

電験どうでしょう管理人  
*KWG presents*

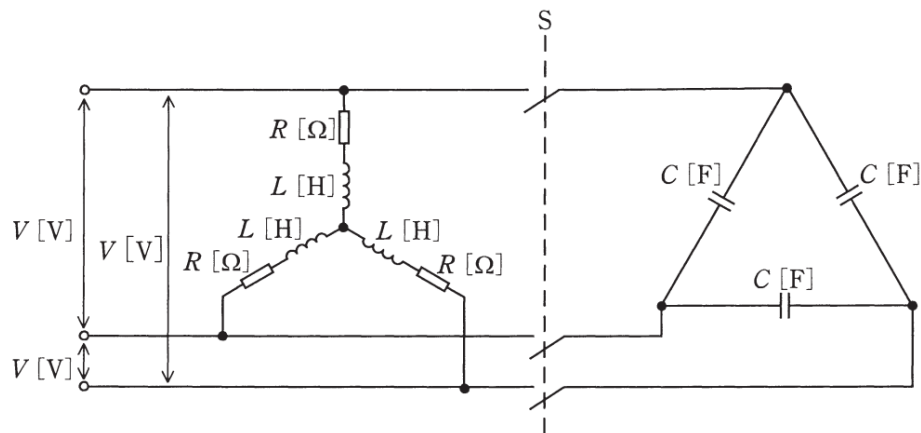
電験オンライン塾

第10回 過去問解説  
三相交流(2)

2023.11.18 Sat

# 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、 $R$  [ $\Omega$ ] 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、 $R=5$   $\Omega$ 、 $L=5$  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  $\omega$  [rad/s] とする。

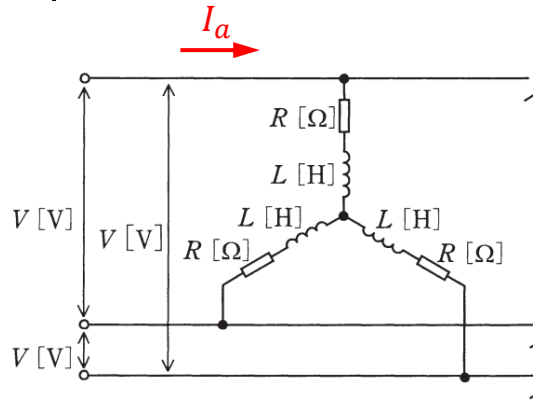
(a)の選択肢

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

(b)の選択肢

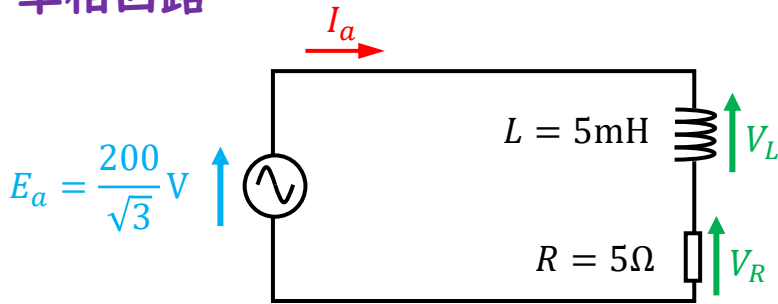
- (1)  $C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- (2)  $C = \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$
- (3)  $C = \frac{L}{\sqrt{3}(R^2 + \omega^2 L^2)}$
- (4)  $C = \frac{L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$
- (5)  $C = \frac{\omega L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$

# 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

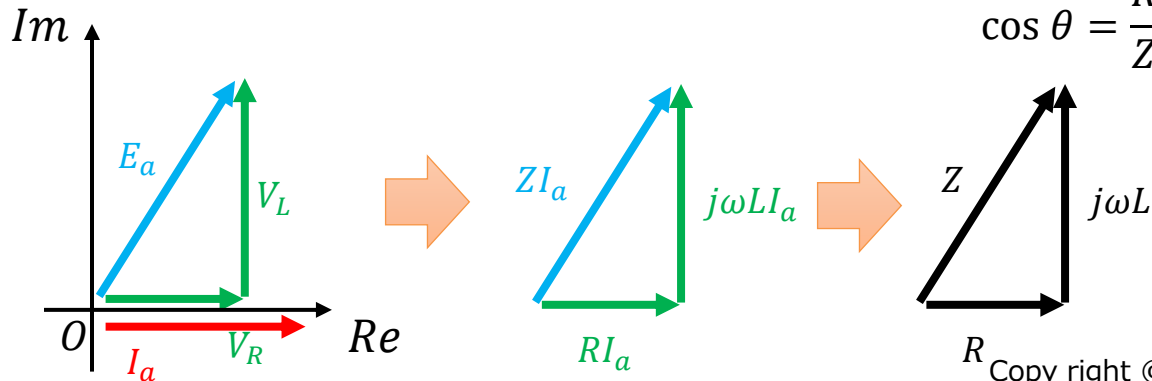
$$I_a = \frac{E_a}{Z} = \frac{E_a}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{200}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{5^2 + (2\pi \times 50 \times 5 \times 10^{-3})^2}} = 22\text{ A}$$

$P$  を求める

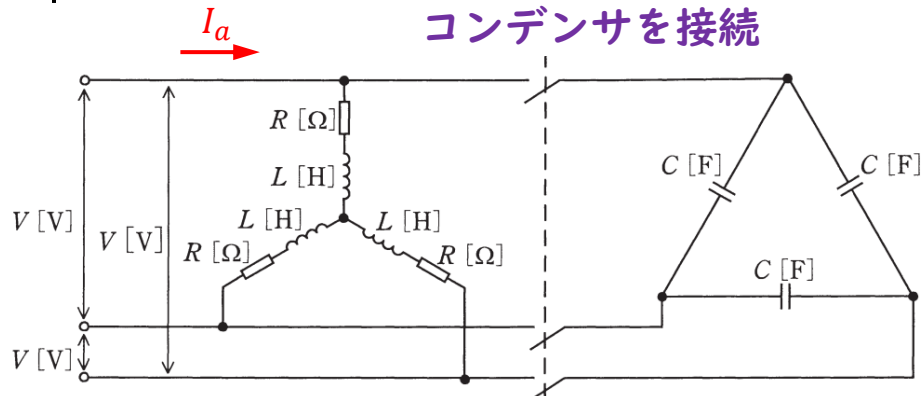
$$P = 3RI_a^2 = 3 \times 5 \times 22^2 = 7.28\text{ kW}$$

力率を求める

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



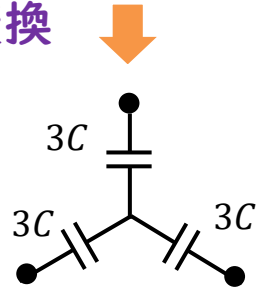
# 導出のポイント (設問b)



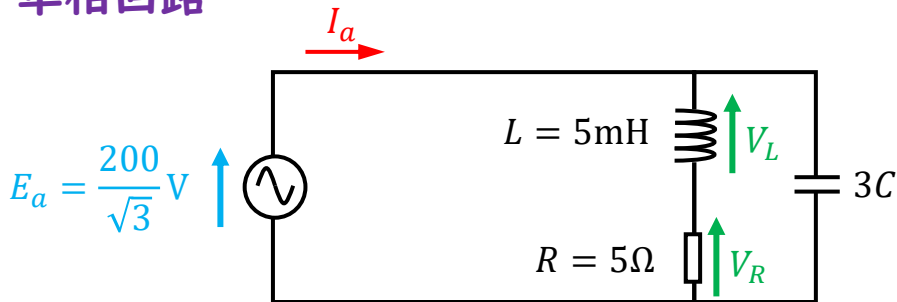
コンデンサを接続

コンデンサ部分を  $\Delta$ -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  $\omega$  [rad/s]とする。

1/Zの式を作る

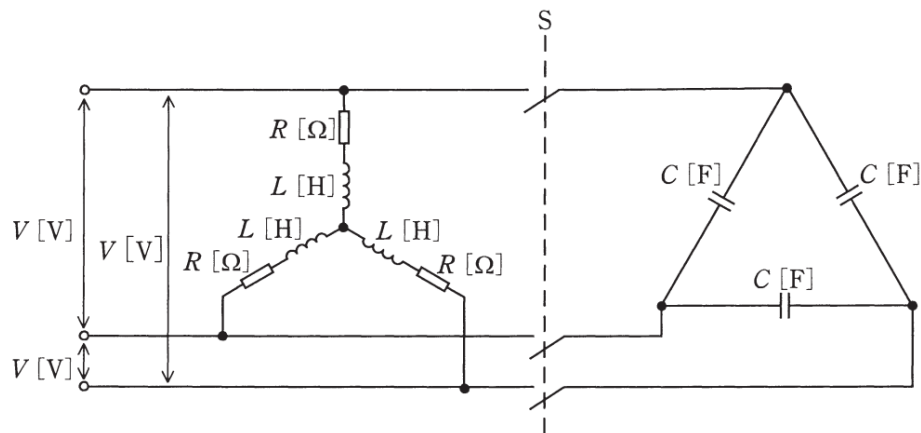
$$\begin{aligned} \frac{1}{Z} &= \frac{1}{R + j\omega L} + j3\omega C = \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j3\omega C \\ &= \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j \left( 3\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) \end{aligned}$$

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、 $R$  [ $\Omega$ ] 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、 $R=5$   $\Omega$ 、 $L=5$  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  $\omega$  [rad/s]とする。

(a)の選択肢

	有効電力	力率
(1)	$2.29 \times 10^3$	0.50
(2)	$7.28 \times 10^3$	0.71
(3)	$7.28 \times 10^3$	0.95
(4)	$2.18 \times 10^4$	0.71
(5)	$2.18 \times 10^4$	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)  $C = \frac{\omega L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$

# 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 ( $\Delta$  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。

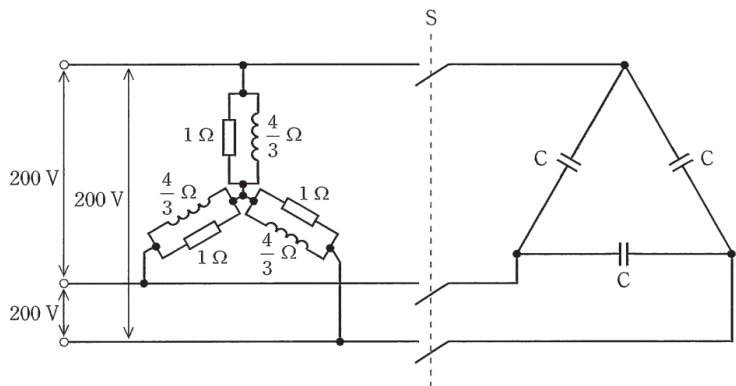


図 1

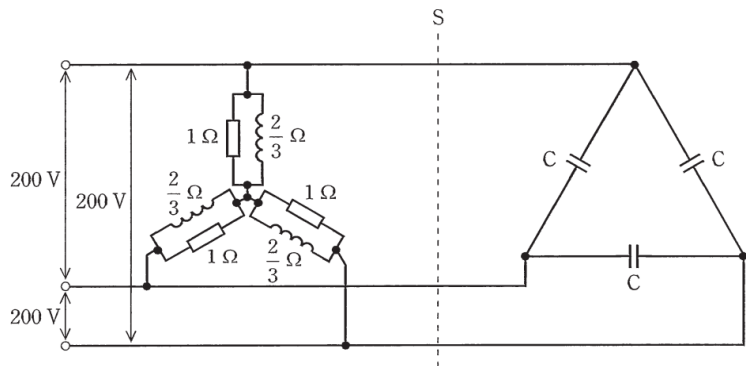


図 2

(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 [ $\mu\text{F}$ ] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (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 ( $\Delta$  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。

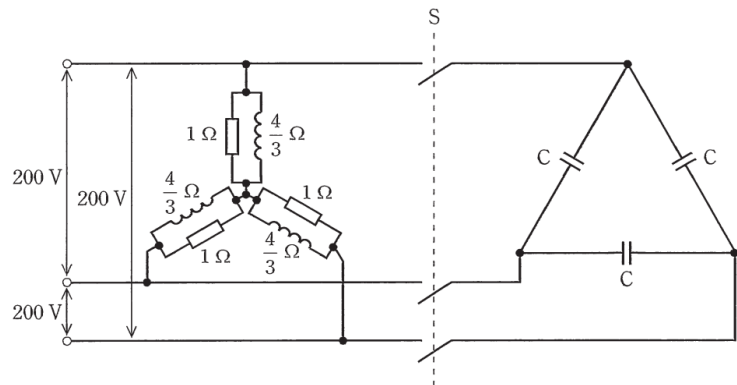
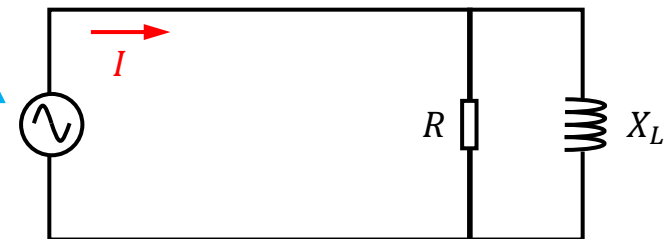


図 1

(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)

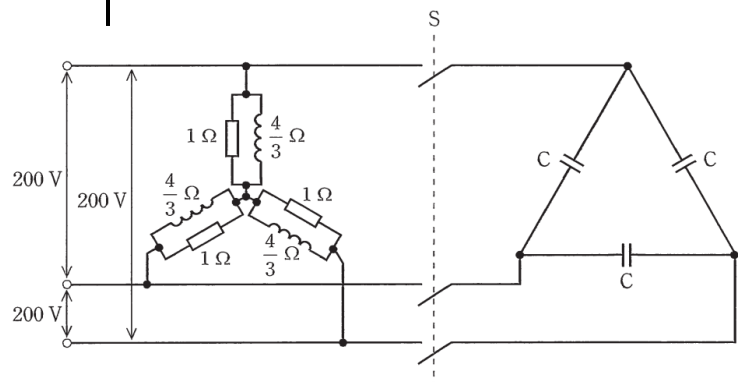
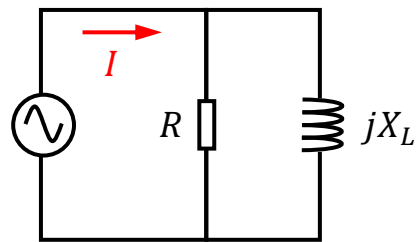


図 1

単相回路

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



(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

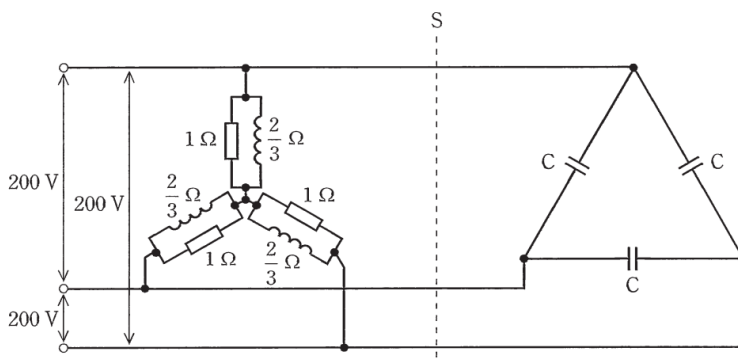
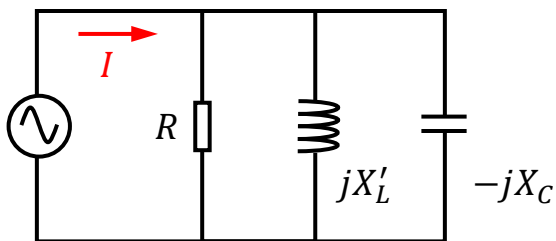


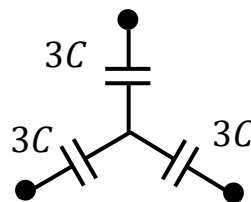
図 2

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

変更前 変更後

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

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

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

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

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

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



# 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 ( $\Delta$  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。

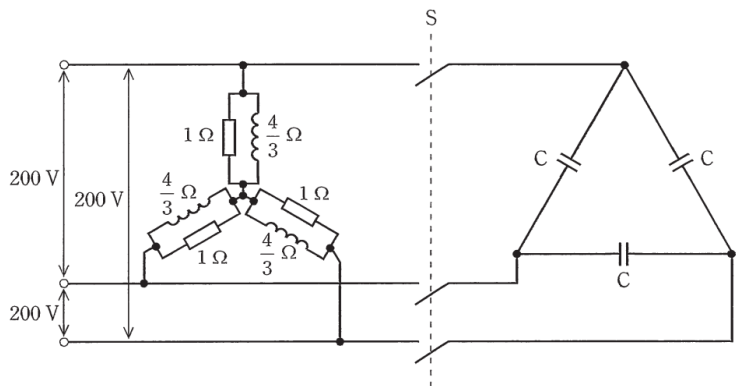


図 1

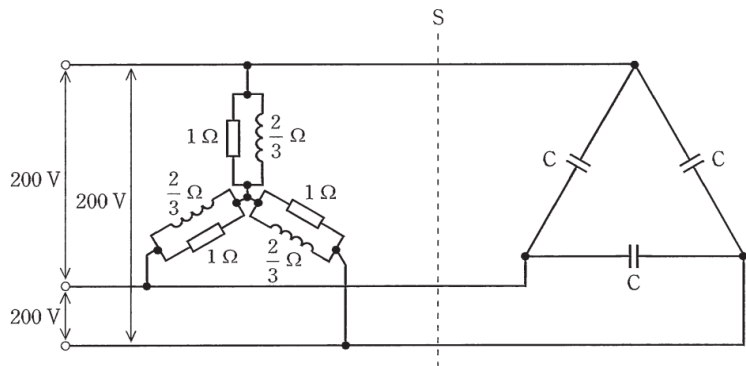


図 2

(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。

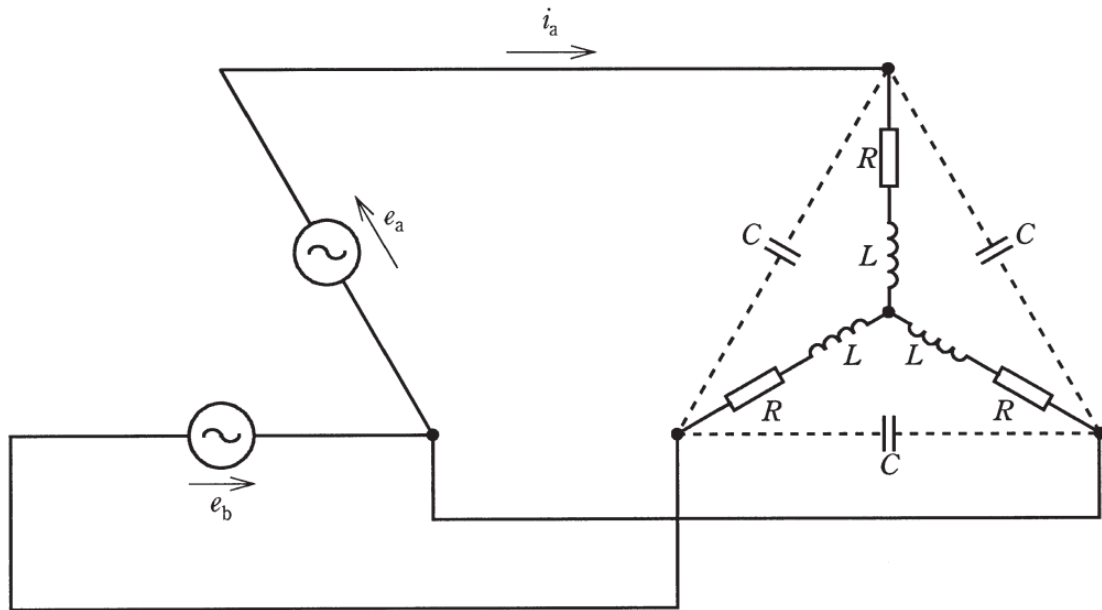
	$P$	$Q$
(1)	40	30
(2)	40	53
(3)	80	60
(4)	120	90
(5)	120	160

(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 [ $\mu\text{F}$ ] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

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

# 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  $120^\circ$  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。



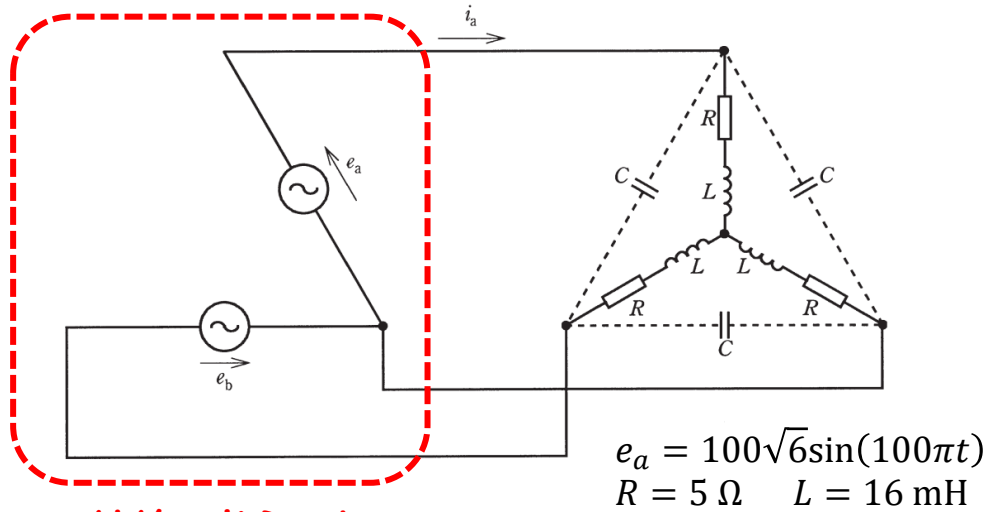
(a) 図の点線で示された配線を切断し、3 個のコンデンサを三相回路から切り離したとき、三相電力  $P$  の値 [kW] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (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  $30^\circ$  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)  $3.6 \times 10^{-5}$                       (2)  $1.1 \times 10^{-4}$                       (3)  $3.2 \times 10^{-4}$   
 (4)  $9.6 \times 10^{-4}$                       (5)  $2.3 \times 10^{-3}$

# 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。

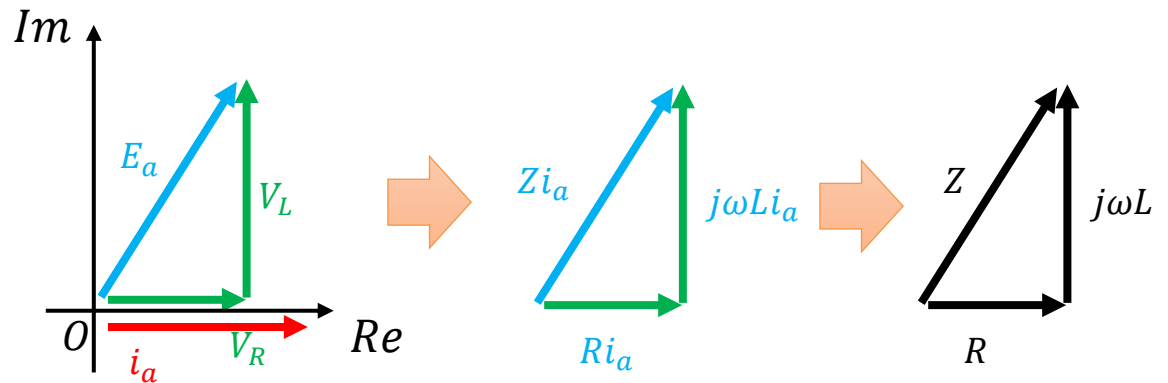
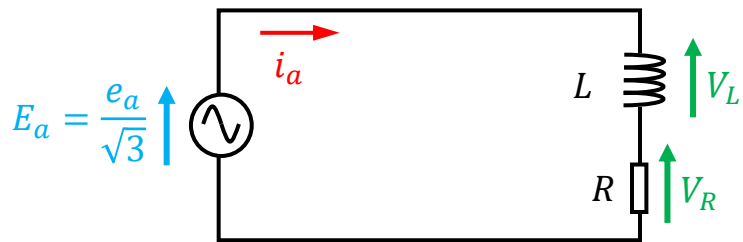
$i_a$ を求める

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

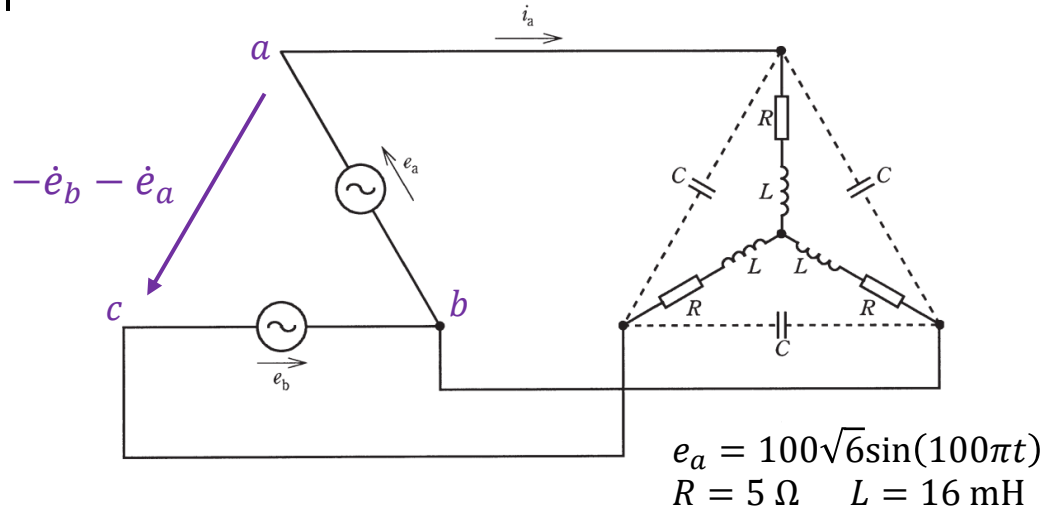
$P$ を求める

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

単相回路

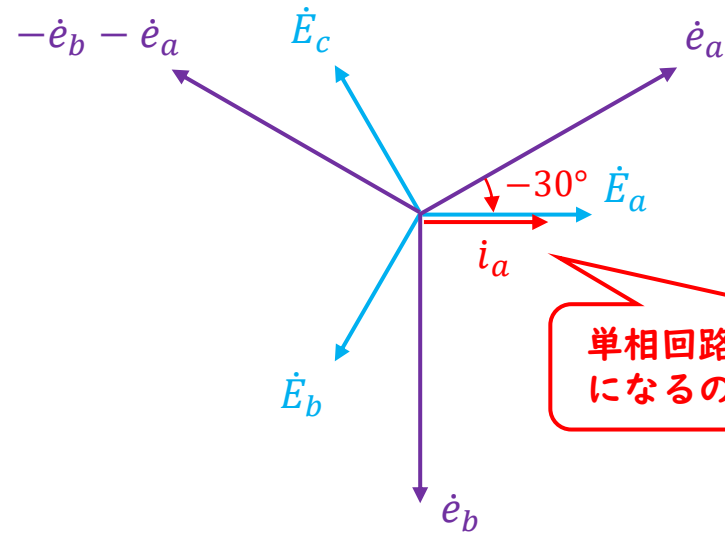


# 導出のポイント (設問b)



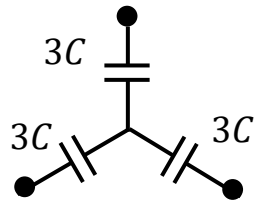
$e_a$  の実効値 =  $100\sqrt{3}$   
 角周波数  $\omega = 100\pi$

(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  $30^\circ$  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。

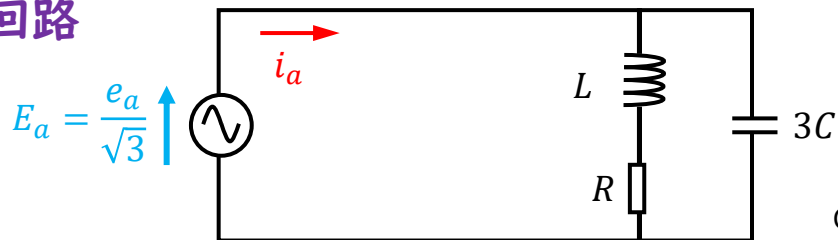


## コンデンサ部分を $\Delta$ -Y変換

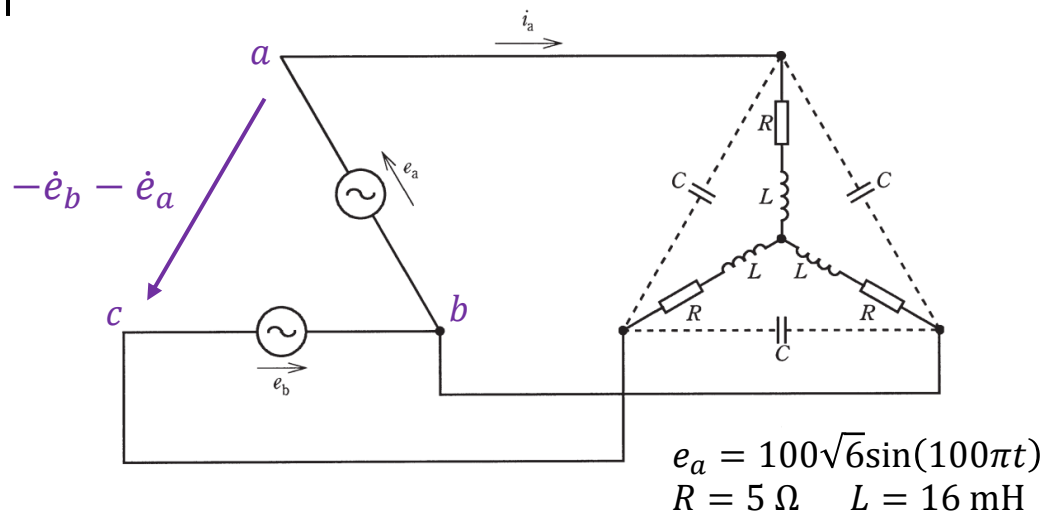
Y結線に変換するとインピーダンスは  $1/3$  倍になるので、 $C$  は3倍になる



## 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 $30^\circ$ 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

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

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

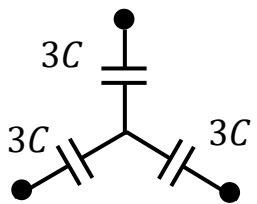
虚数成分が0になるとき、  
力率が1となる

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

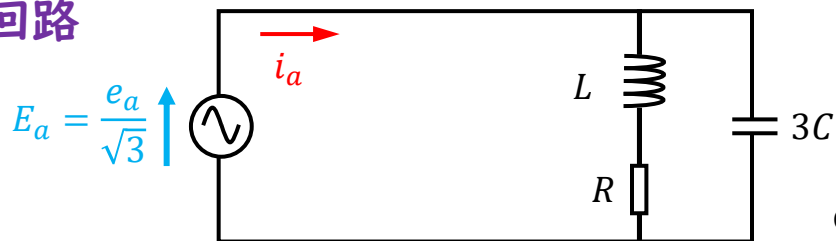
$$C = \frac{16 \times 10^{-3}}{3(5^2 + (100\pi \times 16 \times 10^{-3})^2)} = 1.1 \times 10^{-4} \text{ F}$$

コンデンサ部分を $\Delta$ -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

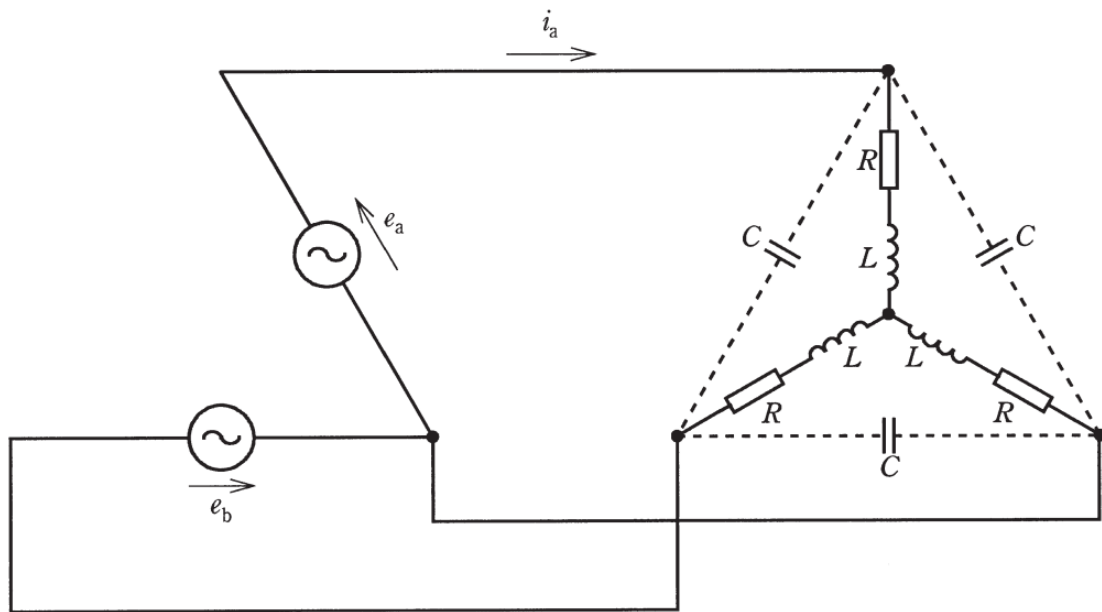


単相回路



# 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  $120^\circ$  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  $30^\circ$  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)  $3.6 \times 10^{-5}$       (2)  $1.1 \times 10^{-4}$       (3)  $3.2 \times 10^{-4}$   
 (4)  $9.6 \times 10^{-4}$       (5)  $2.3 \times 10^{-3}$

ご聴講ありがとうございました  
ございました!!