

電験どうでしょう管理人
KWG presents

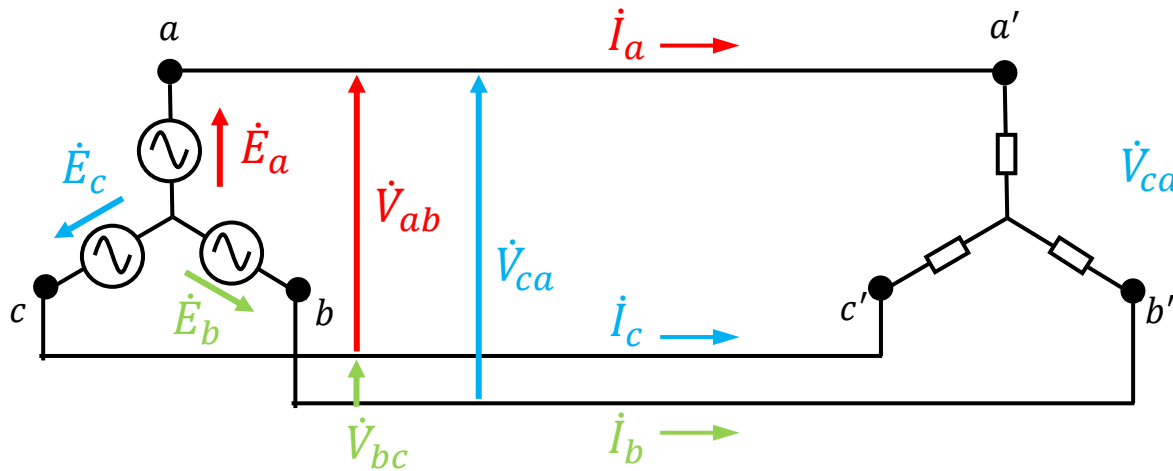
短期集中講座

三相交流(Ⅰ)

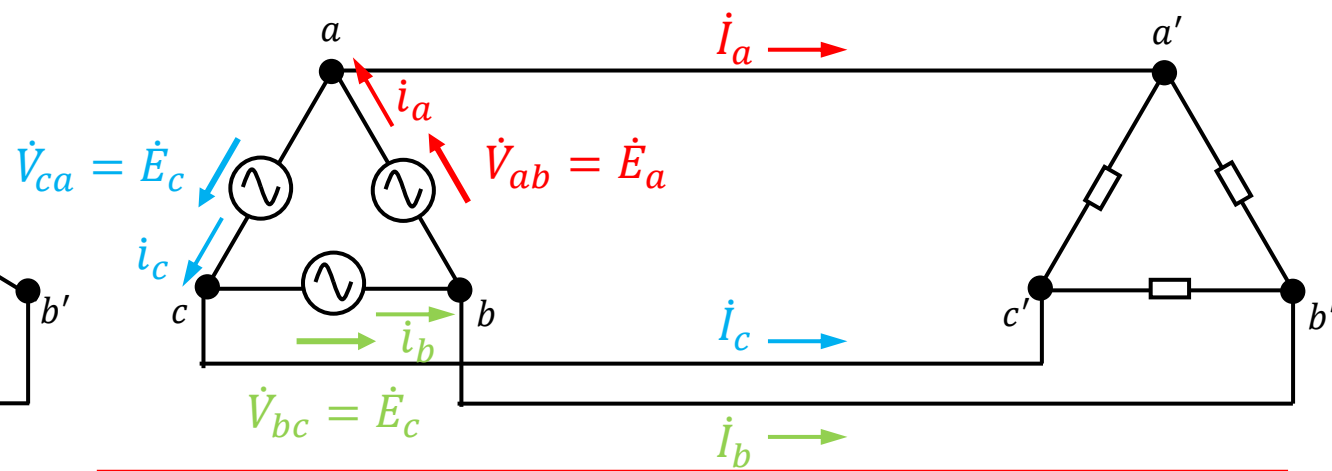
2024.05.18 Sat

Y結線とΔ結線

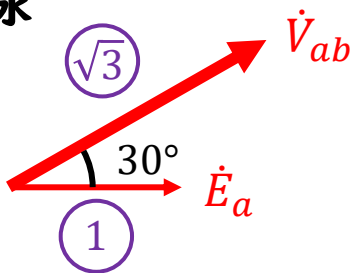
Y結線



Δ結線

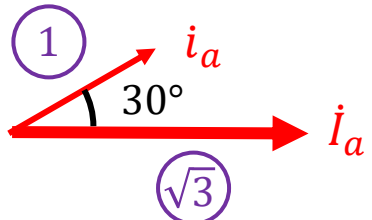


Y結線



E_a, E_b, E_c : 相電圧
 V_{ab}, V_{bc}, V_{ca} : 線間電圧

Δ結線



i_a, i_b, i_c : 相電流
 I_a, I_b, I_c : 線電流

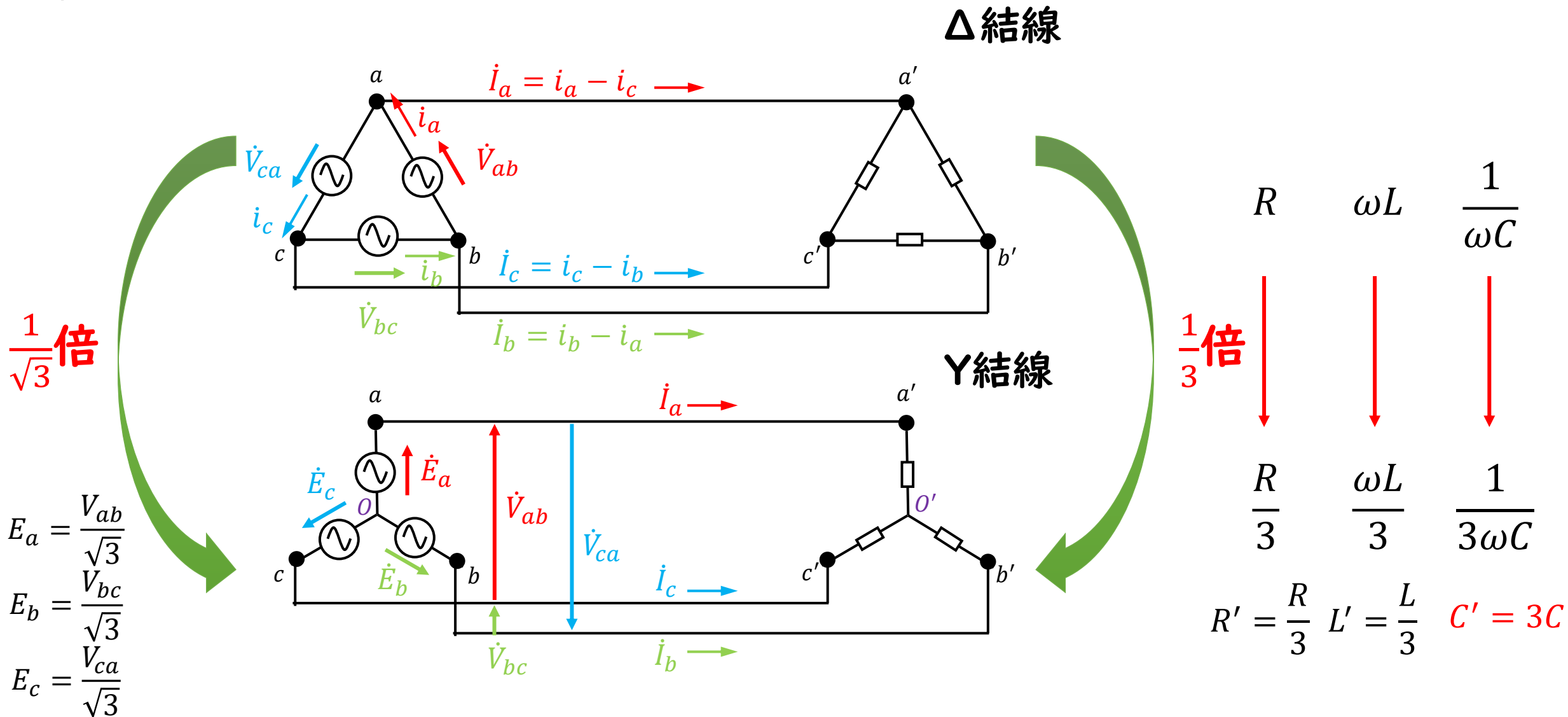
Y結線

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

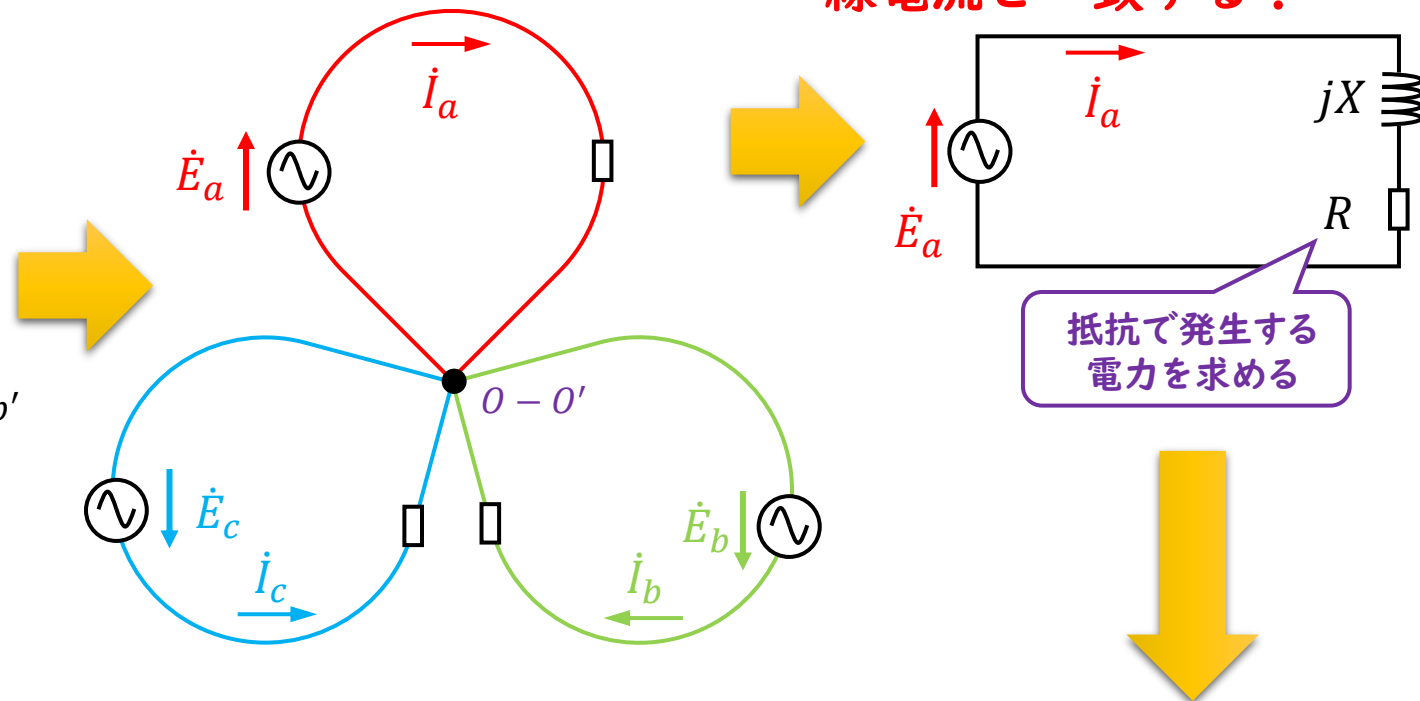
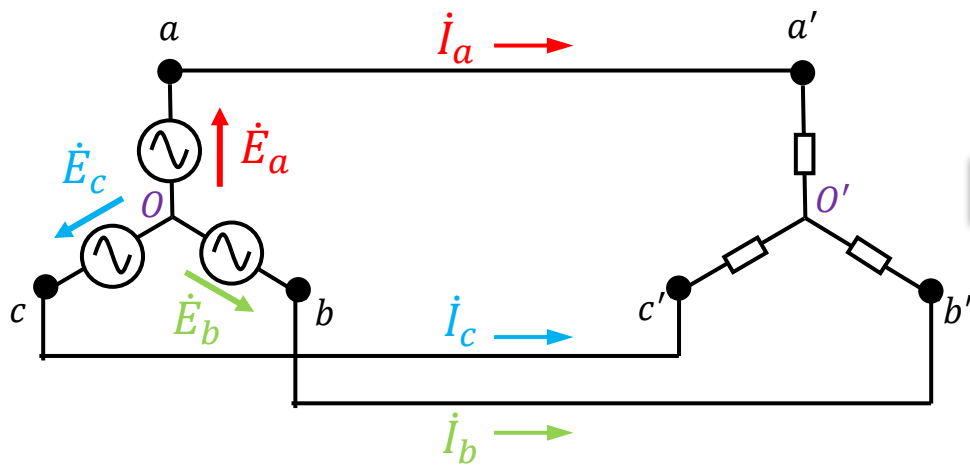
線間電圧 = 相電圧
線電流 = $\sqrt{3}$ × 相電流
線電流は相電流より位相が 30° 遅れる
(相電流は線電流より位相が 30° 進む)

Δ-Y変換



有効電力計算

単相回路の電流は
線電流と一致する！



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 × (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) ÷ 抵抗

求めた電力を3倍する

H18 問15

問15 抵抗 R [Ω] , 誘導性リアクタンス X [Ω] からなる平衡三相負荷 (力率 80 [%]) に対称三相交流電源を接続した交流回路がある。次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 図1のように、Y結線した平衡三相負荷に線間電圧 210 [V] の三相電圧を加えたとき、回路を流れる線電流 I は $\frac{14}{\sqrt{3}}$ [A] であった。負荷の誘導性リアクタンス X [Ω] の値として、正しいのは次のうちどれか。

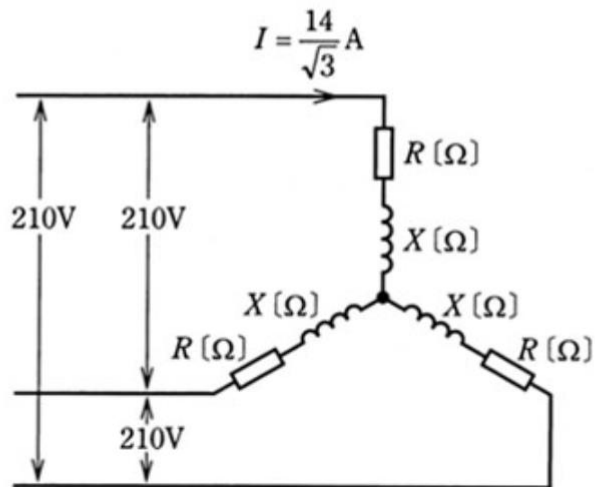


図 1

- (1) 4 (2) 5 (3) 9 (4) 12 (5) 15

(b) 図1の各相の負荷を使って Δ 結線し、図2のように相電圧 200 [V] の対称三相電源に接続した。この平衡三相負荷の全消費電力 [kW] の値として、正しいのは次のうちどれか。

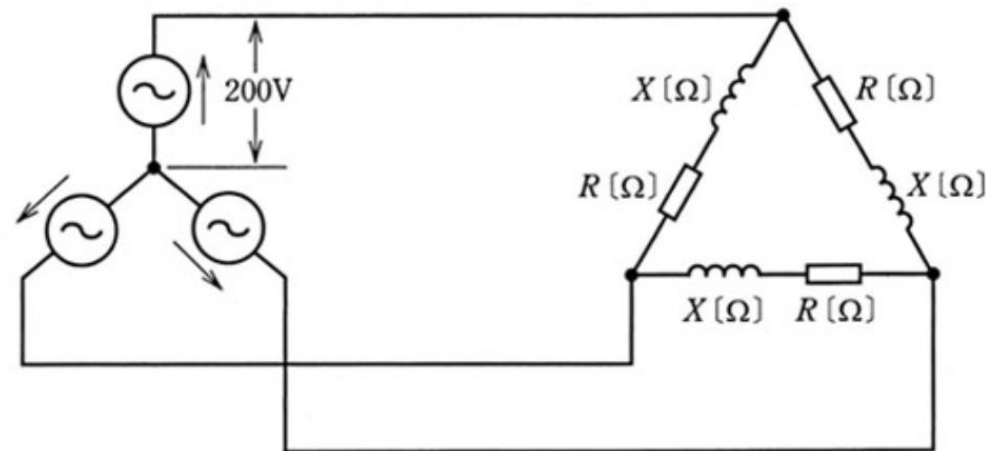


図 2

- (1) 8 (2) 11.1 (3) 13.9 (4) 19.2 (5) 33.3

H18 問15

問15 抵抗 R [Ω] , 誘導性リアクタンス X [Ω] からなる平衡三相負荷 (力率 80 [%]) に対称三相交流電源を接続した交流回路がある。次の(a)及び(b)に答えよ。

$$Z = \frac{210/\sqrt{3}}{I} = \frac{210/\sqrt{3}}{14/\sqrt{3}} = 15 \Omega$$

$$R = Z \cos \theta = 15 \times 0.8 = 12 \Omega$$

$$X = Z \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = 15 \times \sqrt{1 - 0.8^2} = 15 \times 0.6 = 9 \Omega$$

(a) 図1のように、Y結線した平衡三相負荷に線間電圧 210 [V] の三相電圧を加えたとき、回路を流れる線電流 I は $\frac{14}{\sqrt{3}}$ [A] であった。負荷の誘導性リアクタンス X [Ω] の値として、正しいのは次のうちどれか。

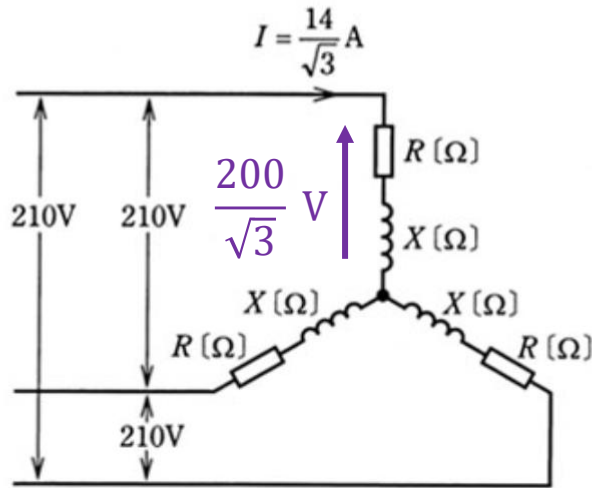


図 1

- (1) 4 (2) 5 (3) 9 (4) 12 (5) 15

H18 問15

(b) 図1の各相の負荷を使ってΔ結線し、図2のように相電圧 200 [V] の対称三相電源に接続した。この平衡三相負荷の全消費電力 [kW] の値として、正しいのは次のうちどれか。

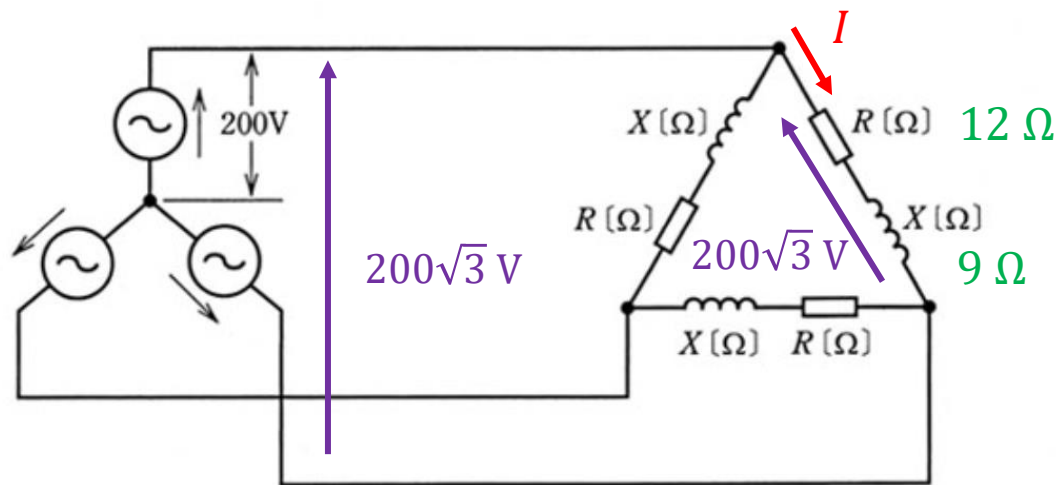


図 2

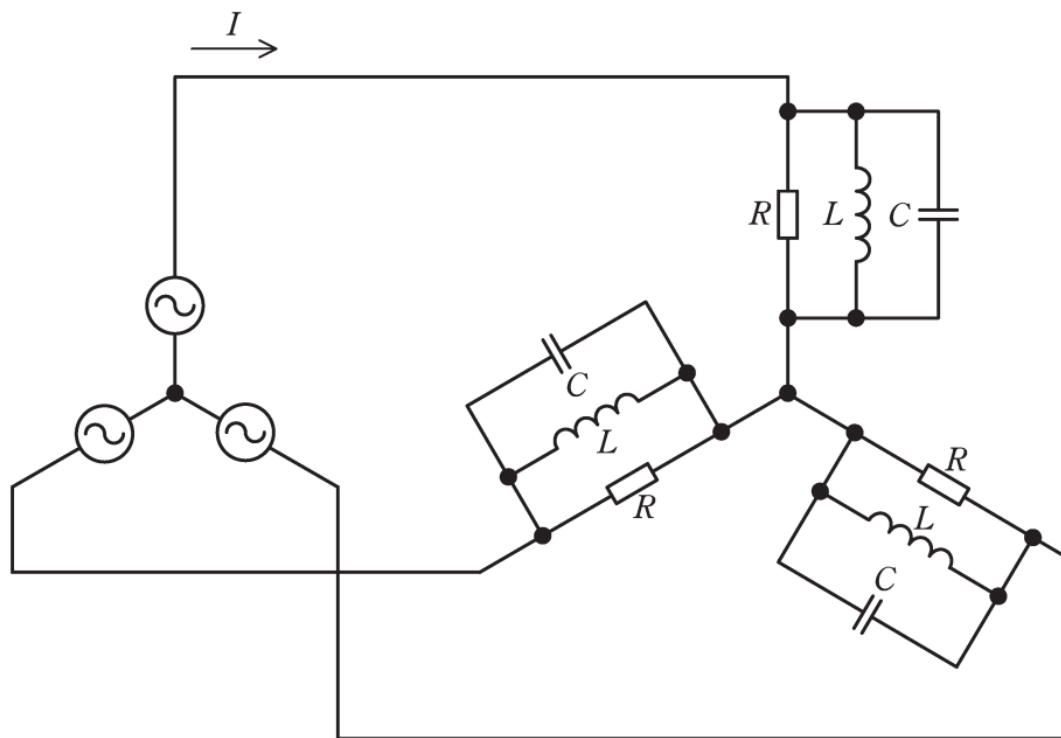
$$I = \frac{200\sqrt{3}}{15} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

$$P = 3RI^2 = 3 \times 12 \times \left(\frac{40}{\sqrt{3}}\right)^2 = 19200 \sim 19.2 \text{ kW}$$

- (1) 8 (2) 11.1 (3) 13.9 (4) 19.2 (5) 33.3

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) の間に答えよ。



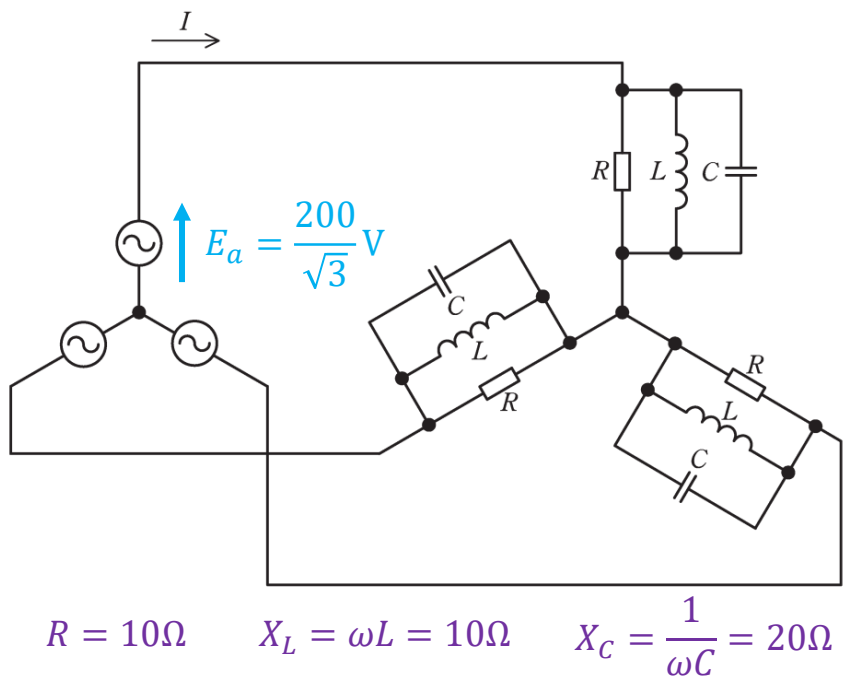
(a) 電源電流 I の値[A]として, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (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

R01 問16



(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。

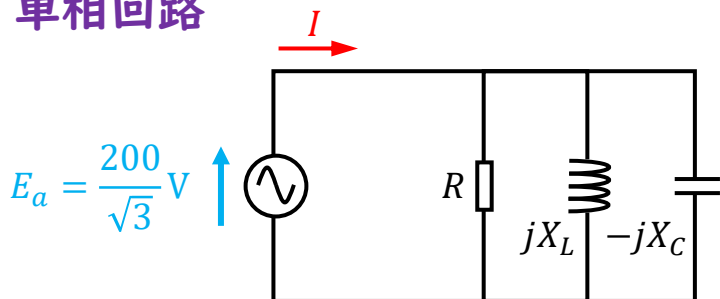
$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{jX_L} - \frac{1}{jX_C} = \frac{1}{R} + j\left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)$$

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

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

(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。

単相回路



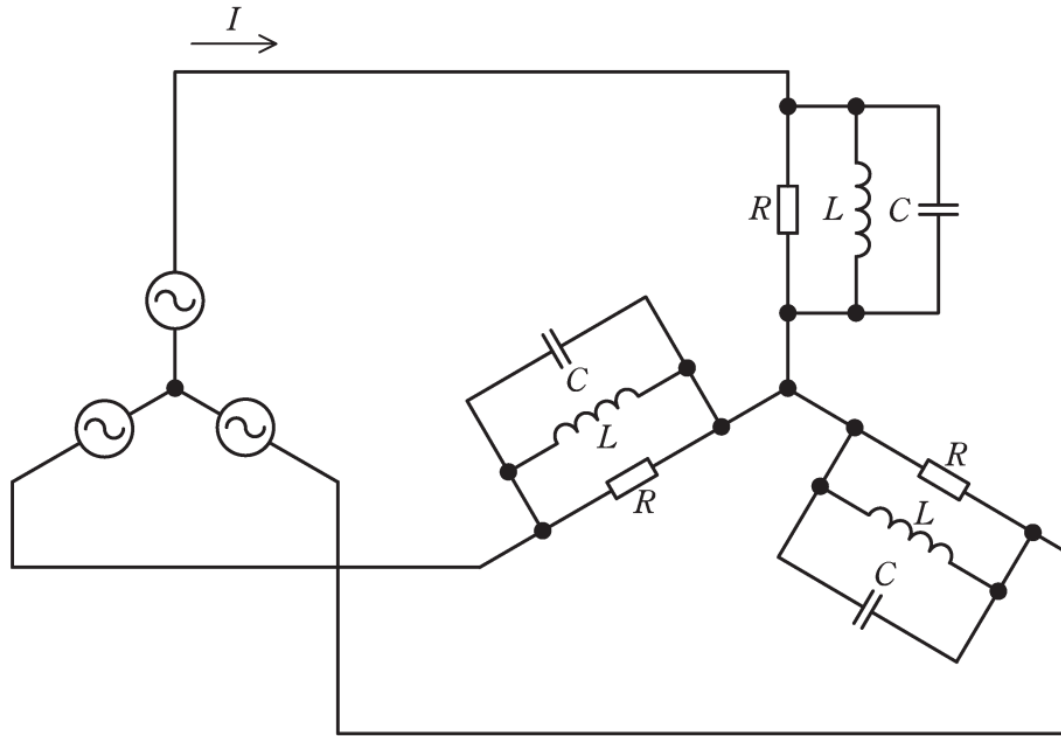
**有効電力とは抵抗で発生する電力
従って抵抗に流れる電流、または抵抗で発生する電圧から求められる**

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

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

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) の間に答えよ。



(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。

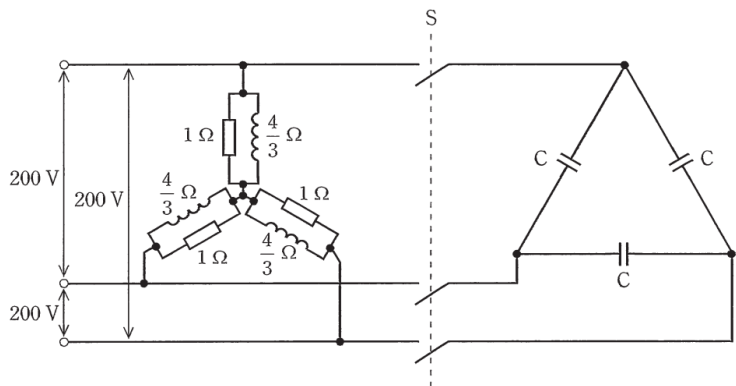


図 1

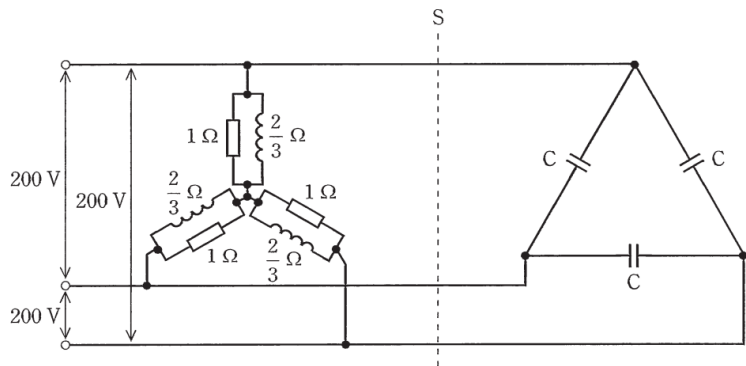


図 2

(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

H26 問16 (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。

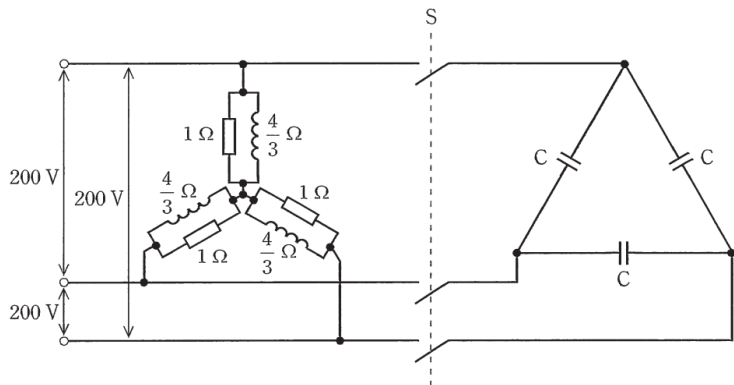
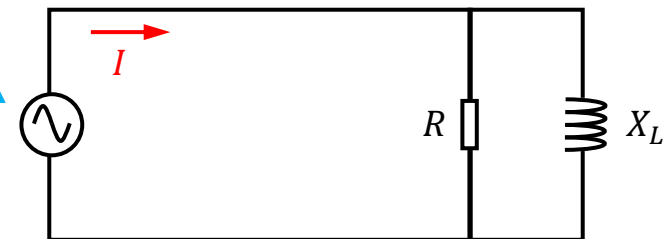


図 1

(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

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

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

H26 問16 (設問b)

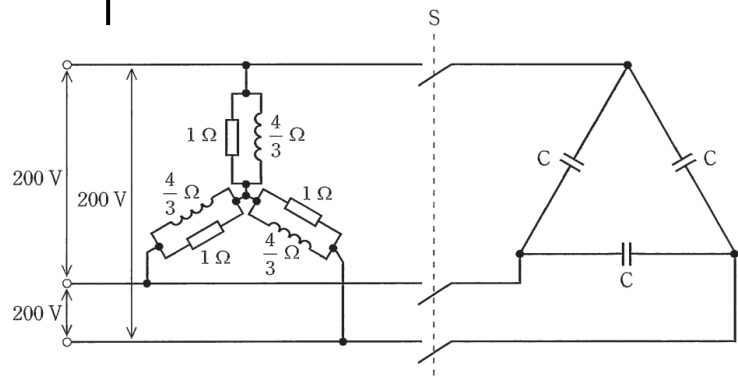


図1

単相回路

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

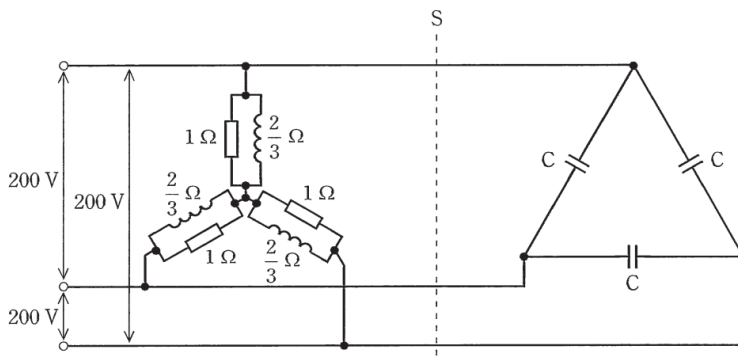
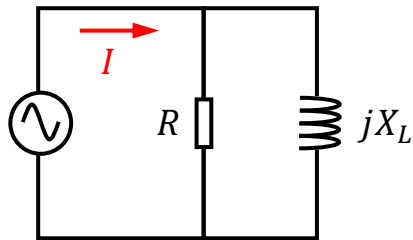
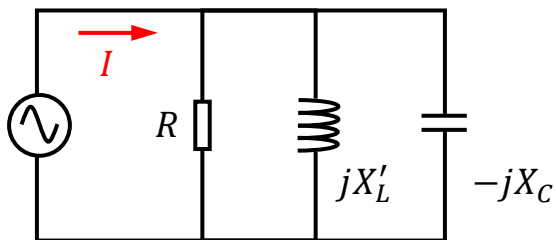


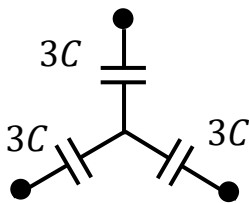
図2

単相回路

$$E$$



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



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 $[\mu\text{F}]$ 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。

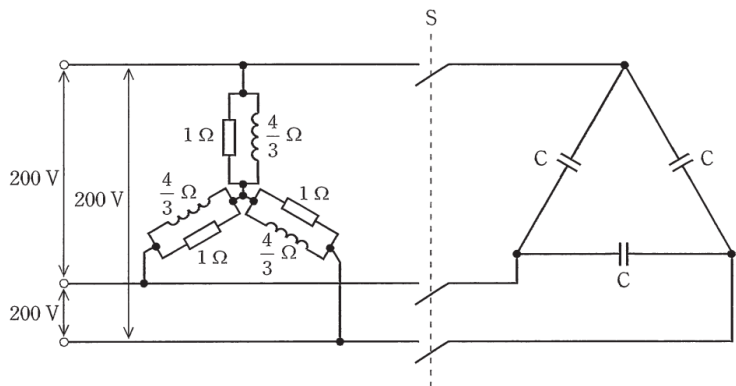


図 1

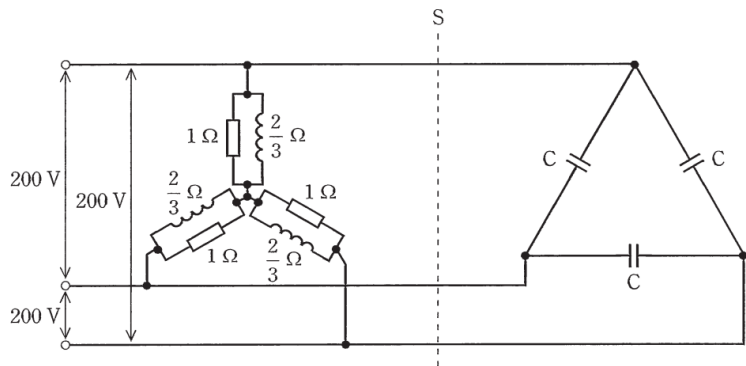


図 2

(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。

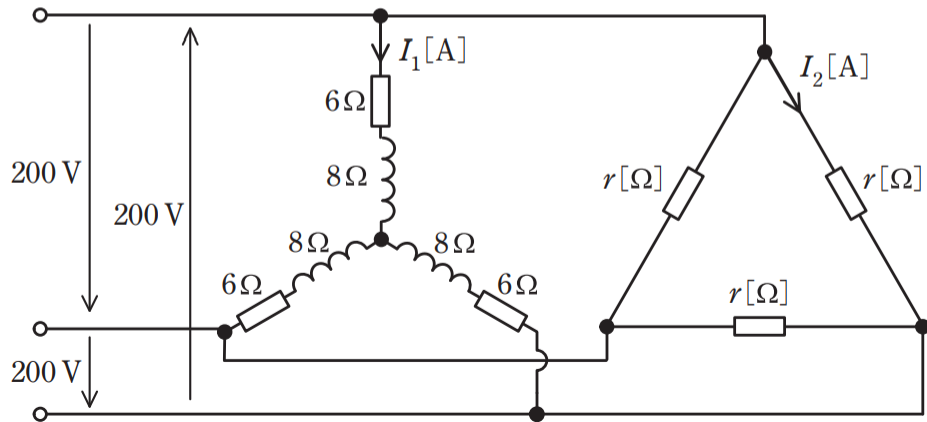
	P	Q
(1)	40	30
(2)	40	53
(3)	80	60
(4)	120	90
(5)	120	160

(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。

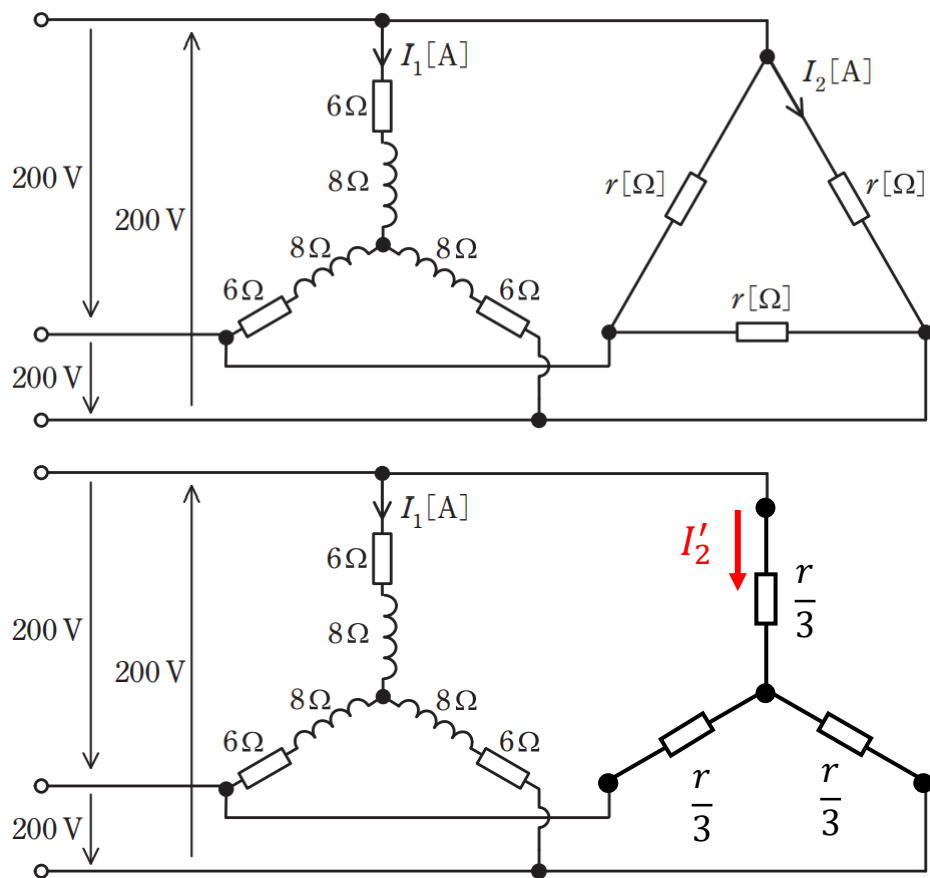
- (1) 6.0 (2) 10.0 (3) 11.5 (4) 17.3 (5) 19.2

(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

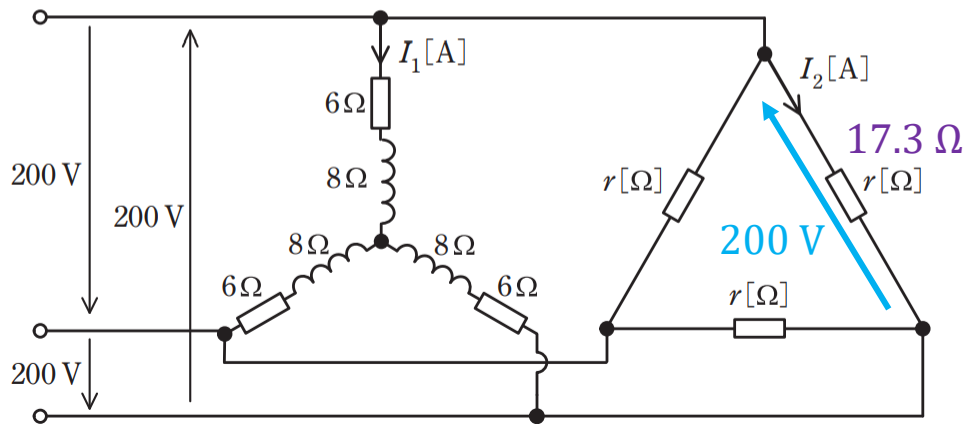
$$z_1 = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \Omega$$

$$I_1 : I_2' = 1 : \sqrt{3} = \frac{r}{3} : z_1 = \frac{r}{3} : 10$$

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

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

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

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

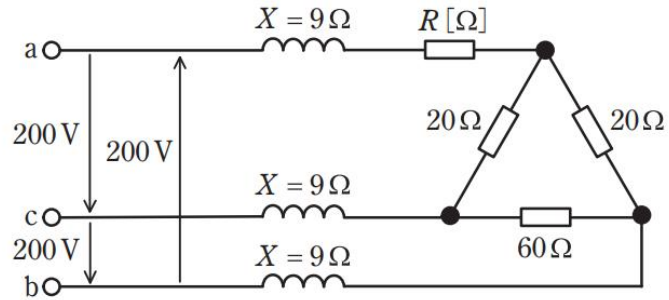
$$I_1 = I_2 = 11.56 \text{ A}$$

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

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

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。

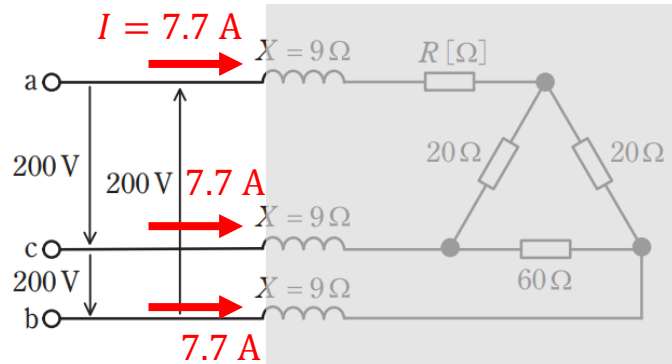
- (1) 0.5 (2) 0.6 (3) 0.7 (4) 0.8 (5) 1.0

(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

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 $R [\Omega]$, 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。



インピーダンスは
気にしなくてよい

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

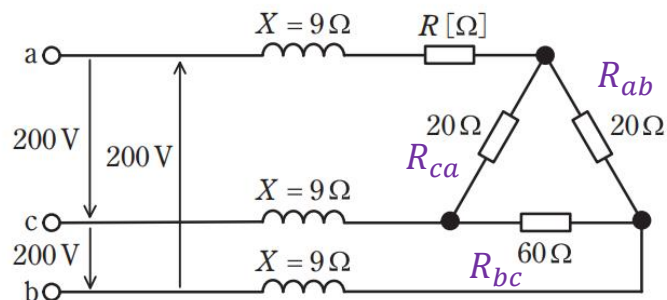
$$\cos \theta = \frac{P}{S} = \frac{2134}{2667} = 0.800$$

(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

R04上 問15

問15 図のように、線間電圧 200V 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。

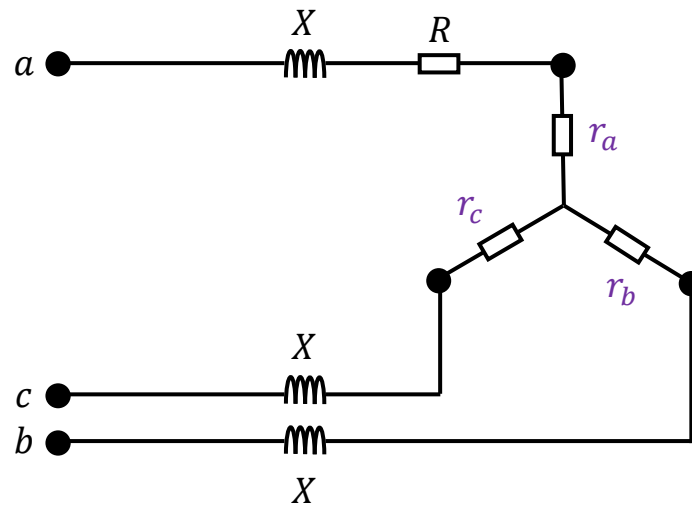
(1) 4

(2) 8

(3) 12

(4) 40

(5) 80



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

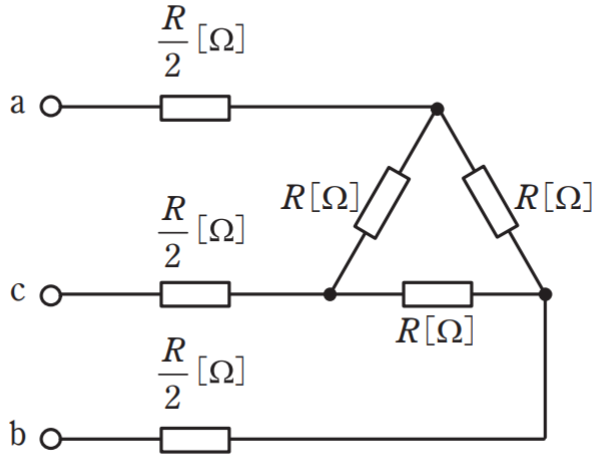
$$r_b = \frac{R_{ab}R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}} = \frac{20 \times 60}{20 + 20 + 60} = \frac{1200}{100} = 12 \Omega$$

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

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

R05上 問15

問 15 図の平衡三相回路について、次の(a)及び(b)の問に答えよ。



(a) 端子 a, c に 100 V の単相交流電源を接続したところ、回路の消費電力は 200 W であった。抵抗 R の値[Ω]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.30 (2) 30 (3) 33 (4) 50 (5) 83

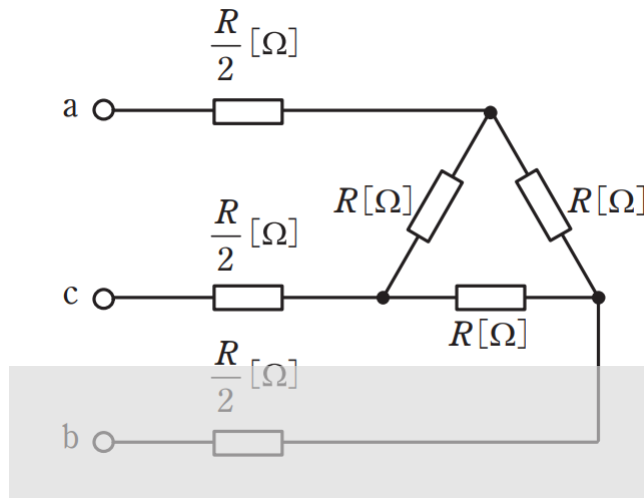
(b) 端子 a, b, c に線間電圧 200 V の対称三相交流電源を接続したときの全消費電力の値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.48 (2) 0.80 (3) 1.2 (4) 1.6 (5) 4.0

R05上 問15

(a) 端子 a, c に 100 V の単相交流電源を接続したところ、回路の消費電力は 200 W であった。抵抗 R の値 [Ω] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 0.30 (2) 30 (3) 33 (4) 50 (5) 83



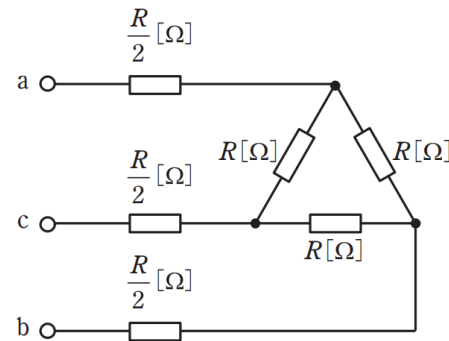
$$R_{ac} = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} + \frac{R \times (R + R)}{R + (R + R)} = R + \frac{2R^2}{3R} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$

$$P = \frac{V_{ac}^2}{R_{ac}} = \frac{100^2}{\frac{5}{3}R} = 200 \rightarrow R = \frac{100^2}{200} \times \frac{3}{5} = 30 \Omega$$

R05上 問15

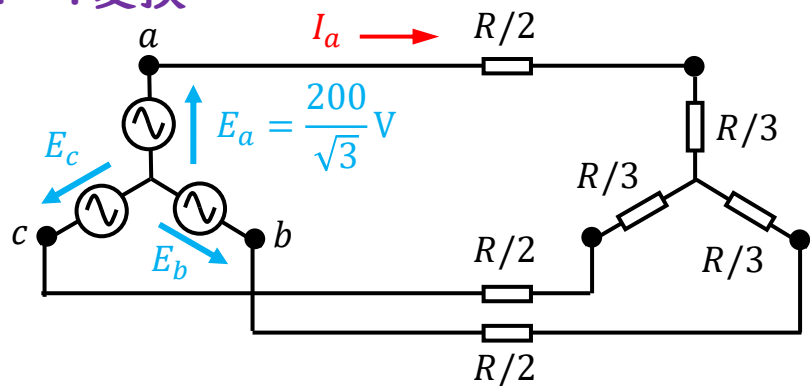
(b) 端子 a, b, c に線間電圧 200 V の対称三相交流電源を接続したときの全消費電力の値[kW]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.48 (2) 0.80 (3) 1.2 (4) 1.6 (5) 4.0



$R = 30 \Omega$

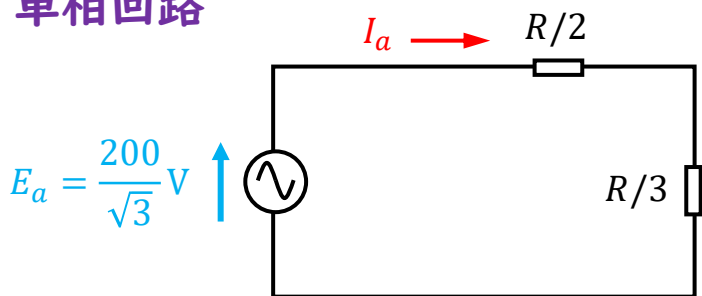
Δ-Y変換



単相回路より単相分の有効電力 p を求める

$$p = \frac{\left(\frac{200}{\sqrt{3}}\right)^2}{\frac{R}{2} + \frac{R}{3}} = \frac{200^2}{3} \times \frac{1}{\frac{5R}{6}} = \frac{200^2}{3} \times \frac{6}{5 \times 30} = \frac{1600}{3} \text{ W}$$

単相回路



三相分の有効電力 P は

$$P = 3p = 3 \times \frac{1600}{3} = 1600 = 1.6 \text{ kW}$$

H21 問16

問16 平衡三相回路について、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 図1のように、抵抗 R [Ω] が接続された平衡三相負荷に線間電圧 E [V] の対称三相交流電源を接続した。このとき、図1に示す電流 I_1 [A] の大きさの値を表す式として、正しいのは次のうちどれか。

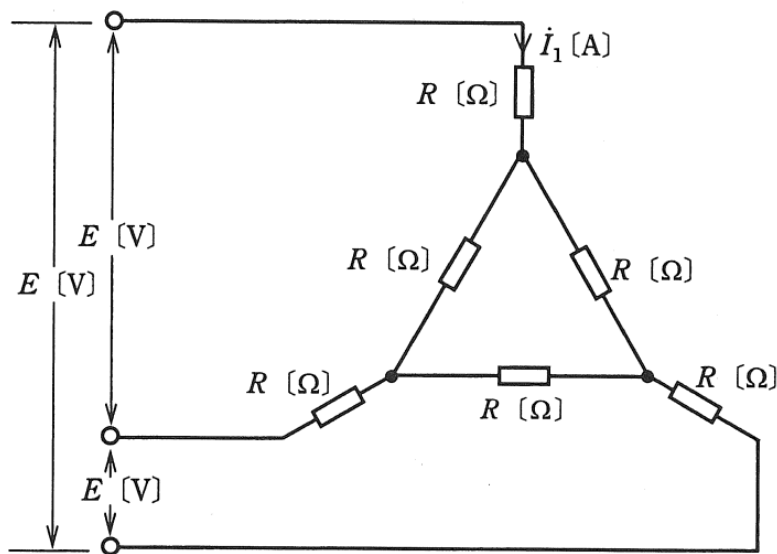


図1

(b) 次に、図1を図2のように、抵抗 R [Ω] をインピーダンス $Z = 12 + j9$ [Ω] の負荷に置き換え、線間電圧 $E = 200$ [V] とした。このとき、図2に示す電流 I_2 [A] の大きさの値として、最も近いのは次のうちどれか。

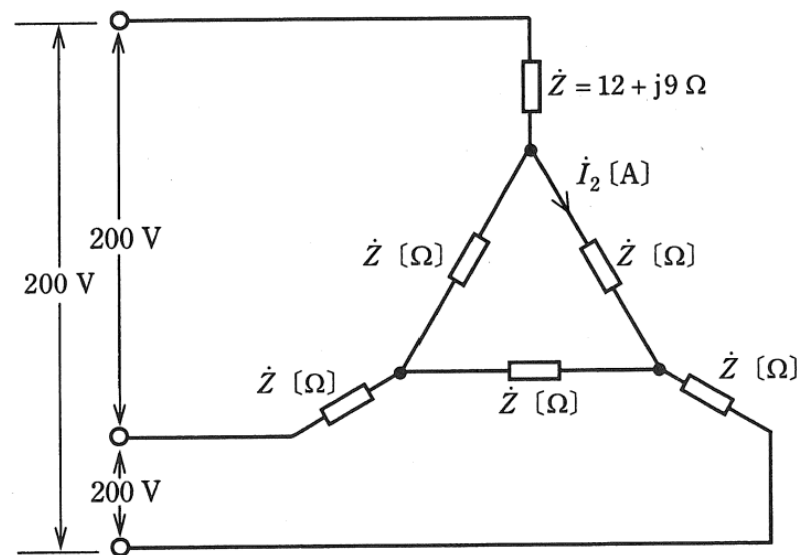


図2

- (1) $\frac{E}{4\sqrt{3}R}$ (2) $\frac{E}{4R}$ (3) $\frac{\sqrt{3}E}{4R}$ (4) $\frac{\sqrt{3}E}{R}$ (5) $\frac{4E}{\sqrt{3}R}$

- (1) 2.5 (2) 3.3 (3) 4.4 (4) 5.8 (5) 7.7

H21 問16

問16 平衡三相回路について、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 図1のように、抵抗 R [Ω] が接続された平衡三相負荷に線間電圧 E [V] の対称三相交流電源を接続した。このとき、図1に示す電流 I_1 [A] の大きさの値を表す式として、正しいのは次のうちどれか。

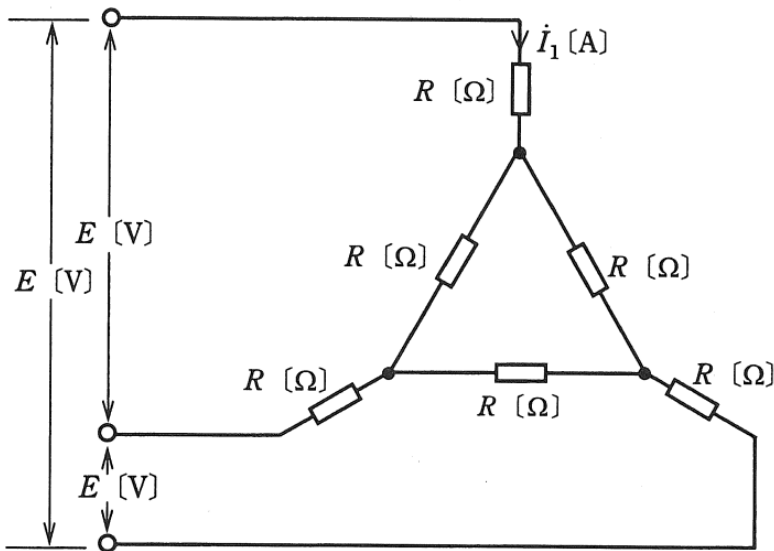
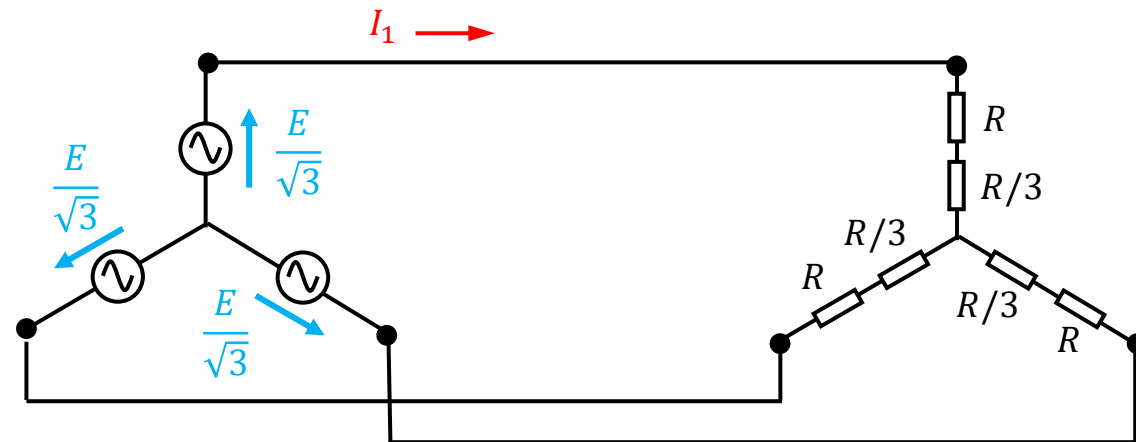


図1



$$\frac{E}{\sqrt{3}} = \left(R + \frac{R}{3} \right) I_1 = \frac{4R}{3} I_1 \rightarrow I_1 = \frac{E}{\sqrt{3}} \times \frac{3}{4R}$$

$$\therefore I_1 = \frac{\sqrt{3}E}{4R}$$

- (1) $\frac{E}{4\sqrt{3}R}$ (2) $\frac{E}{4R}$ (3) $\frac{\sqrt{3}E}{4R}$ (4) $\frac{\sqrt{3}E}{R}$ (5) $\frac{4E}{\sqrt{3}R}$

H21 問16

(b) 次に、図1を図2のように、抵抗 R $[\Omega]$ をインピーダンス $Z = 12 + j9$ $[\Omega]$ の負荷に置き換え、線間電圧 $E = 200$ $[\text{V}]$ とした。このとき、図2に示す電流 I_2 $[\text{A}]$ の大きさの値として、最も近いのは次のうちどれか。

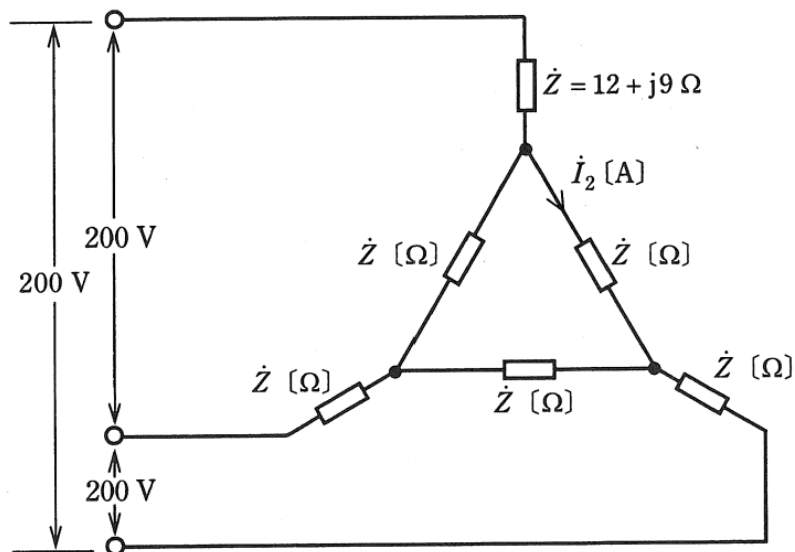
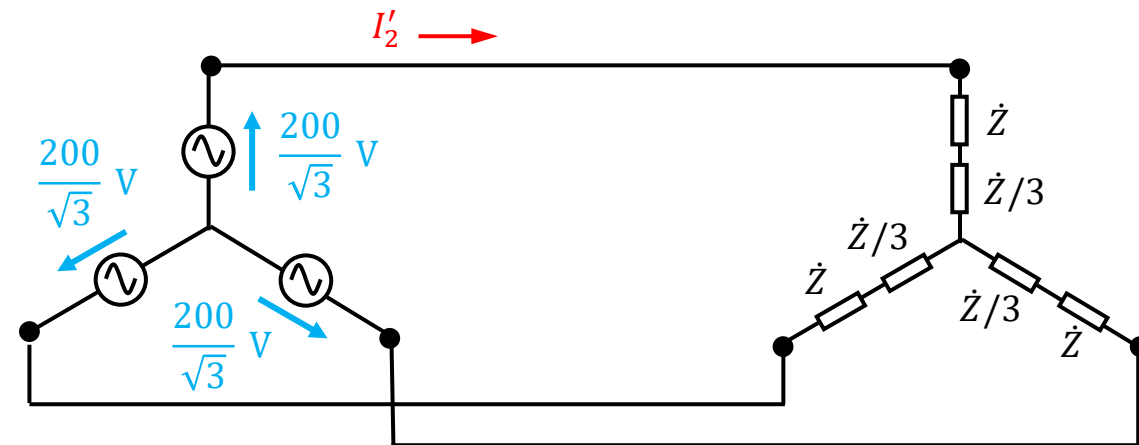


図 2

- (1) 2.5 (2) 3.3 (3) 4.4 (4) 5.8 (5) 7.7



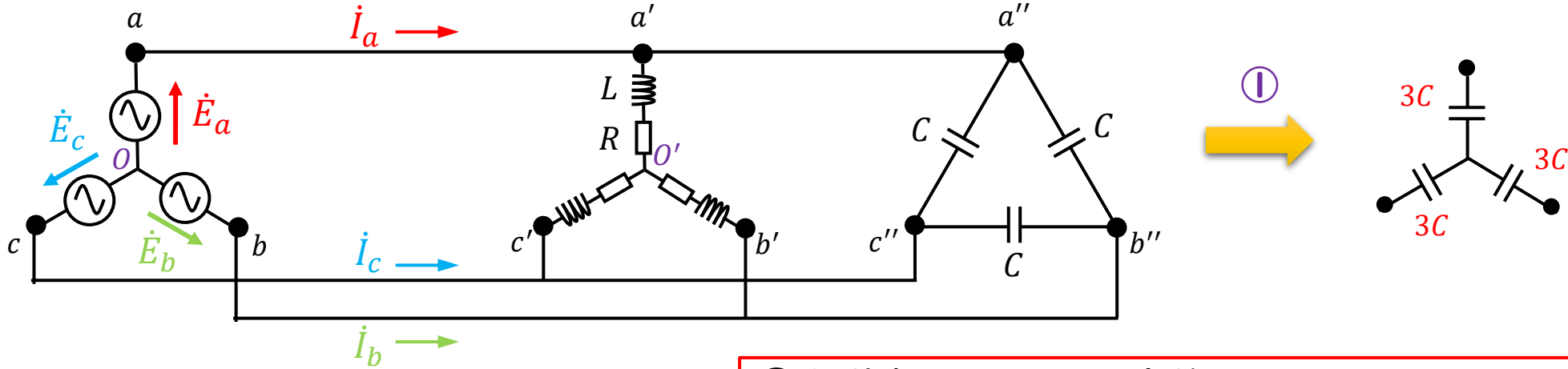
$$\left(Z + \frac{Z}{3} \right) I_2' = \left(12 + j9 + \frac{12 + j9}{3} \right) I_2' = (16 + j12) I_2'$$

$$I_2' = \frac{200/\sqrt{3}}{16 + j12} \rightarrow I_2' = \frac{200/\sqrt{3}}{\sqrt{16^2 + 12^2}} = \frac{200/\sqrt{3}}{20} = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

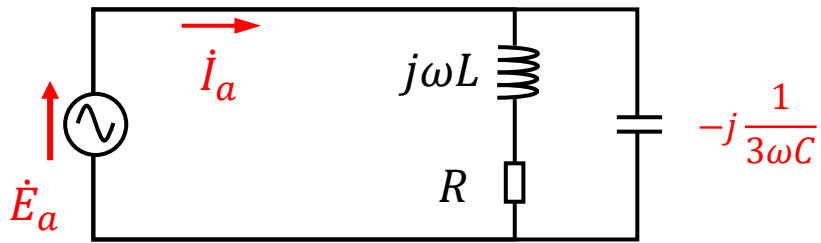
相電流の大きさは線電流の $1/\sqrt{3}$ 倍なので

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \times I_2' = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{10}{\sqrt{3}} = \frac{10}{3} = 3.33 \text{ A}$$

力率改善の計算手順



②

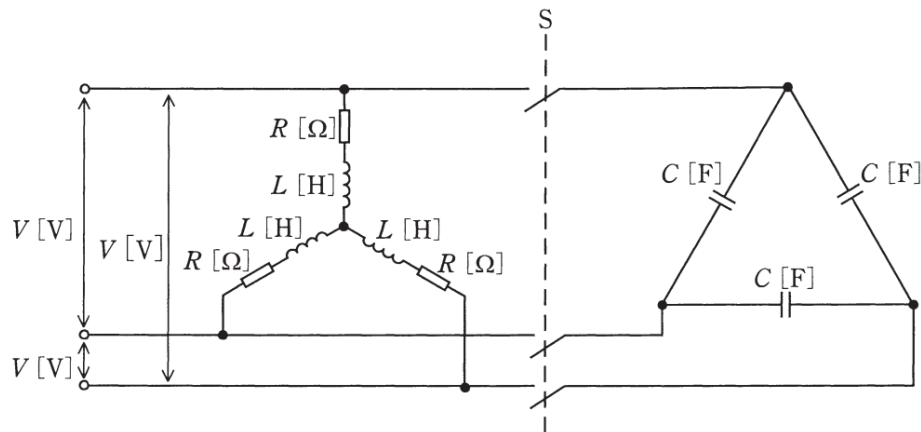


- ① 負荷部分を $\Delta - Y$ 変換する
- ② 単相分の回路を作る
- ③ 単相分の回路の合成インピーダンスの式を作る
直列回路の場合： Z の式
並列回路の場合： $\frac{1}{Z}$ の式
- ④ 合成インピーダンスの式から力率改善に合わせた条件を、式の実部または虚部に適用する

力率が1 → 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。

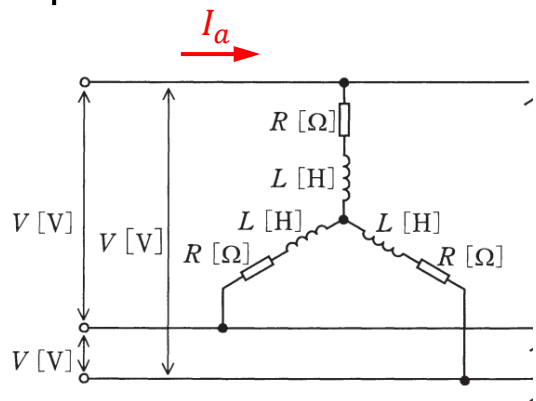
(a)の選択肢

	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

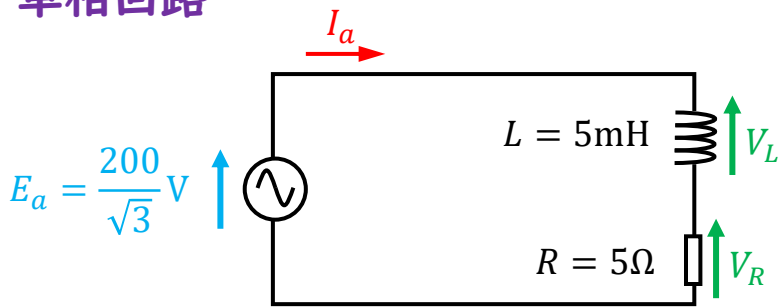
- (1) $C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- (2) $C = \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- (3) $C = \frac{L}{\sqrt{3}(R^2 + \omega^2 L^2)}$
- (4) $C = \frac{L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$
- (5) $C = \frac{\omega L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$

H29 問16 (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

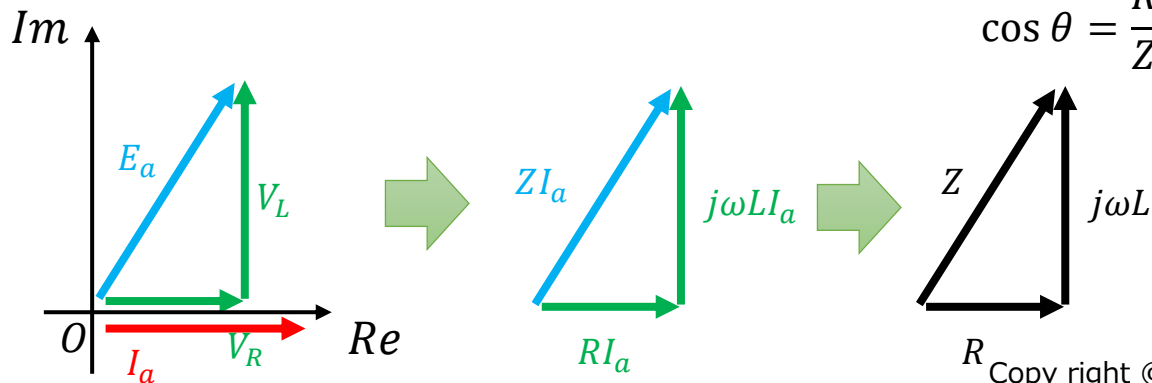
$$I_a = \frac{E_a}{Z} = \frac{E_a}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{200}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{5^2 + (2\pi \times 50 \times 5 \times 10^{-3})^2}} = 22\text{ A}$$

P を求める

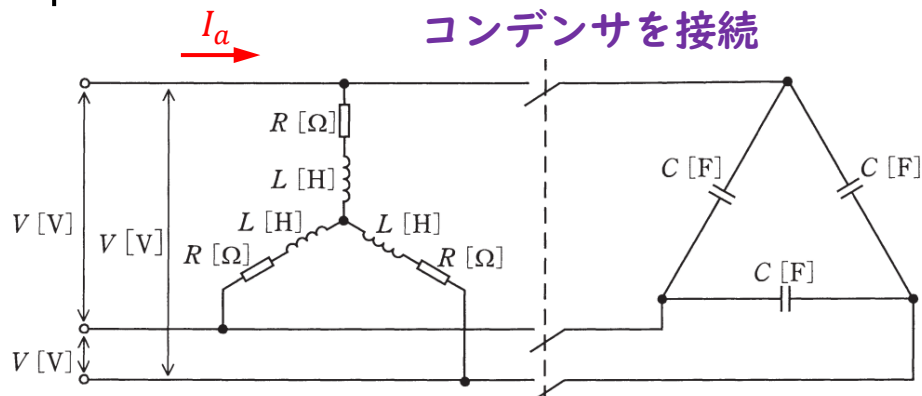
$$P = 3RI_a^2 = 3 \times 5 \times 22^2 = 7.28\text{ kW}$$

力率を求める

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



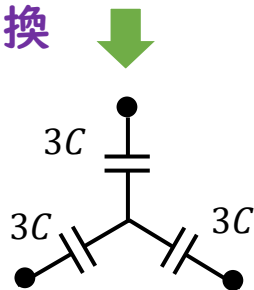
H29 問16 (設問b)



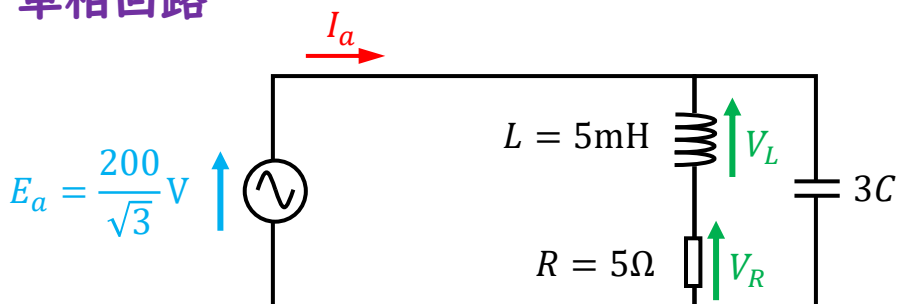
コンデンサを接続

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

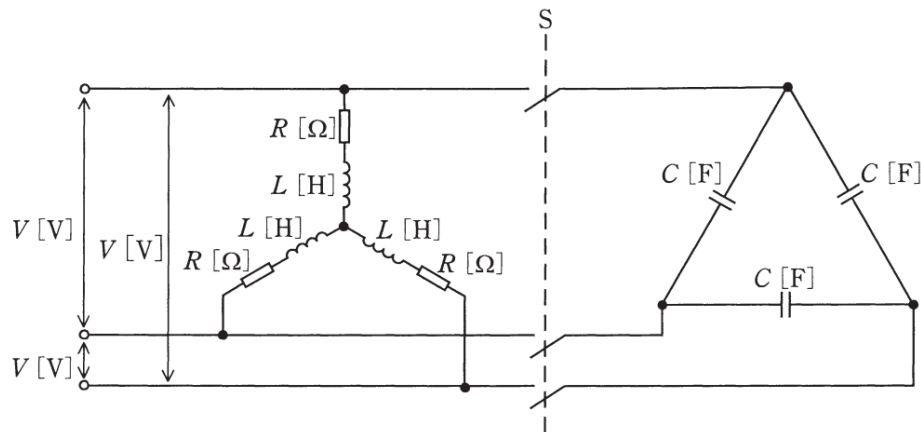
$$\begin{aligned} \frac{1}{Z} &= \frac{1}{R + j\omega L} + j3\omega C = \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j3\omega C \\ &= \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j \left(3\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) \end{aligned}$$

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

H19 問15

(a) 図1のように、抵抗 R とコイル L からなる平衡三相負荷に、線間電圧 200 [V]，周波数 50 [Hz] の対称三相交流電源を接続したところ、三相負荷全体の有効電力は $P=2.4$ [kW] で、無効電力は $Q=3.2$ [kvar] であった。負荷電流 I [A] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

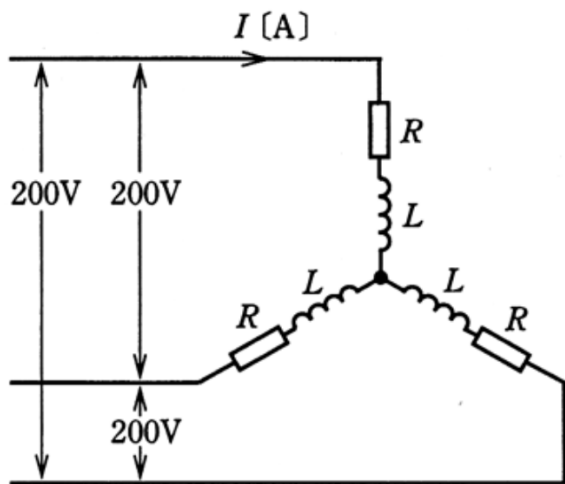


図 1

(b) 図1に示す回路の各線間に同じ静電容量のコンデンサ C を図2に示すように接続した。このとき、三相電源からみた力率が1となった。このコンデンサ C の静電容量 [μF] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

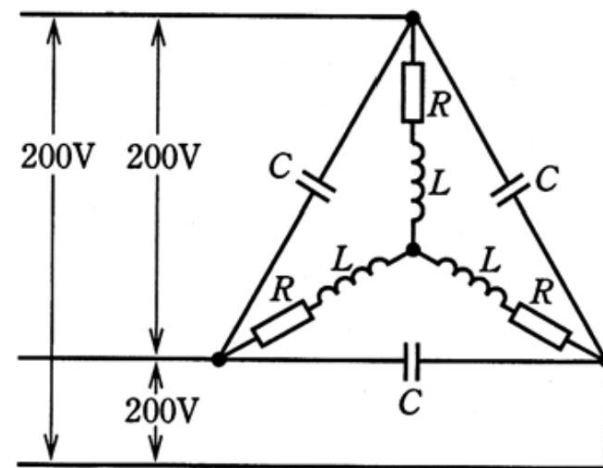


図 2

- (1) 2.3 (2) 4.0 (3) 6.9 (4) 9.2 (5) 11.5 (1) 48.8 (2) 63.4 (3) 84.6 (4) 105.7 (5) 146.5

H19 問15

(a) 図1のように、抵抗 R とコイル L からなる平衡三相負荷に、線間電圧 200 [V]、周波数 50 [Hz] の対称三相交流電源を接続したところ、三相負荷全体の有効電力は $P=2.4$ [kW] で、無効電力は $Q=3.2$ [kvar] であった。負荷電流 I [A] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

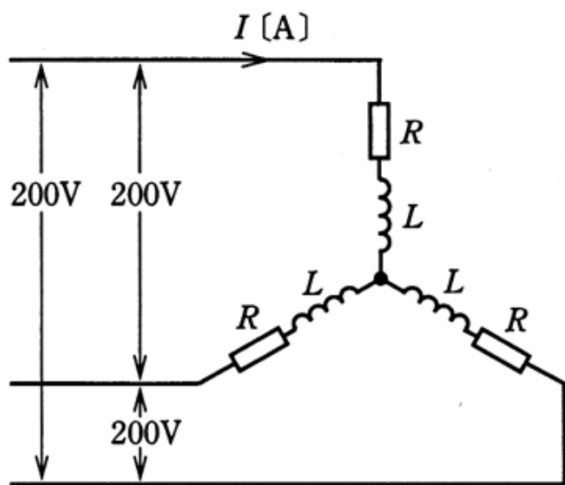


図1

- (1) 2.3 (2) 4.0 (3) 6.9 (4) 9.2 (5) 11.5

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{2.4^2 + 3.2^2} = 4 \text{ kVA}$$

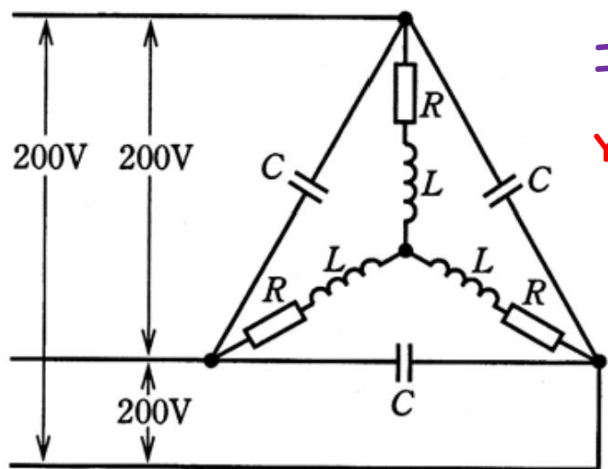
$$S = \sqrt{3}VI \rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3}V} = \frac{4000}{\sqrt{3} \times 200} = \frac{20}{\sqrt{3}} = 11.5 \text{ A}$$

$$P = 3RI^2 \rightarrow R = \frac{P}{3I^2} = \frac{2400}{3 \times \left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{2400}{400} = 6 \Omega$$

$$Q = 3XI^2 \rightarrow X = \frac{Q}{3I^2} = \frac{3200}{3 \times \left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{3200}{400} = 6 \Omega$$

H19 問15

(b) 図1に示す回路の各線間に同じ静電容量のコンデンサ C を図2に示すように接続した。このとき、三相電源からみた力率が1となった。このコンデンサ C の静電容量 [μF] の値として、最も近いのは次のうちどれか。



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

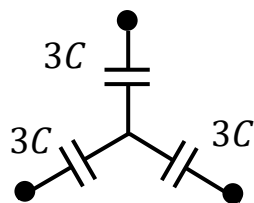
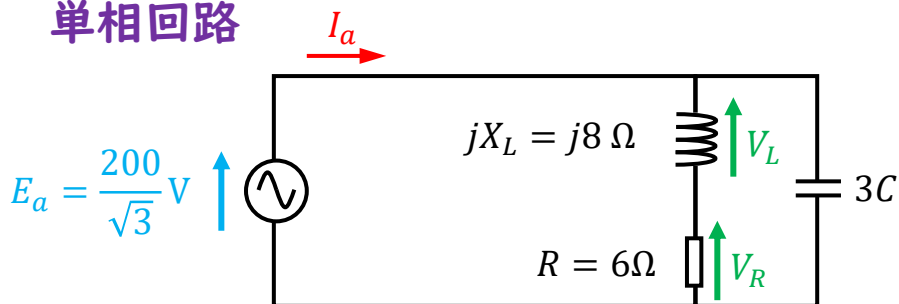


図2

単相回路



$$P = 3RI^2 \rightarrow R = \frac{P}{3I^2} = \frac{2400}{3 \times \left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{2400}{400} = 6 \Omega$$

$$Q = 3X_L I^2 \rightarrow X_L = \frac{Q}{3I^2} = \frac{3200}{3 \times \left(\frac{20}{\sqrt{3}}\right)^2} = \frac{3200}{400} = 8 \Omega$$

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R + jX_L} + j3\omega C = \frac{R - jX_L}{(R + jX_L)(R - jX_L)} + j3\omega C$$

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

$$3\omega C - \frac{X_L}{R^2 + X_L^2} = 0 \rightarrow C = \frac{1}{3\omega} \times \frac{X_L}{R^2 + X_L^2} = \frac{1}{3 \times 2\pi f} \times \frac{X_L}{R^2 + X_L^2}$$

$$C = \frac{1}{3 \times 2\pi \times 50} \times \frac{8}{6^2 + 8^2} = 84.9 \times 10^{-6} = 84.9 \mu\text{F}$$

- (1) 48.8 (2) 63.4 (3) 84.6 (4) 105.7 (5) 146.5

ご聴講ありがとうございました
ございました!!