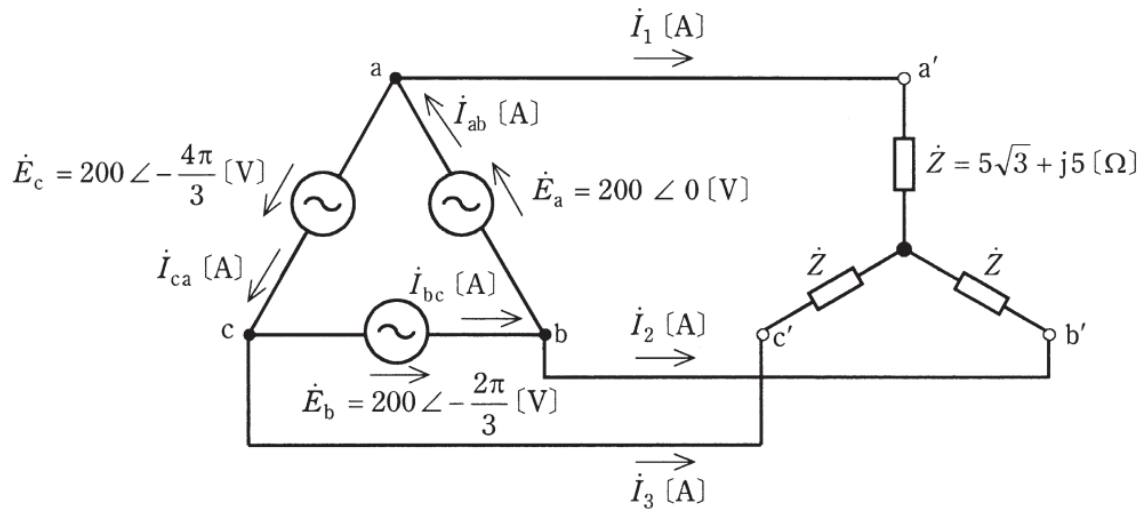


e_a : 相電圧 (Y結線電源)

E_a : 線間電圧 (Δ 結線電源)

H24 問16

問16 図のように、相電圧 200 [V] の対称三相交流電源に、複素インピーダンス $Z = 5\sqrt{3} + j5$ [Ω] の負荷が Y 結線された平衡三相負荷を接続した回路がある。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 電流 I_1 [A] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| (1) $20.00 \angle -\frac{\pi}{3}$ | (2) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$ |
| (3) $16.51 \angle -\frac{\pi}{6}$ | (4) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$ |
| (5) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$ | |

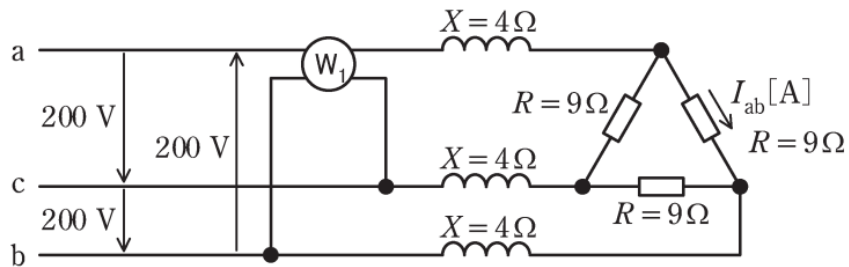
(b) 電流 I_{ab} [A] の値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| (1) $20.00 \angle -\frac{\pi}{6}$ | (2) $11.55 \angle -\frac{\pi}{3}$ |
| (3) $11.55 \angle -\frac{\pi}{6}$ | (4) $6.67 \angle -\frac{\pi}{3}$ |
| (5) $6.67 \angle -\frac{\pi}{6}$ | |

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。



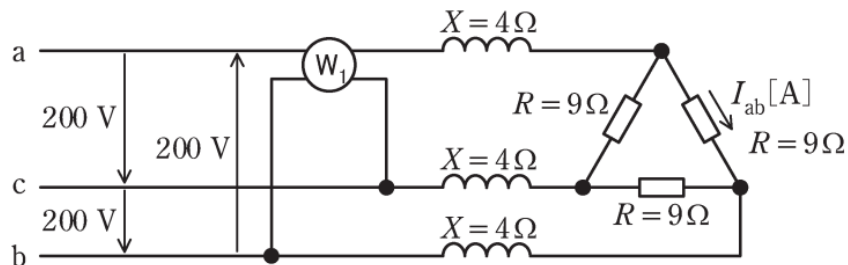
(a) $R=9\Omega$ の抵抗に流れる電流 I_{ab} の実効値[A]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (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

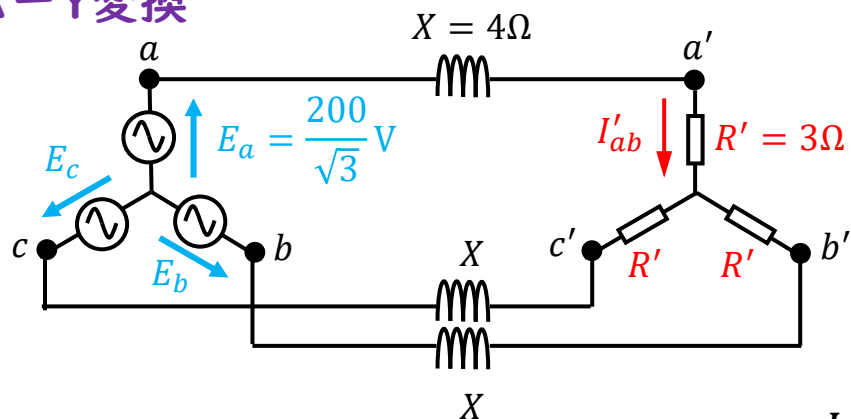
導出のポイント (設問a)



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

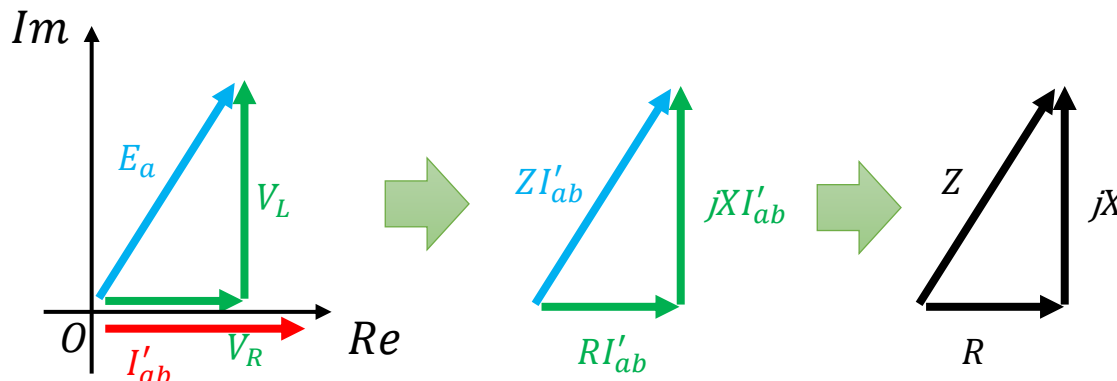
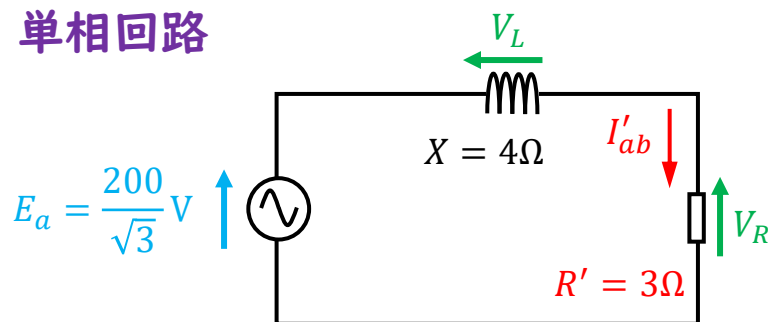


I'_{ab} から I_{ab} へ変換する

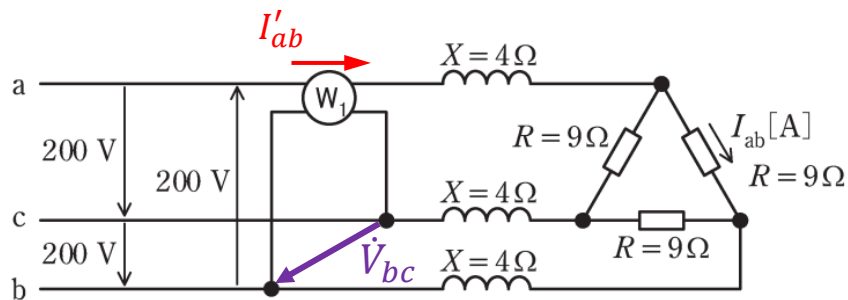
線電流から相電流の変換
 ・電流の大きさは $1/\sqrt{3}$ 倍
 ・位相は 30° 進む

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

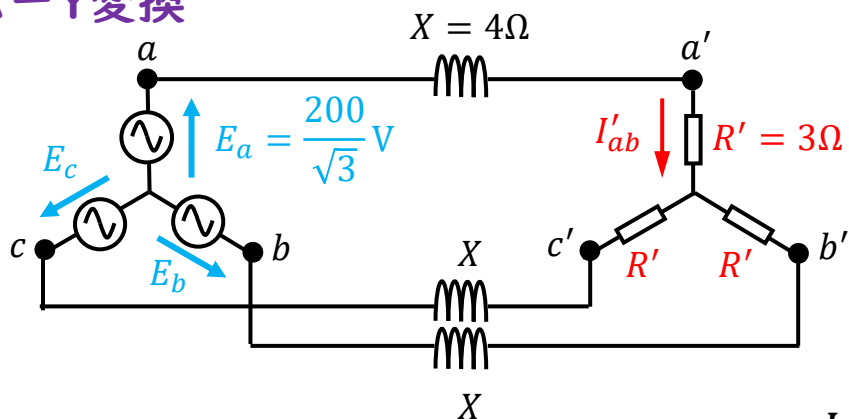
単相回路



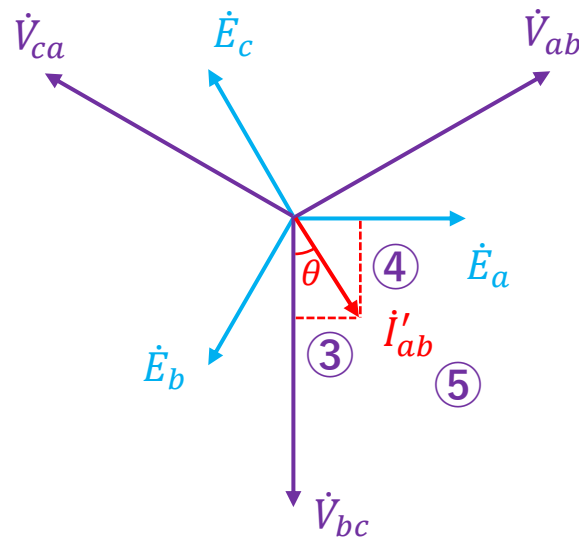
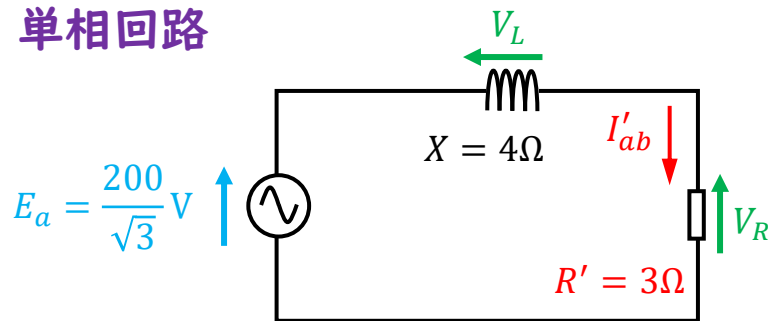
導出のポイント (設問b)



Δ-Y変換

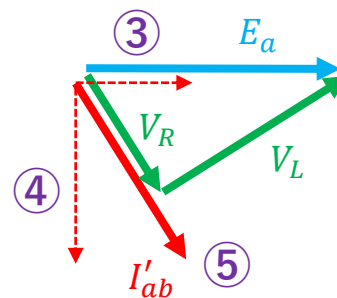
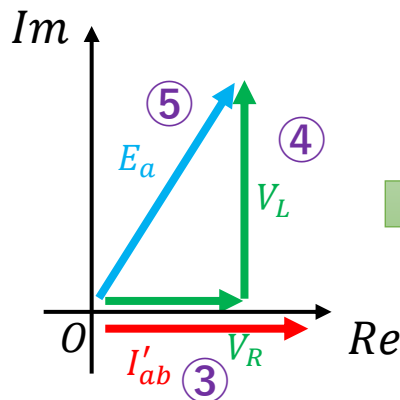


単相回路



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

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



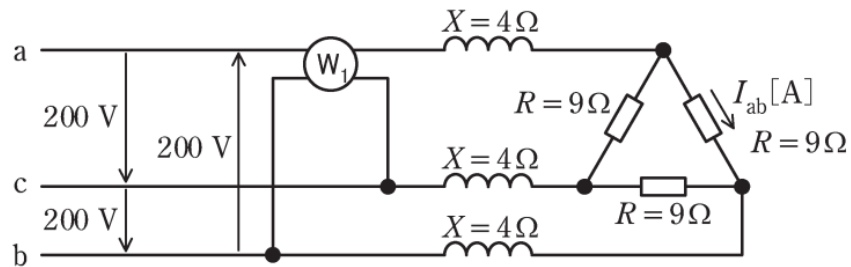
$$I'_{ab} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

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

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

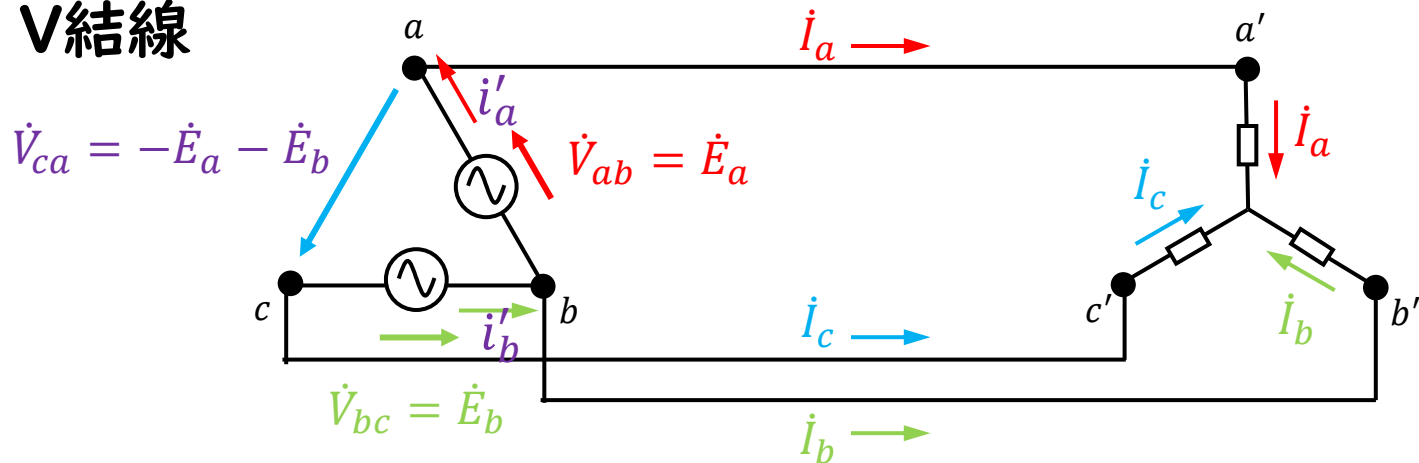
(b) 単相電力計 W_1 の指示値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

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

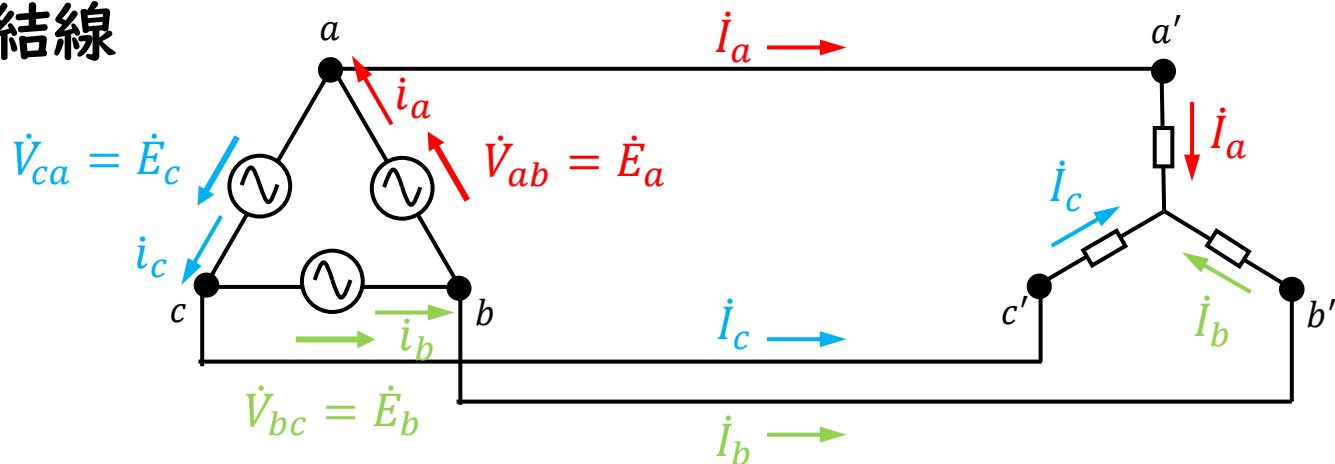
V結線の基本特性

V結線とは2台の単相変圧器を使用し、三相交流を実現する電源の方式のこと
 三相結線のΔ結線と同様の働きをする

V結線



Δ結線

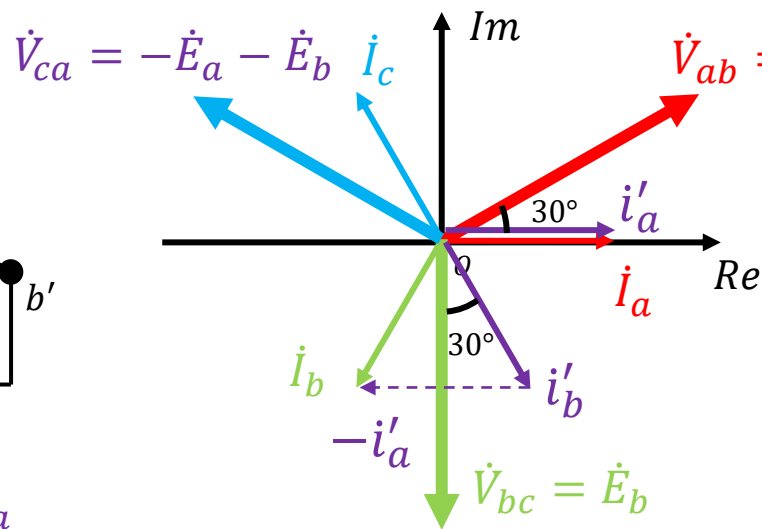
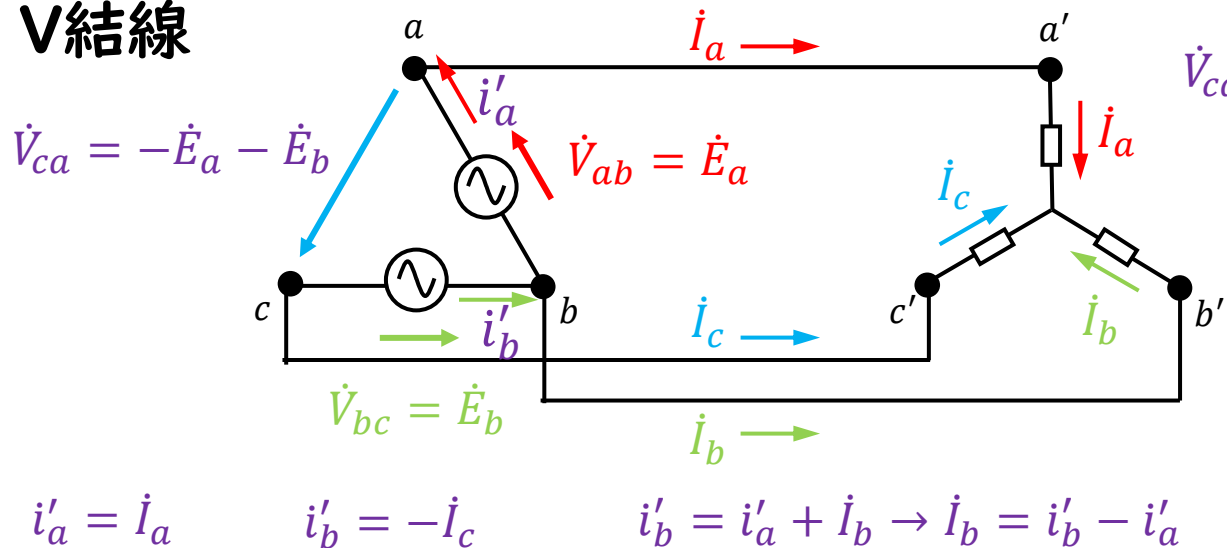


電流/電圧		V結線	Δ結線
電源側	線間電圧	同じ	同じ
	相電圧	同じ	同じ
	相電流	異なる	異なる
送電線	線電流	同じ	同じ
負荷側	線間電圧	同じ	同じ
	相電圧	同じ	同じ
	相電流	同じ	同じ

電力	V結線	Δ結線
変圧器の数	2個	3個
変圧器の合計容量 S	$2E_a I_a$	$3E_a i_a$
最大出力 P_{max}	$\sqrt{3}E_a I_a$	$3E_a i_a$
利用率 $P_{max}/S \times 100[\%]$	86.5 %	100 %

V結線のベクトル図

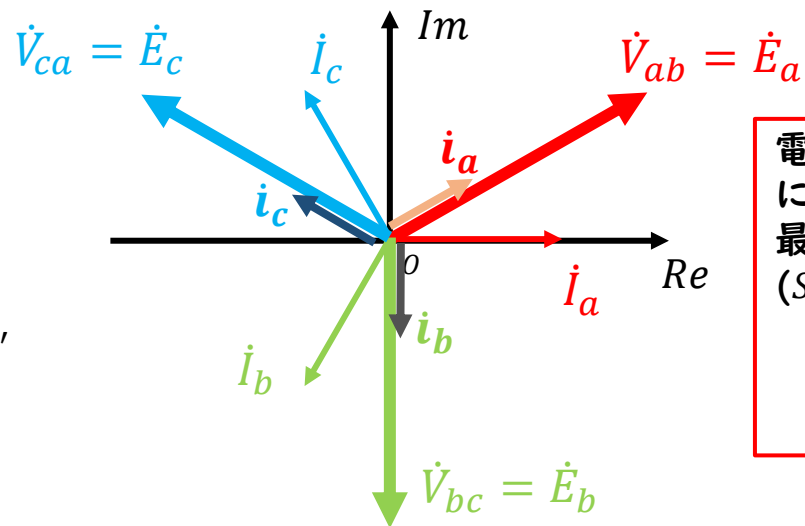
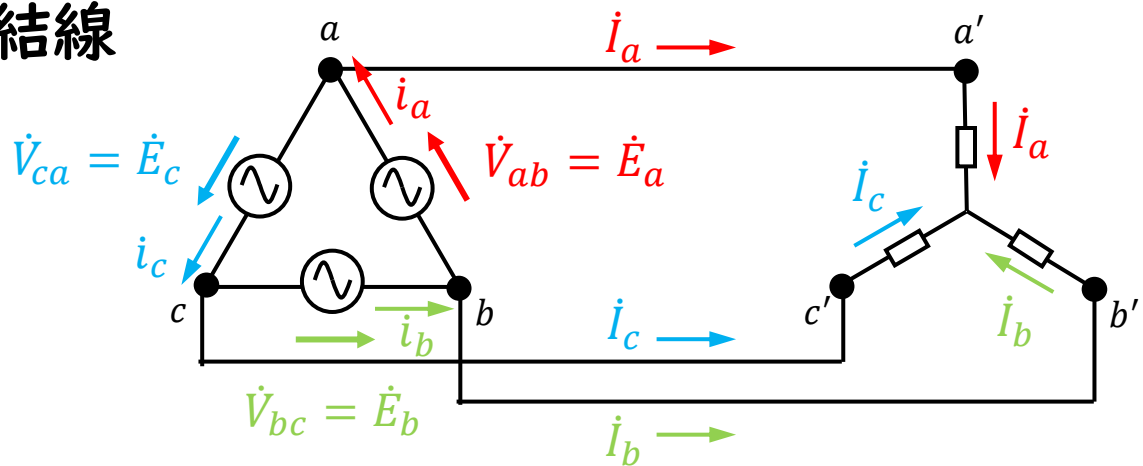
V結線



電源側相電圧と相電流の間に30°の位相差があるため
最大出力は $\sqrt{3}S$
(S は変圧器1台の電力容量)

$$\begin{aligned}
 S &= E_a I_a \quad P = S \cos 30^\circ \\
 P_{max} &= 2P = 2S \cos 30^\circ \\
 &= 2S \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}S \\
 \therefore P_{max} &= \sqrt{3}S
 \end{aligned}$$

Δ結線

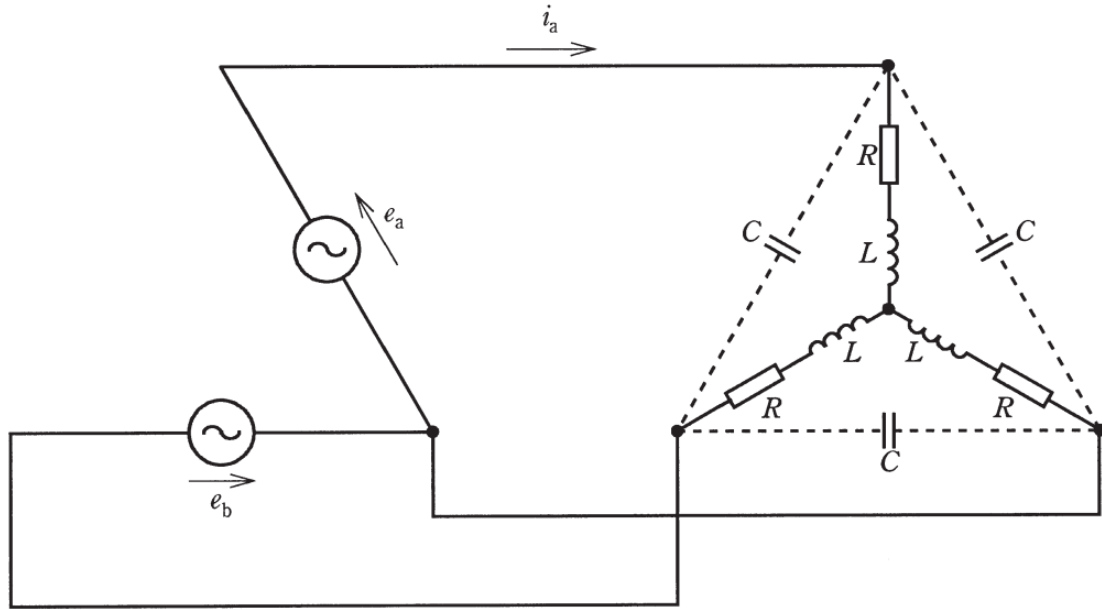


電源側相電圧と相電流の間に位相差はなく
最大出力は $3S$
(S は変圧器1台の電力容量)

$$\begin{aligned}
 S &= E_a i_a \quad P = S \\
 \therefore P_{max} &= 3S
 \end{aligned}$$

H27 問17

問17 図のような V 結線電源と三相平衡負荷とからなる平衡三相回路において、 $R = 5\Omega$ 、 $L = 16\text{mH}$ である。また、電源の線間電圧 e_a [V] は、時刻 t [s] において $e_a = 100\sqrt{6}\sin(100\pi t)$ [V] と表され、線間電圧 e_b [V] は e_a [V] に対して振幅が等しく、位相が 120° 遅れている。ただし、電源の内部インピーダンスは零である。このとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



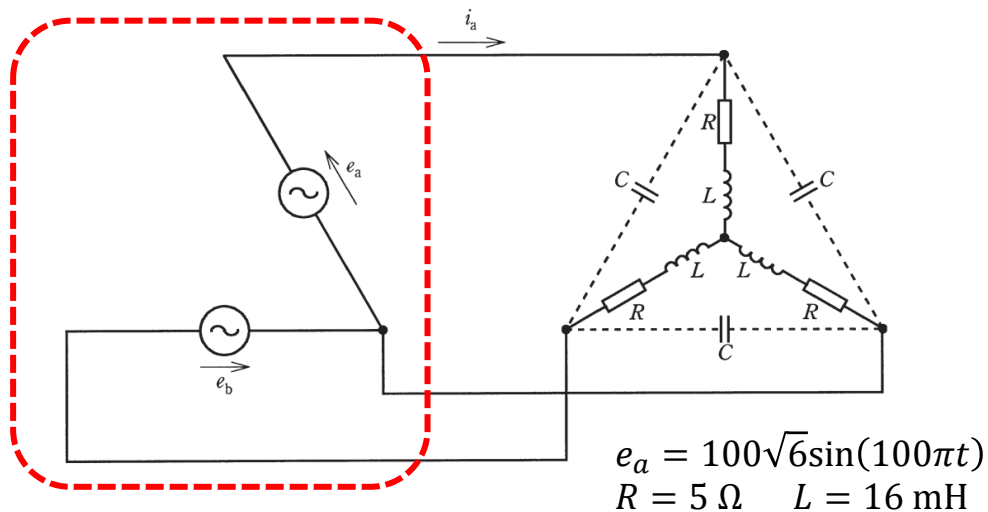
(a) 図の点線で示された配線を切断し、3 個のコンデンサを三相回路から切り離したとき、三相電力 P の値 [kW] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 1 (2) 3 (3) 6 (4) 9 (5) 18

(b) 点線部を接続することによって同じ特性の 3 個のコンデンサを接続したところ、 i_a の波形は e_a の波形に対して位相が 30° 遅れていた。このときのコンデンサ C の静電容量の値 [F] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3.6×10^{-5} (2) 1.1×10^{-4} (3) 3.2×10^{-4}
 (4) 9.6×10^{-4} (5) 2.3×10^{-3}

導出のポイント (設問a)



△結線と考えてよい

e_a の実効値 = $100\sqrt{3}$
角周波数 $\omega = 100\pi$

(a) 図の点線で示された配線を切断し、3個のコンデンサを三相回路から切り離したとき、三相電力 P の値 [kW] として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

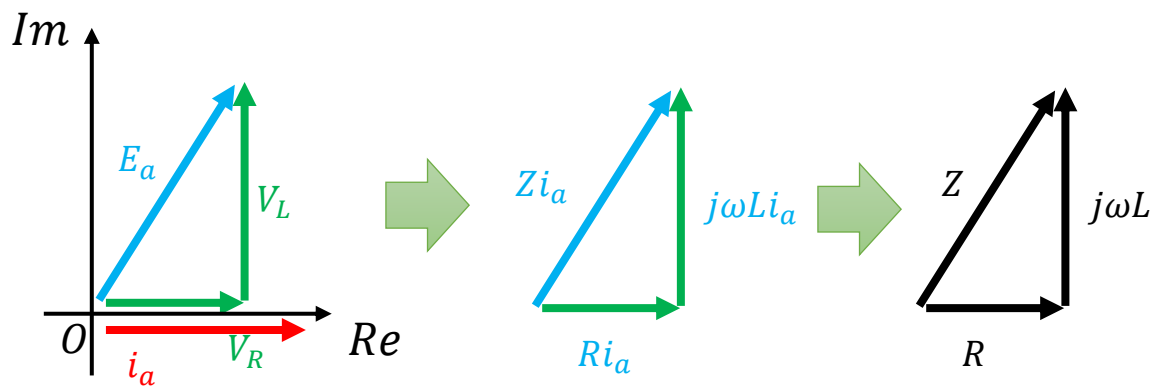
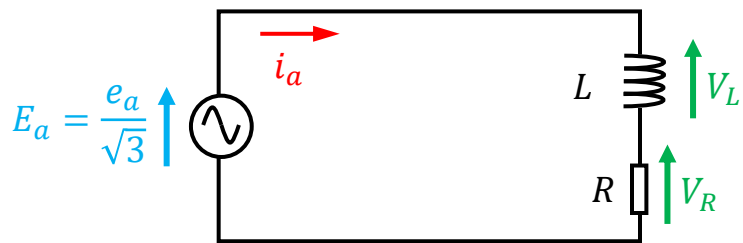
i_a を求める

$$i_a = \frac{E_a}{Z} = \frac{e_a/\sqrt{3}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{100\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{5^2 + (2\pi \times 50 \times 16 \times 10^{-3})^2}} = 14.1 \text{ A}$$

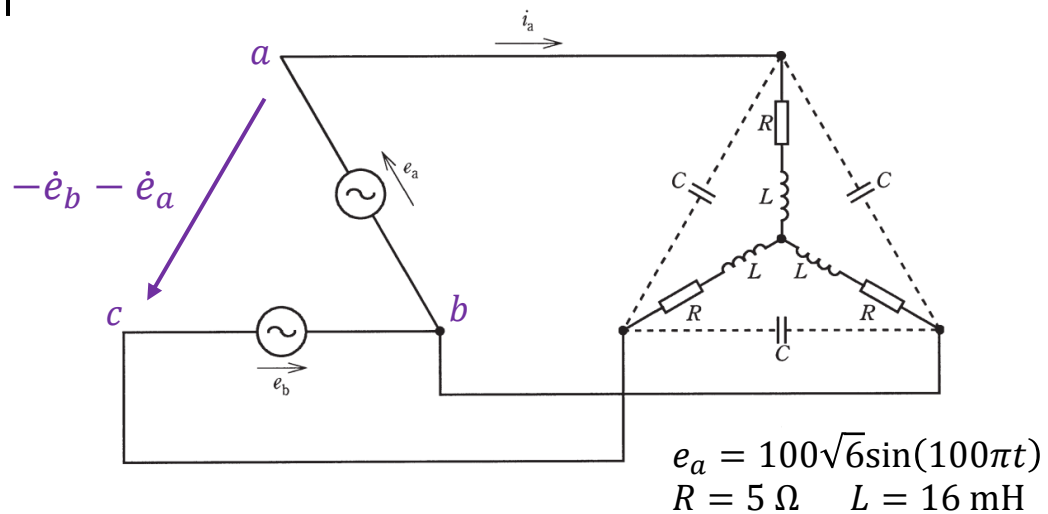
P を求める

$$P = 3Ri_a^2 = 3 \times 5 \times 14.1^2 = 2986 = 3 \text{ kW}$$

単相回路

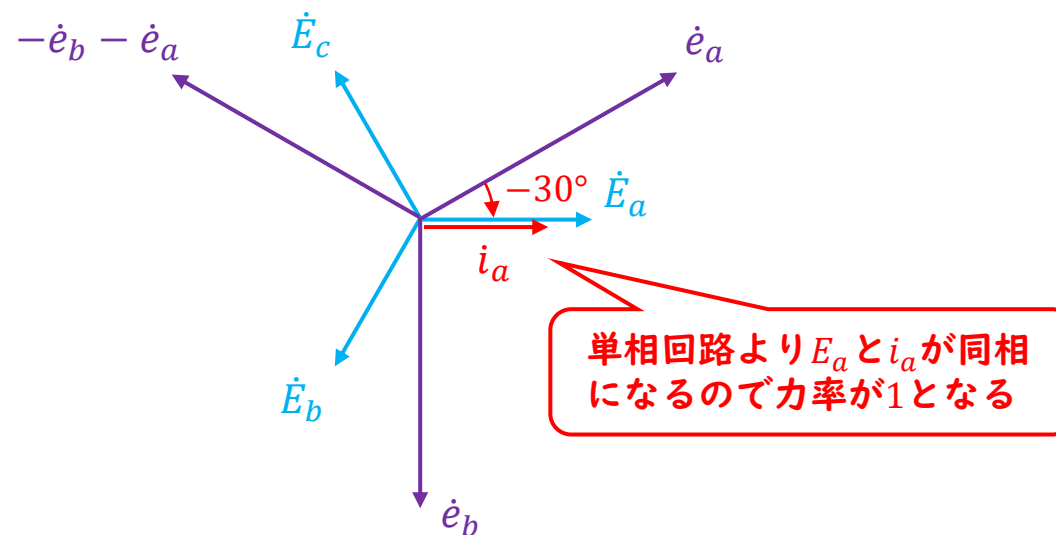


導出のポイント (設問b)



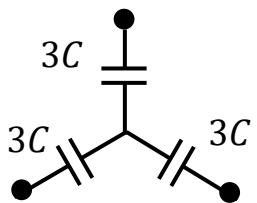
e_a の実効値 = $100\sqrt{3}$
 角周波数 $\omega = 100\pi$

(b) 点線部を接続することによって同じ特性の 3 個のコンデンサを接続したところ、 i_a の波形は e_a の波形に対して位相が 30° 遅れていた。このときのコンデンサ C の静電容量の値 [F] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

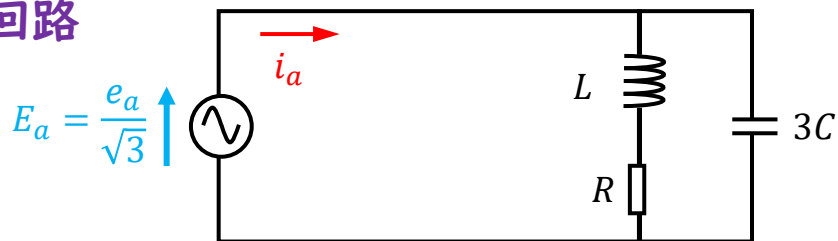


コンデンサ部分を Δ -Y変換

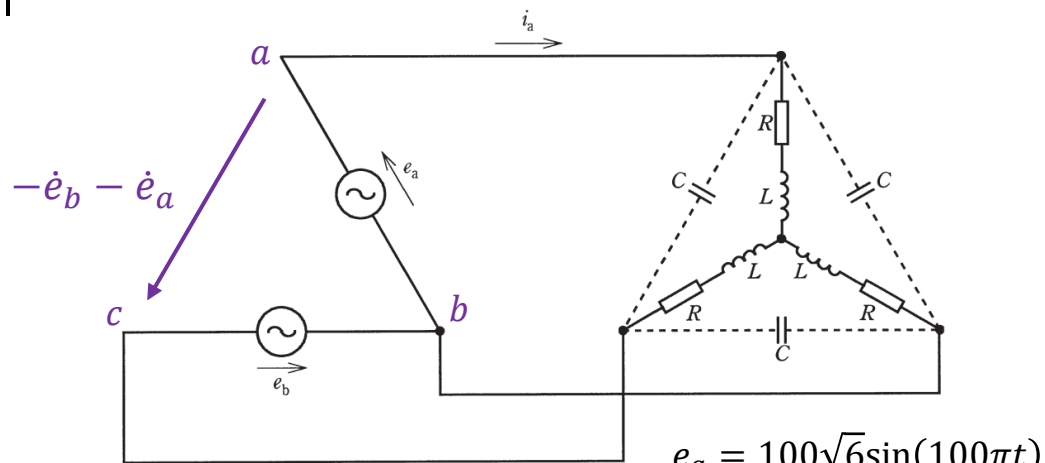
Y結線に変換するとインピーダンスは $1/3$ 倍になるので、 C は 3 倍になる



単相回路



導出のポイント (設問b)



$$e_a = 100\sqrt{6}\sin(100\pi t)$$

$$R = 5 \Omega \quad L = 16 \text{ mH}$$

e_a の実効値 = $100\sqrt{3}$
角周波数 $\omega = 100\pi$

(b) 点線部を接続することによって同じ特性の3個のコンデンサを接続したところ、 i_a の波形は e_a の波形に対して位相が 30° 遅れていた。このときのコンデンサ C の静電容量の値[F]として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

1/Zの式を作る

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R + j\omega L} + j3\omega C = \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j3\omega C$$

$$= \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j \left(3\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right)$$

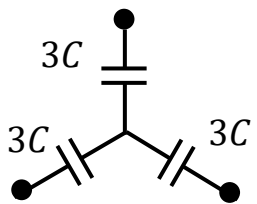
虚数成分が0になるとき、
力率が1となる

$$3\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} = 0 \rightarrow C = \frac{L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$$

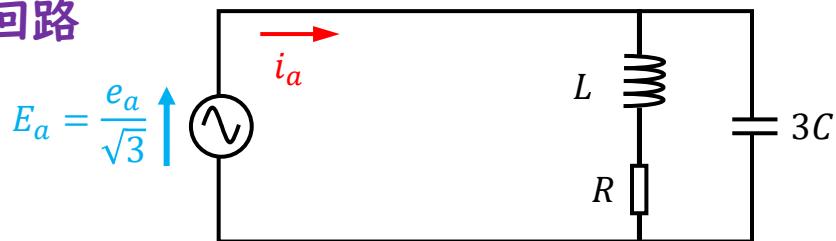
$$C = \frac{16 \times 10^{-3}}{3(5^2 + (100\pi \times 16 \times 10^{-3})^2)} = 1.1 \times 10^{-4} \text{ F}$$

コンデンサ部分を Δ -Y変換

Y結線に変換するとインピーダンスは
1/3倍になるので、 C は3倍になる

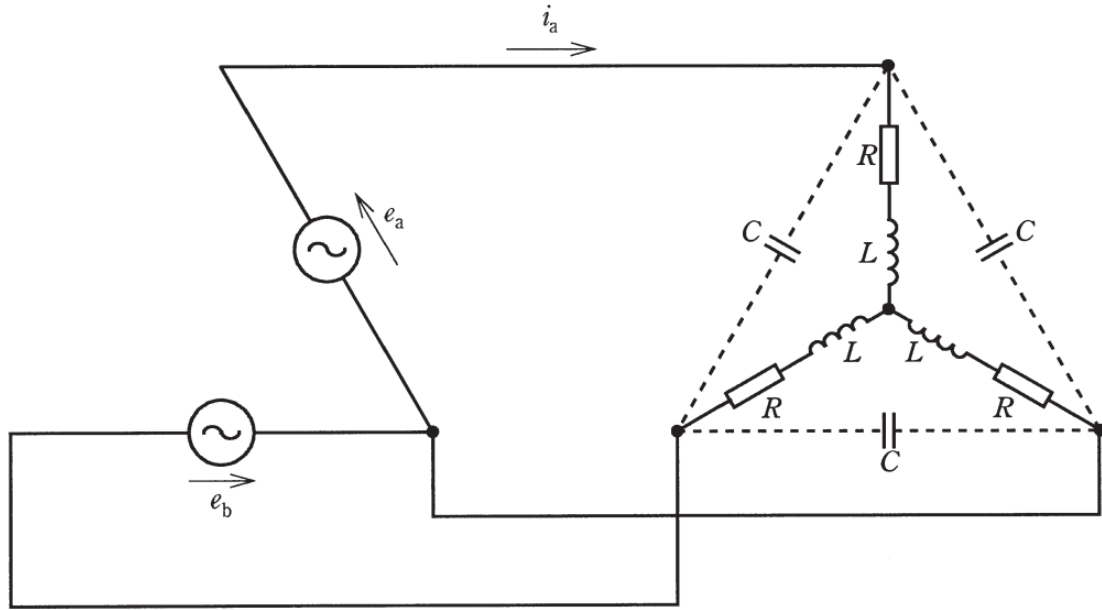


単相回路



H27 問17

問17 図のような V 結線電源と三相平衡負荷とからなる平衡三相回路において、 $R = 5\Omega$ 、 $L = 16\text{mH}$ である。また、電源の線間電圧 e_a [V] は、時刻 t [s] において $e_a = 100\sqrt{6}\sin(100\pi t)$ [V] と表され、線間電圧 e_b [V] は e_a [V] に対して振幅が等しく、位相が 120° 遅れている。ただし、電源の内部インピーダンスは零である。このとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 図の点線で示された配線を切断し、3 個のコンデンサを三相回路から切り離したとき、三相電力 P の値 [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) 1 (2) 3 (3) 6 (4) 9 (5) 18

(b) 点線部を接続することによって同じ特性の 3 個のコンデンサを接続したところ、 i_a の波形は e_a の波形に対して位相が 30° 遅れていた。このときのコンデンサ C の静電容量の値 [F] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3.6×10^{-5} (2) 1.1×10^{-4} (3) 3.2×10^{-4}
 (4) 9.6×10^{-4} (5) 2.3×10^{-3}

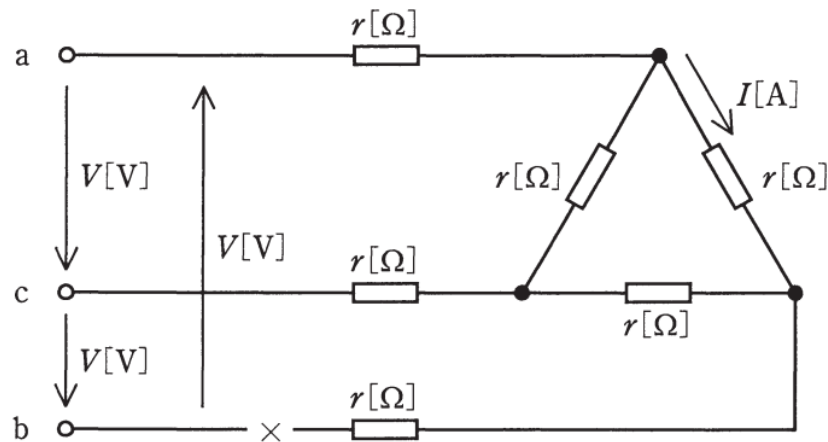
ご聴講ありがとうございました
ございました!!

付録

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。



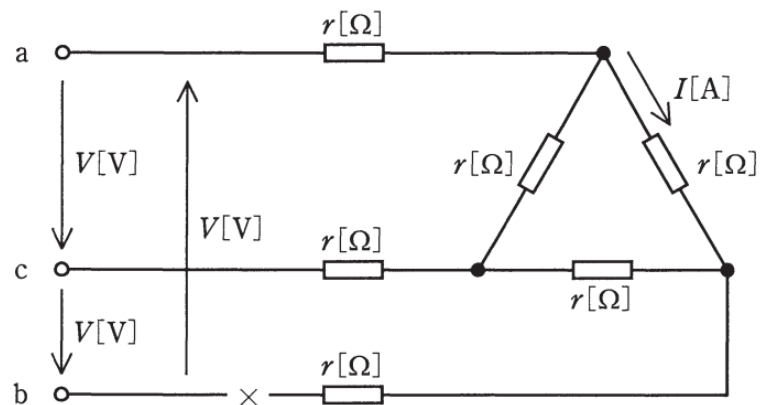
(a) 図中の電流 I の大きさ[A]は、断線前の何倍となるか。その倍率として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (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

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

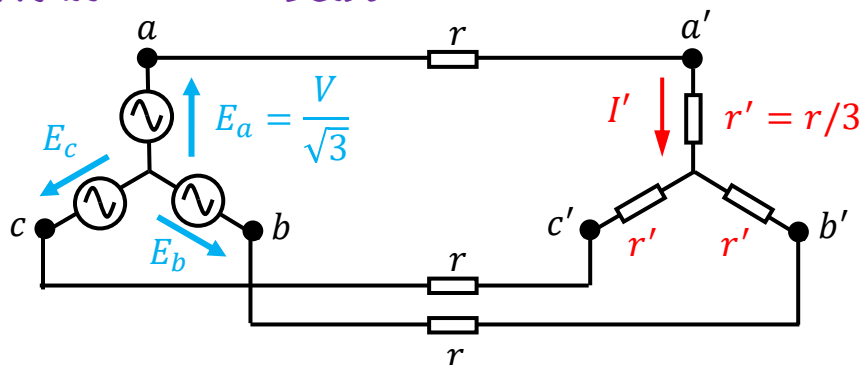
I から I' へ変換する

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

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

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

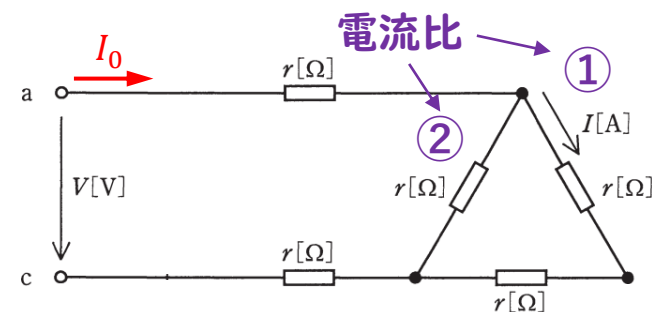
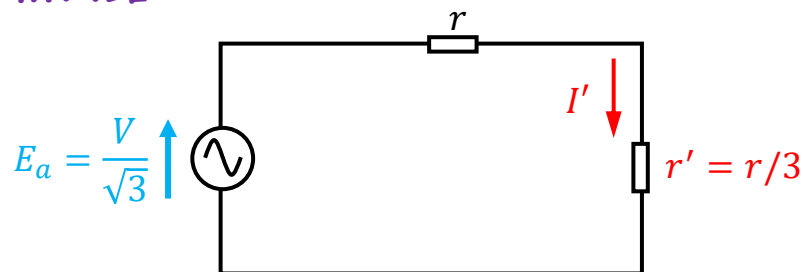
$$I_0 = \frac{3V}{8r}$$

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

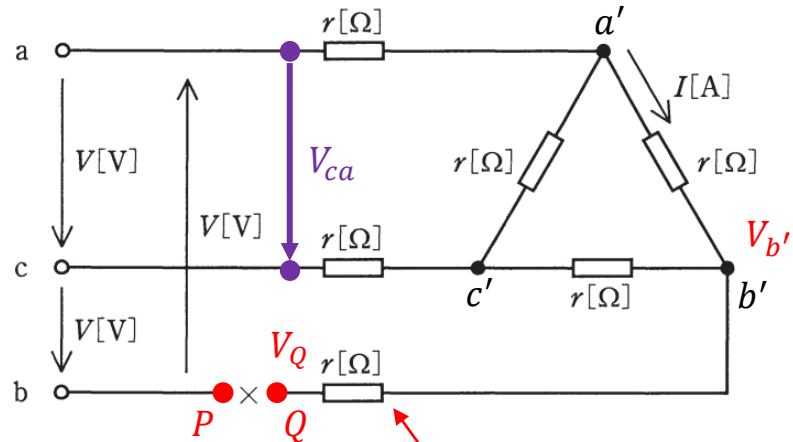
断線前後の電流の変化を求める

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

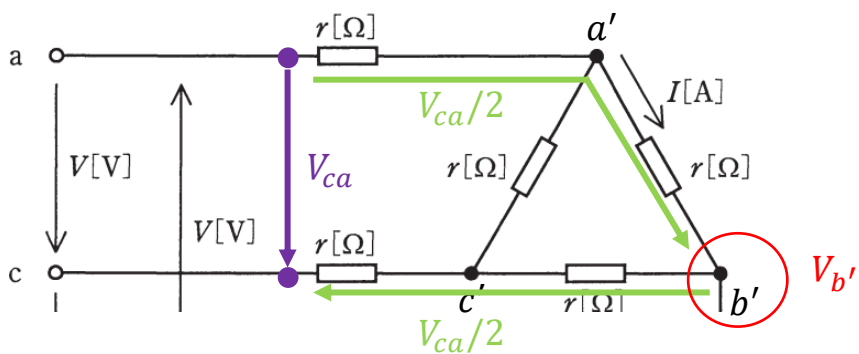
単相回路



導出のポイント (設問b)

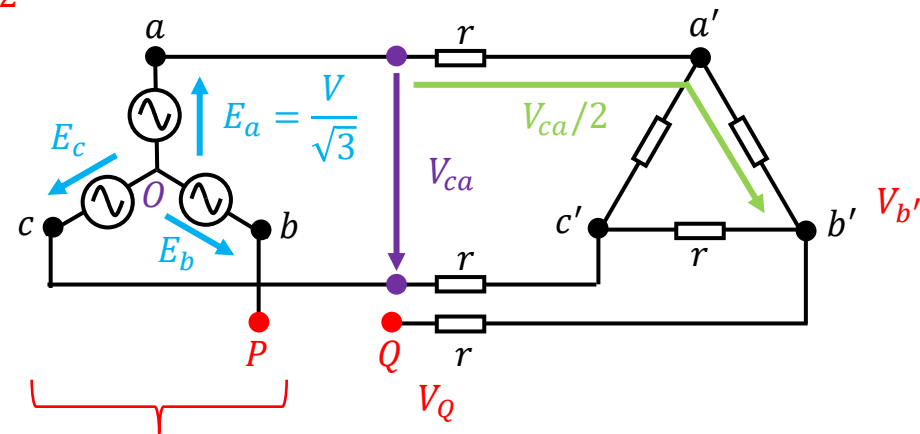


r には電流が流れないので、電圧降下は発生しない。
従って、 Q の電圧 V_Q と b' の電圧 $V_{b'}$ は同じになる。



V_{ca} は b' で半分($V_{ca}/2$)になる

$$V_Q = V_{b'} = \frac{V_{ca}}{2} \text{ となる。}$$

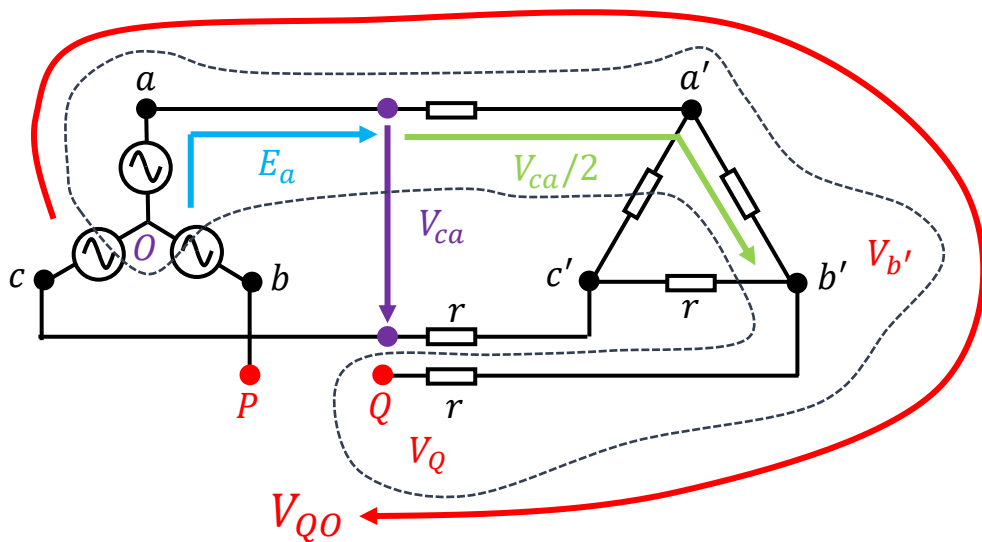


電源部分をY結線で表す

$$V_{ca} = E_c - E_a \text{ より } V_Q = V_{b'} = \frac{V_{ca}}{2} = \frac{E_c - E_a}{2} \text{ となる。}$$

導出のポイント (設問b)

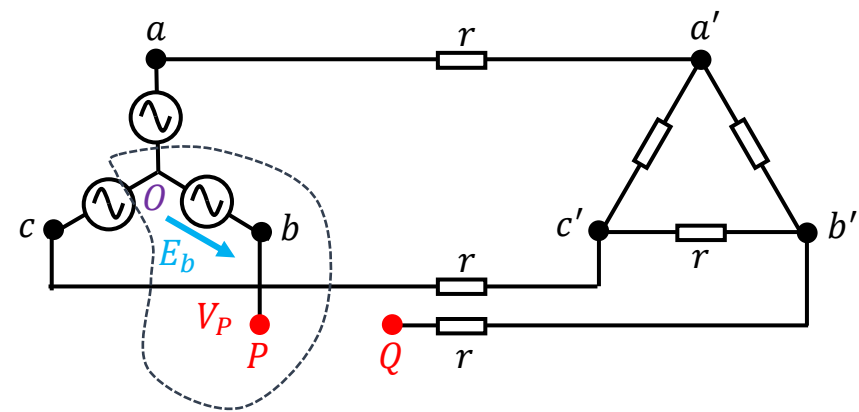
中性点Oを基準に電位差を考える



中性点OからQの電圧 V_Q をみると、

$$V_Q = V_{b'} = \frac{V_{ca}}{2} = \frac{E_c - E_a}{2} \text{ より}$$

$$V_{QO} = \frac{V_{ca}}{2} + E_a = \frac{E_c - E_a}{2} + E_a = \frac{E_c + E_a}{2} \text{ となる。}$$



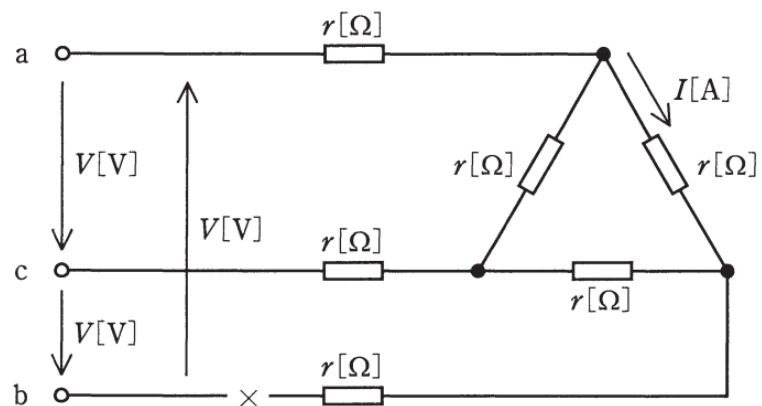
中性点OからPの電圧 V_P をみると、

$$V_P = E_b \text{ となる。}$$

以上より、P-Q間の電位差 V_{PQ} は、

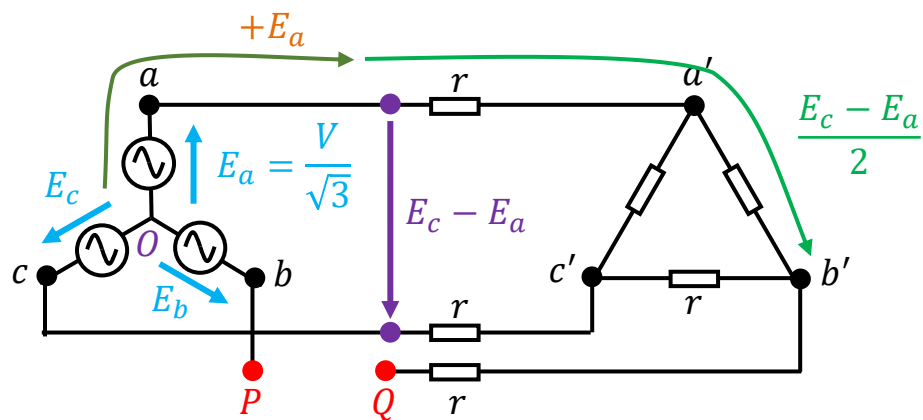
$$V_{PQ} = V_{PO} - V_{QO} = E_b - \frac{E_c + E_a}{2} \text{ となる。}$$

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

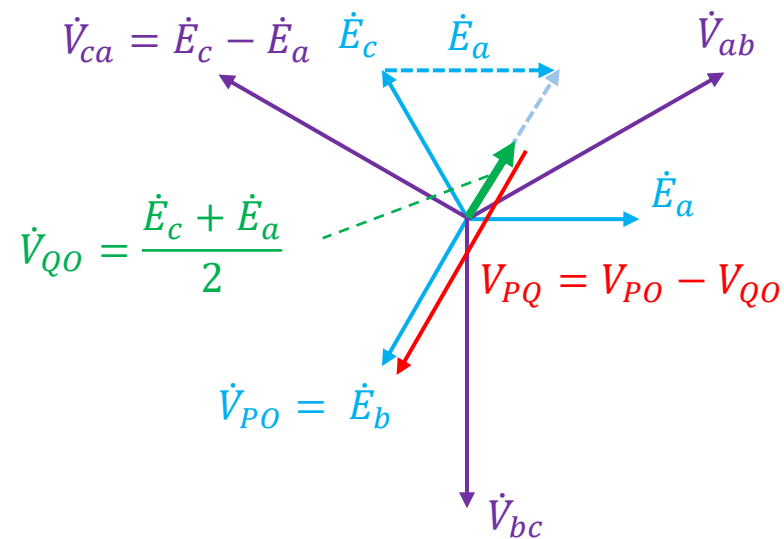


$$V_{QO} = \frac{E_c - E_a}{2} + E_a = \frac{E_c + E_a}{2}$$

$$V_{PO} = E_b$$

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

中性点Oを基準に電位差を考える



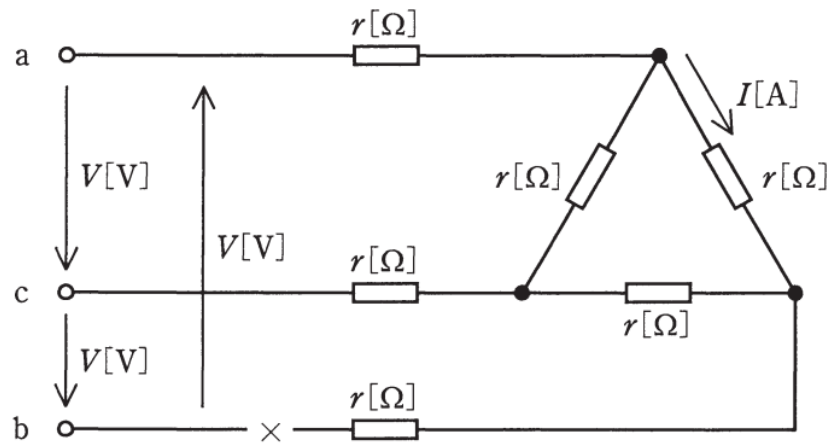
$$V_{PQ} = V_{PO} - V_{QO} = \frac{1}{2} \frac{V}{\sqrt{3}} + \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{3}{2} \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} V = 0.87V$$

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