電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

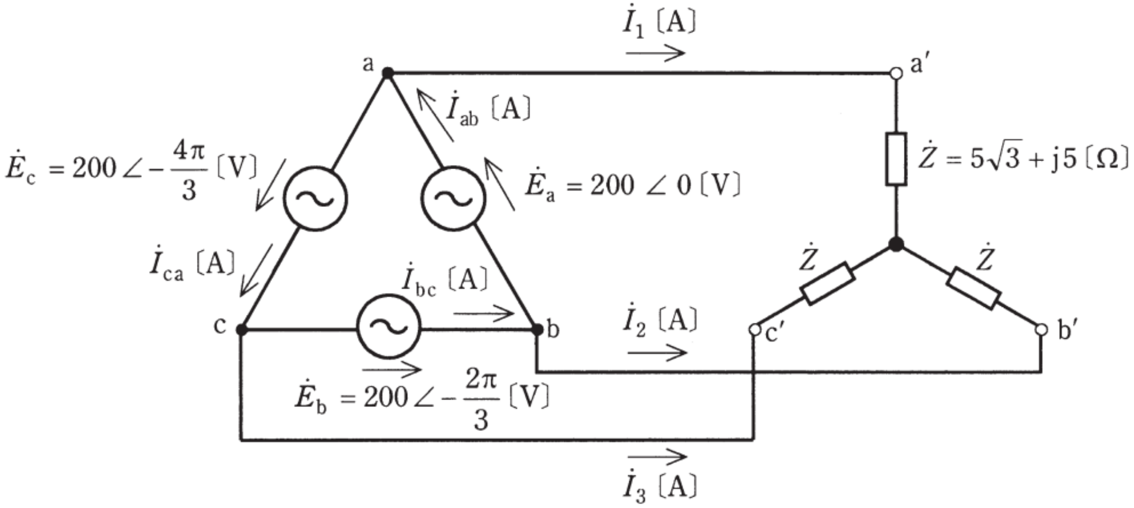
第11回　過去問解説
三相交流（3）

2023.11.25 Sat

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 $\dot{Z}=5\sqrt{3}+\mathrm{j}5$〔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)の問に答えよ。



(a) 電流 $\dot{I}_1$〔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) $11.55\angle-\frac{\pi}{6}$

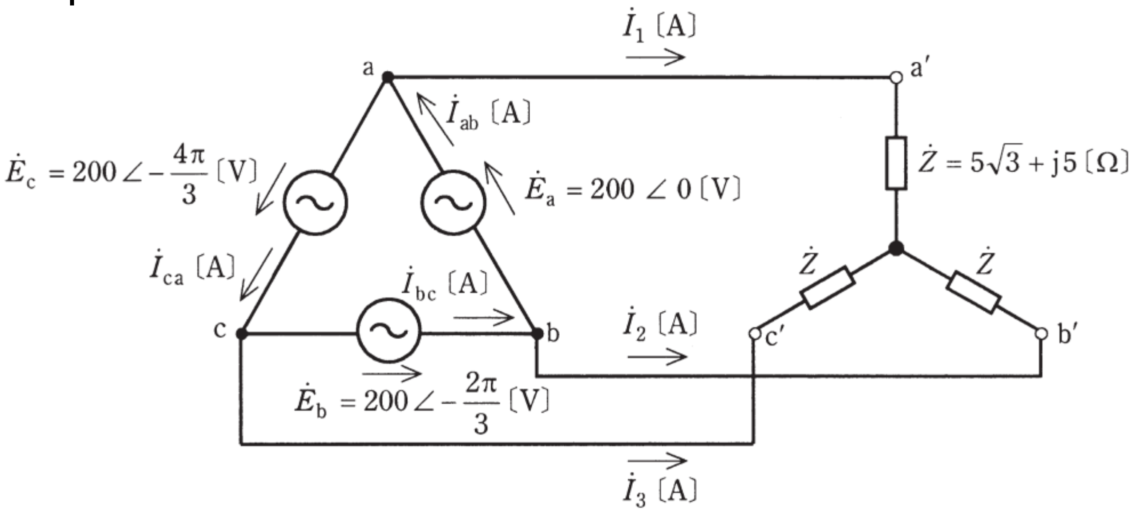
(b) 電流 $\dot{I}_{ab}$〔A〕の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(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）



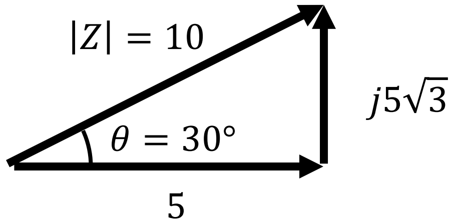
(a) 電流 $\dot{I}_1$〔A〕の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

フェーザ表示　$Z = A\angle\theta$

絶対値　角度（位相）

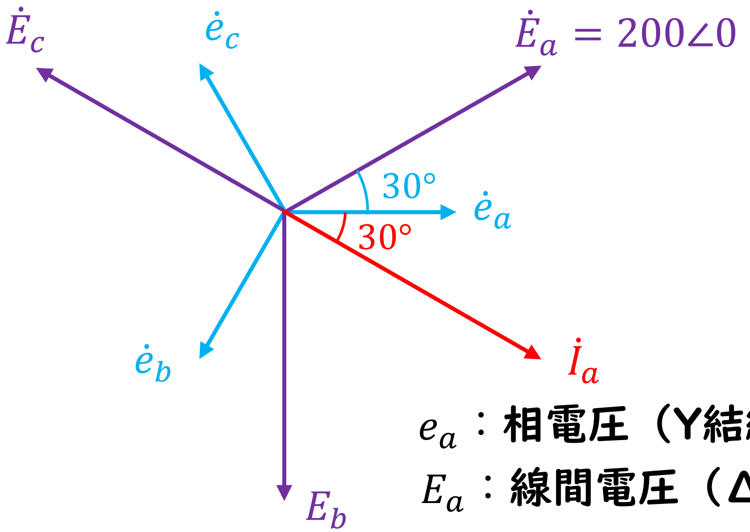
$$Z = 5\sqrt{3} + j5$$

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



$$Z = 10\angle 30°$$

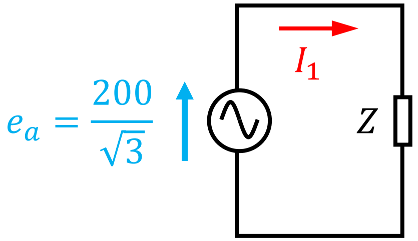
ベクトル図を描く（必ず相電圧を基準に作図する）



e_a：相電圧（Y結線電源）

E_a：線間電圧（Δ結線電源）

単相回路

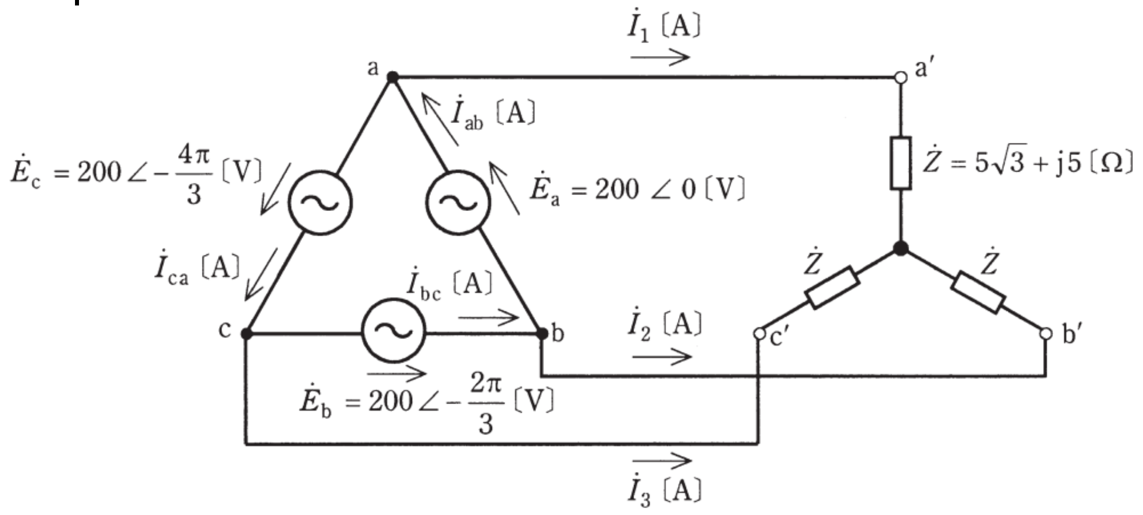


$$I_1 = \frac{e_a}{Z} = \frac{200/\sqrt{3}}{10} = 11.55\ \text{A}$$

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

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）



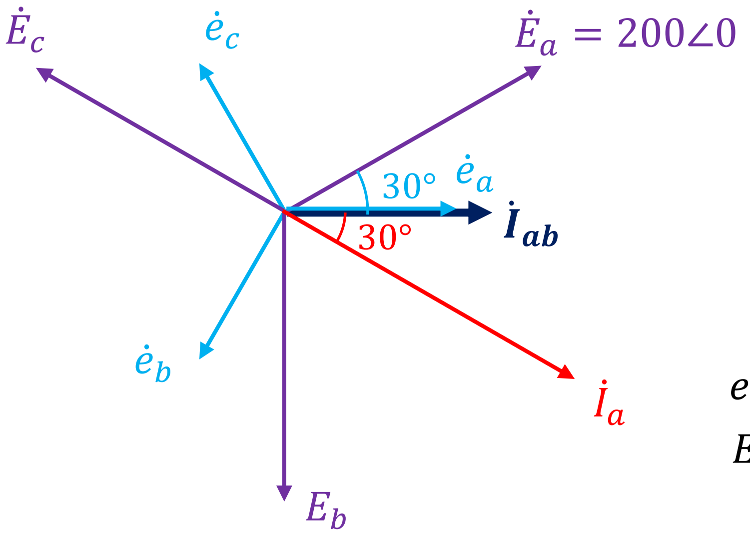
(b) 電流 $\dot{I}_{ab}$〔A〕の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

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

線電流と相電流の関係
- **相電流の大きさは線電流の$1/\sqrt{3}$倍**
- **相電流の位相は線電流より30°進む**

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

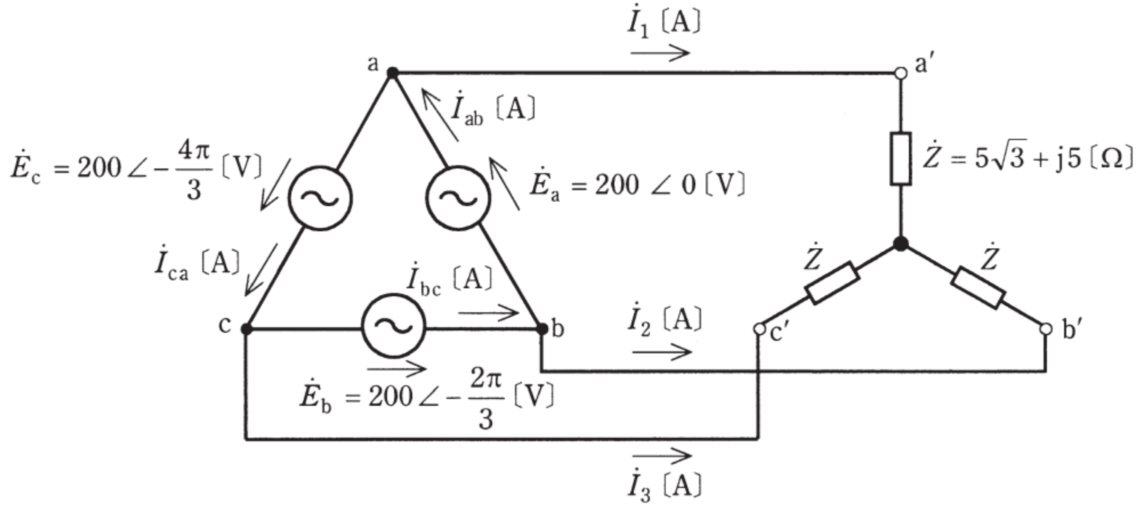
ベクトル図を描く（必ず相電圧を基準に作図する）



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 $\dot{Z}=5\sqrt{3}+\mathrm{j}5$〔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)の問に答えよ。



(a) 電流 $\dot{I}_1$〔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 $\dot{I}_{ab}$〔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。

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

H23 問17

(a) 次の文章は，電力計の原理に関する記述である。

図 1 に示す電力計は，固定コイル F1，F2 に流れる負荷電流 $\dot{I}$〔A〕による磁界の強さと，可動コイル M に流れる電流 $\dot{I}_M$〔A〕の積に比例したトルクが可動コイルに生じる。したがって，指針の振れ角 θ は $\boxed{\text{(ア)}}$ に比例する。

このような形の計器は，一般に $\boxed{\text{(イ)}}$ 計器といわれ，$\boxed{\text{(ウ)}}$ の測定に使用される。

負荷 $\dot{Z}$〔Ω〕が誘導性の場合，電圧 $\dot{V}$〔V〕のベクトルを基準に負荷電流 $\dot{I}$〔A〕のベクトルを描くと，図 2 に示すベクトル①，②，③のうち $\boxed{\text{(エ)}}$ のように表される。ただし，φ〔rad〕は位相角である。

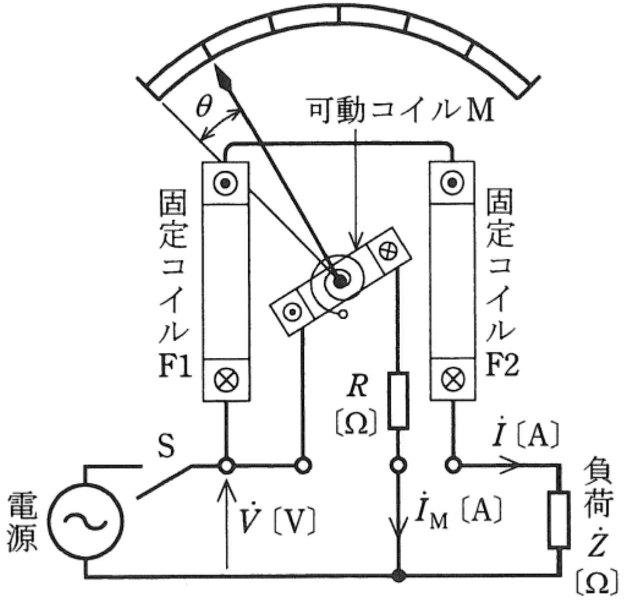


図 1

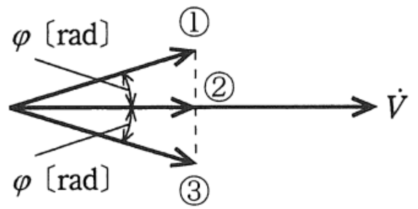


図 2

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	負荷電力	電流力計形	交　流	③
(2)	電力量	可動コイル形	直　流	②
(3)	負荷電力	誘導形	交流直流両方	①
(4)	電力量	可動コイル形	交流直流両方	②
(5)	負荷電力	電流力計形	交流直流両方	③

H23 問17

(a) 次の文章は，電力計の原理に関する記述である。

図1に示す電力計は，固定コイル F1，F2 に流れる負荷電流 $\dot{I}$〔A〕による磁界の強さと，可動コイル M に流れる電流 $\dot{I}_M$〔A〕の積に比例したトルクが可動コイルに生じる。したがって，指針の振れ角 θ は (ア) 負荷電力 に比例する。

このような形の計器は，一般に (イ) 電流力計形 計器といわれ，(ウ) 交流直流両方 の測定に使用される。

負荷 $\dot{Z}$〔Ω〕が誘導性の場合，電圧 $\dot{V}$〔V〕のベクトルを基準に負荷電流 $\dot{I}$〔A〕のベクトルを描くと，図2に示すベクトル①，②，③のうち (エ) ③ のように表される。ただし，φ〔rad〕は位相角である。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	負荷電力	電流力計形	交　流	③
(2)	電力量	可動コイル形	直　流	②
(3)	負荷電力	誘導形	交流直流両方	①
(4)	電力量	可動コイル形	交流直流両方	②
(5)	負荷電力	電流力計形	交流直流両方	③

点線枠の内側が電力計

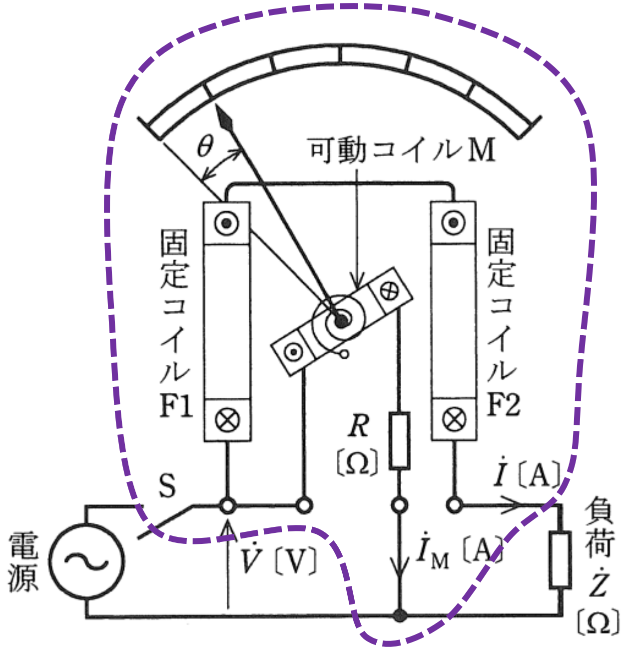


図 1

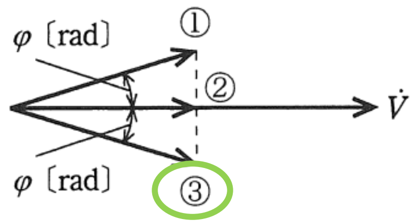


図 2

負荷が誘導性だと
電圧に対して電流は遅れる

負荷電流Iの計測
→電源と負荷の間に固定コイルを直列に接続
　負荷電流に比例した磁束密度が発生

負荷電圧Vの計測
→負荷に並列に可動コイルを接続
　負荷電圧に比例した制御電流I_Mが可動コイルに流れる

ローレンツ力$F = I_M \times B$に比例した力が可動コイルに加わり、
負荷電流Iと負荷電圧Vの積（電力）に比例して指針が振れる

H23 問17

(b) 次の文章は，図 1 で示した単相電力計を 2 個使用し，三相電力を測定する 2 電力計法の理論に関する記述である。

図 3 のように，誘導性負荷 $\dot{Z}$ を 3 個接続した平衡三相負荷回路に対称三相交流電源が接続されている。ここで，線間電圧を $\dot{V}_{ab}$〔V〕，$\dot{V}_{bc}$〔V〕，$\dot{V}_{ca}$〔V〕，負荷の相電圧を $\dot{V}_a$〔V〕，$\dot{V}_b$〔V〕，$\dot{V}_c$〔V〕，線電流を $\dot{I}_a$〔A〕，$\dot{I}_b$〔A〕，$\dot{I}_c$〔A〕で示す。

この回路で，図のように単相電力計 W_1 と W_2 を接続すれば，平衡三相負荷の電力が，2 個の単相電力計の指示の和として求めることができる。

単相電力計 W_1 の電圧コイルに加わる電圧 $\dot{V}_{ac}$ は，図 4 のベクトル図から $\dot{V}_{ac}=\dot{V}_a-\dot{V}_c$ となる。また，単相電力計 W_2 の電圧コイルに加わる電圧 $\dot{V}_{bc}$ は $\dot{V}_{bc}=$ $\boxed{\text{(オ)}}$ となる。

それぞれの電流コイルに流れる電流 $\dot{I}_a$，$\dot{I}_b$ と電圧の関係は図 4 のようになる。図 4 における ϕ〔rad〕は相電圧と線電流の位相角である。

線間電圧の大きさを $V_{ab}=V_{bc}=V_{ca}=V$〔V〕，線電流の大きさを $I_a=I_b=I_c=I$〔A〕とおくと，単相電力計 W_1 及び W_2 の指示をそれぞれ P_1〔W〕，P_2〔W〕とすれば，

$$P_1=V_{ac}I_a\cos(\boxed{\text{(カ)}})\text{〔W〕}$$

$$P_2=V_{bc}I_b\cos(\boxed{\text{(キ)}})\text{〔W〕}$$

したがって，P_1 と P_2 の和 P〔W〕は，

$$P=P_1+P_2=VI(\boxed{\text{(ク)}})\cos\phi=\sqrt{3}VI\cos\phi\text{〔W〕}$$

となるので，2 個の単相電力計の指示の和は三相電力に等しくなる。

上記の記述中の空白箇所(オ)，(カ)，(キ)及び(ク)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

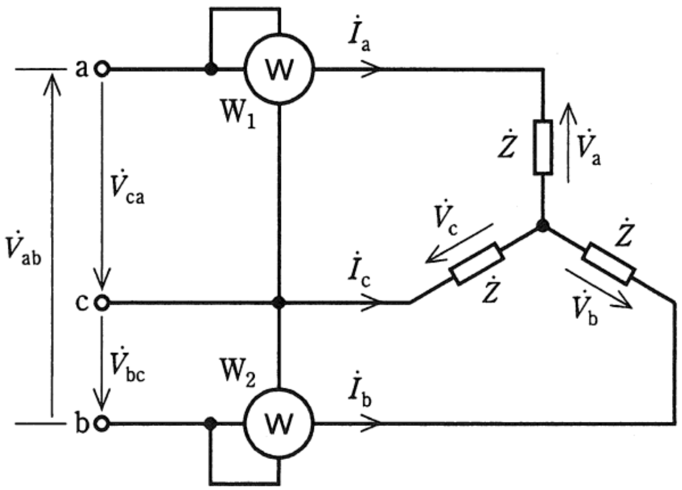


図 3

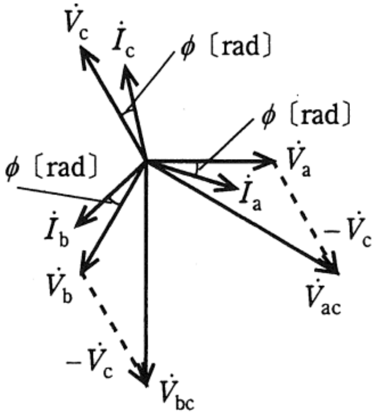


図 4

	(オ)	(カ)	(キ)	(ク)
(1)	$\dot{V}_b-\dot{V}_c$	$\frac{\pi}{6}-\phi$	$\frac{\pi}{6}+\phi$	$2\cos\frac{\pi}{6}$
(2)	$\dot{V}_c-\dot{V}_b$	$\phi-\frac{\pi}{6}$	$\phi+\frac{\pi}{6}$	$2\sin\frac{\pi}{6}$
(3)	$\dot{V}_b-\dot{V}_c$	$\frac{\pi}{6}-\phi$	$\frac{\pi}{6}+\phi$	$2\cos\frac{\pi}{3}$
(4)	$\dot{V}_b-\dot{V}_c$	$\frac{\pi}{3}-\phi$	$\frac{\pi}{3}+\phi$	$2\cos\frac{\pi}{6}$
(5)	$\dot{V}_c-\dot{V}_b$	$\frac{\pi}{3}-\phi$	$\frac{\pi}{3}+\phi$	$2\sin\frac{\pi}{3}$

H23 問17

(b) 次の文章は，図1で示した単相電力計を2個使用し，三相電力を測定する2電力計法の理論に関する記述である。

図3のように，誘導性負荷 $\dot{Z}$ を3個接続した平衡三相負荷回路に対称三相交流電源が接続されている。ここで，線間電圧を $\dot{V}_{ab}$〔V〕，$\dot{V}_{bc}$〔V〕，$\dot{V}_{ca}$〔V〕，負荷の相電圧を $\dot{V}_a$〔V〕，$\dot{V}_b$〔V〕，$\dot{V}_c$〔V〕，線電流を $\dot{I}_a$〔A〕，$\dot{I}_b$〔A〕，$\dot{I}_c$〔A〕で示す。

この回路で，図のように単相電力計 W_1 と W_2 を接続すれば，平衡三相負荷の電力が，2個の単相電力計の指示の和として求めることができる。

単相電力計 W_1 の電圧コイルに加わる電圧 $\dot{V}_{ac}$ は，図4のベクトル図から $\dot{V}_{ac}=\dot{V}_a-\dot{V}_c$ となる。また，単相電力計 W_2 の電圧コイルに加わる電圧 $\dot{V}_{bc}$ は $\dot{V}_{bc}=$ （オ） $\dot{V}_b-\dot{V}_c$ となる。

それぞれの電流コイルに流れる電流 $\dot{I}_a$，$\dot{I}_b$ と電圧の関係は図4のようになる。図4における ϕ〔rad〕は相電圧と線電流の位相角である。

線間電圧の大きさを $V_{ab}=V_{bc}=V_{ca}=V$〔V〕，線電流の大きさを $I_a=I_b=I_c=I$〔A〕とおくと，単相電力計 W_1 及び W_2 の指示をそれぞれ P_1〔W〕，P_2〔W〕とすれば，

$P_1=V_{ac}I_a\cos($ （カ） $\frac{\pi}{6}-\phi$ $)$〔W〕

$P_2=V_{bc}I_b\cos($ （キ） $\frac{\pi}{6}+\phi$ $)$〔W〕

したがって，P_1 と P_2 の和 P〔W〕は，

$P=P_1+P_2=VI($ （ク） $2\cos\frac{\pi}{6}$ $)\cos\phi=\sqrt{3}VI\cos\phi$〔W〕

となるので，2個の単相電力計の指示の和は三相電力に等しくなる。

上記の記述中の空白箇所(オ)，(カ)，(キ)及び(ク)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

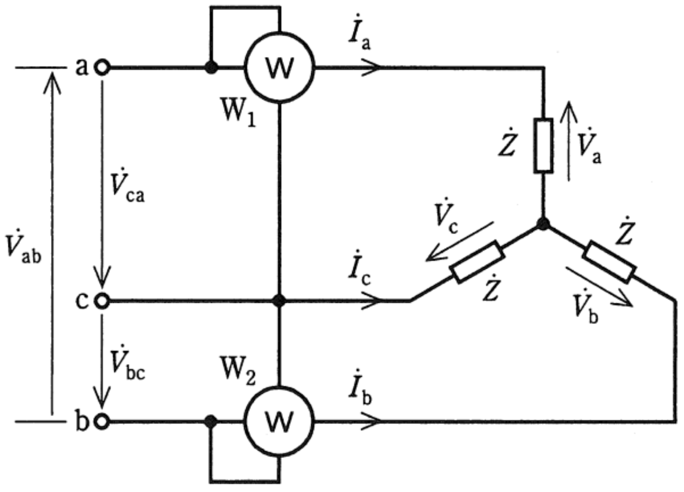


図 3

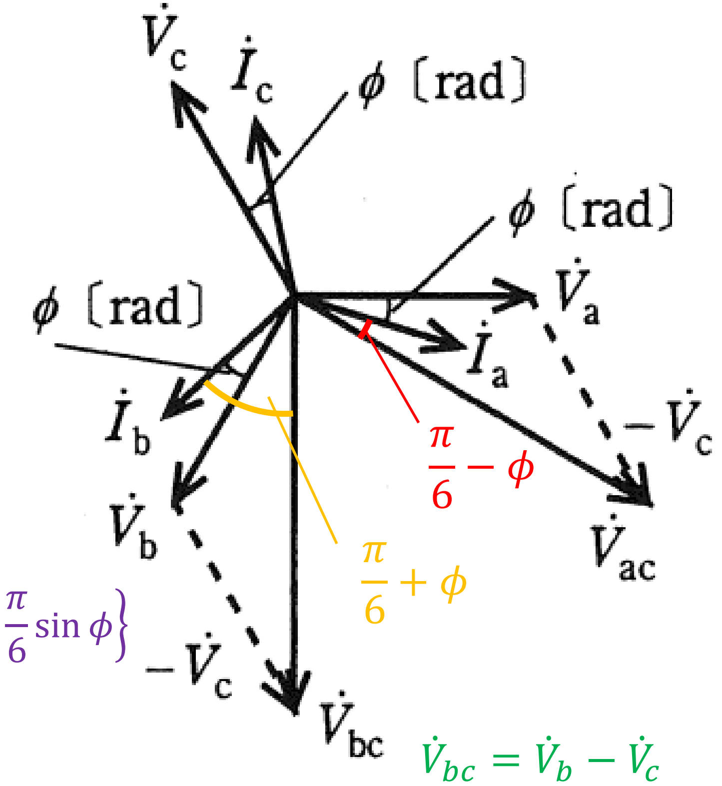


図 4

$$P_1+P_2=VI\cos\left(\frac{\pi}{6}-\phi\right)+VI\cos\left(\frac{\pi}{6}+\phi\right)$$

$$=VI\left\{\cos\left(\frac{\pi}{6}-\phi\right)+\cos\left(\frac{\pi}{6}+\phi\right)\right\}$$

$$=VI\left\{\cos\frac{\pi}{6}\cos\phi+\sin\frac{\pi}{6}\sin\phi+\cos\frac{\pi}{6}\cos\phi-\sin\frac{\pi}{6}\sin\phi\right\}$$

三角関数の加法定理

$$=VI\times 2\cos\frac{\pi}{6}\cos\phi=VI\times 2\times\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\phi$$

$$\therefore P_1+P_2=\sqrt{3}VI\cos\phi$$

H23 問17

(b) 次の文章は，図 1 で示した単相電力計を 2 個使用し，三相電力を測定する 2 電力計法の理論に関する記述である。

図 3 のように，誘導性負荷 $\dot{Z}$ を 3 個接続した平衡三相負荷回路に対称三相交流電源が接続されている。ここで，線間電圧を $\dot{V}_{ab}$〔V〕，$\dot{V}_{bc}$〔V〕，$\dot{V}_{ca}$〔V〕，負荷の相電圧を $\dot{V}_a$〔V〕，$\dot{V}_b$〔V〕，$\dot{V}_c$〔V〕，線電流を $\dot{I}_a$〔A〕，$\dot{I}_b$〔A〕，$\dot{I}_c$〔A〕で示す。

この回路で，図のように単相電力計 W_1 と W_2 を接続すれば，平衡三相負荷の電力が，2 個の単相電力計の指示の和として求めることができる。

単相電力計 W_1 の電圧コイルに加わる電圧 $\dot{V}_{ac}$ は，図 4 のベクトル図から $\dot{V}_{ac} = \dot{V}_a - \dot{V}_c$ となる。また，単相電力計 W_2 の電圧コイルに加わる電圧 $\dot{V}_{bc}$ は $\dot{V}_{bc} = \boxed{(オ)}$ となる。

$\dot{V}_b - \dot{V}_c$

それぞれの電流コイルに流れる電流 $\dot{I}_a$，$\dot{I}_b$ と電圧の関係は図 4 のようになる。図 4 における ϕ〔rad〕は相電圧と線電流の位相角である。

線間電圧の大きさを $V_{ab} = V_{bc} = V_{ca} = V$〔V〕，線電流の大きさを $I_a = I_b = I_c = I$〔A〕とおくと，単相電力計 W_1 及び W_2 の指示をそれぞれ P_1〔W〕，P_2〔W〕とすれば，

$$P_1 = V_{ac} I_a \cos(\boxed{(カ)})\ \text{〔W〕}$$

$\frac{\pi}{6} - \phi$

$$P_2 = V_{bc} I_b \cos(\boxed{(キ)})\ \text{〔W〕}$$

$\frac{\pi}{6} + \phi$

したがって，P_1 と P_2 の和 P〔W〕は，

$$P = P_1 + P_2 = VI(\boxed{(ク)})\cos\phi = \sqrt{3}VI\cos\phi\ \text{〔W〕}$$

$2\cos\frac{\pi}{6}$

となるので，2 個の単相電力計の指示の和は三相電力に等しくなる。

上記の記述中の空白箇所(オ)，(カ)，(キ)及び(ク)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

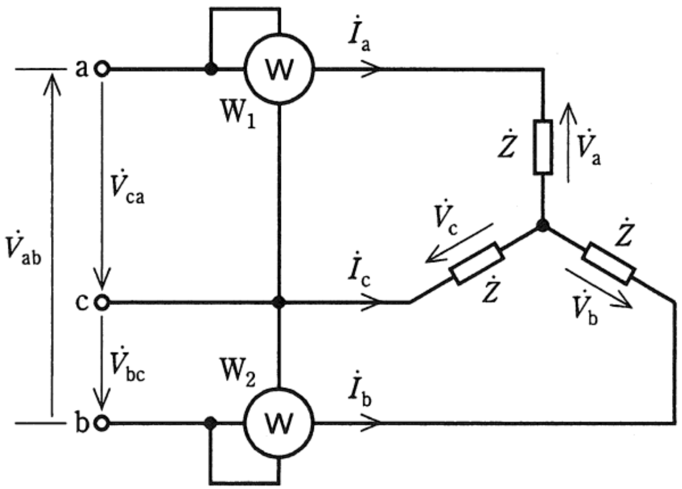


図 3

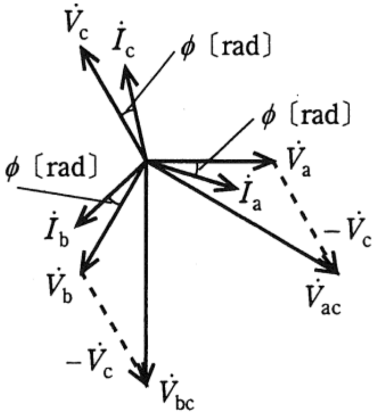


図 4

	(オ)	(カ)	(キ)	(ク)
(1)	$\dot{V}_b - \dot{V}_c$	$\frac{\pi}{6} - \phi$	$\frac{\pi}{6} + \phi$	$2\cos\frac{\pi}{6}$
(2)	$\dot{V}_c - \dot{V}_b$	$\phi - \frac{\pi}{6}$	$\phi + \frac{\pi}{6}$	$2\sin\frac{\pi}{6}$
(3)	$\dot{V}_b - \dot{V}_c$	$\frac{\pi}{6} - \phi$	$\frac{\pi}{6} + \phi$	$2\cos\frac{\pi}{3}$
(4)	$\dot{V}_b - \dot{V}_c$	$\frac{\pi}{3} - \phi$	$\frac{\pi}{3} + \phi$	$2\cos\frac{\pi}{6}$
(5)	$\dot{V}_c - \dot{V}_b$	$\frac{\pi}{3} - \phi$	$\frac{\pi}{3} + \phi$	$2\sin\frac{\pi}{3}$

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 $\dot{I}_1$〔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。

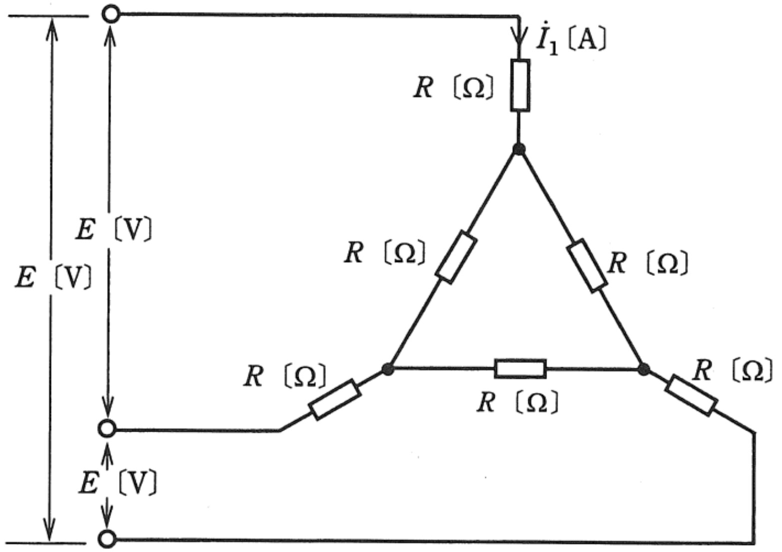


図 1

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

(b) 次に，図 1 を図 2 のように，抵抗 R〔Ω〕をインピーダンス $\dot{Z}=12+j9$〔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 $\dot{I}_2$〔A〕の大きさの値として，最も近いのは次のうちどれか。

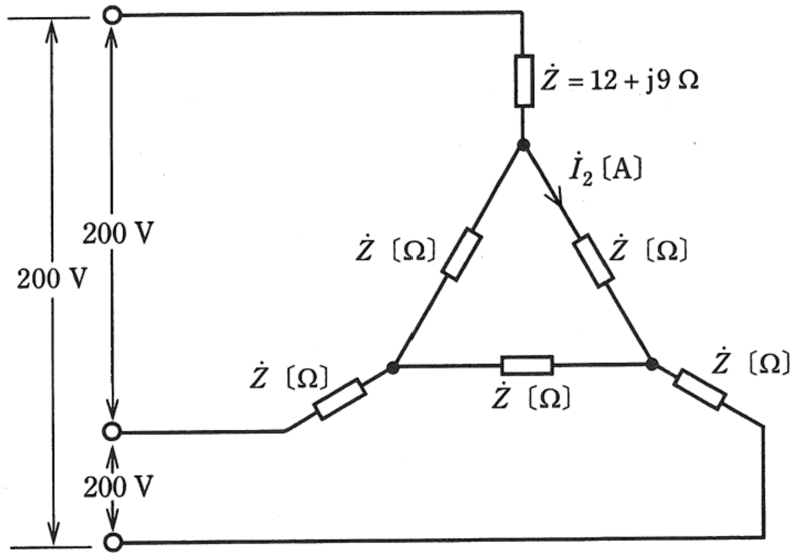


図 2

(1) 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 $\dot{I}_1$〔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。

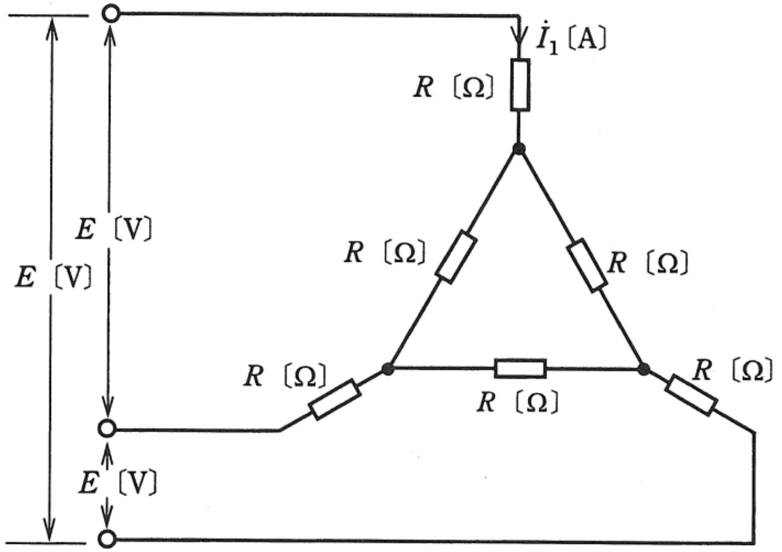
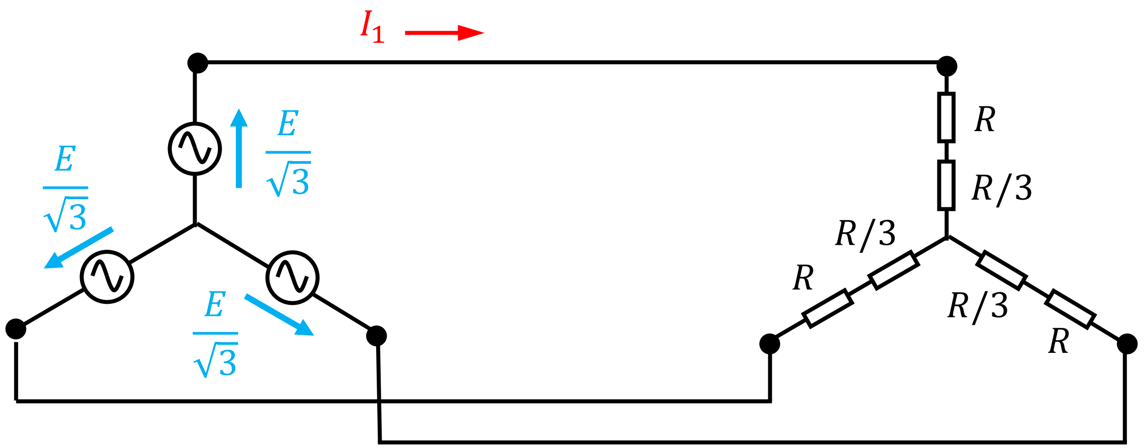


図 1

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



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

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

H21 問16

(b) 次に，図 1 を図 2 のように，抵抗 R〔Ω〕をインピーダンス $\dot{Z}=12+j9$〔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 $\dot{I}_2$〔A〕の大きさの値として，最も近いのは次のうちどれか。

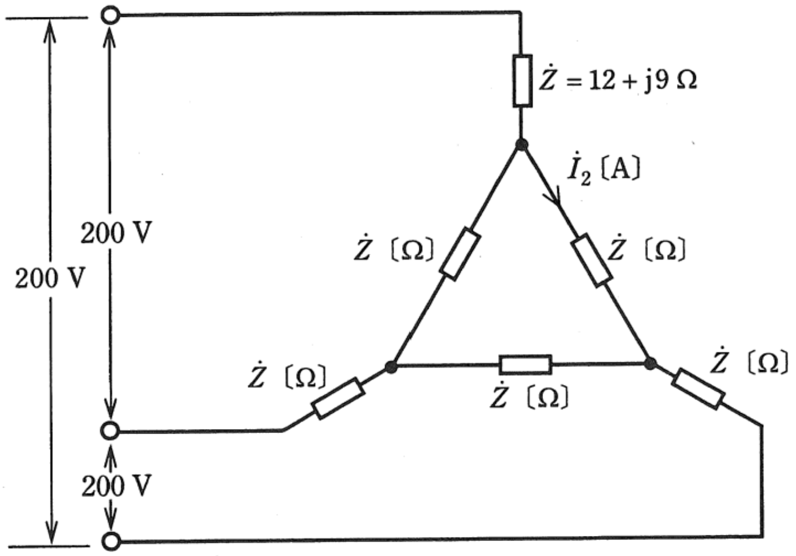
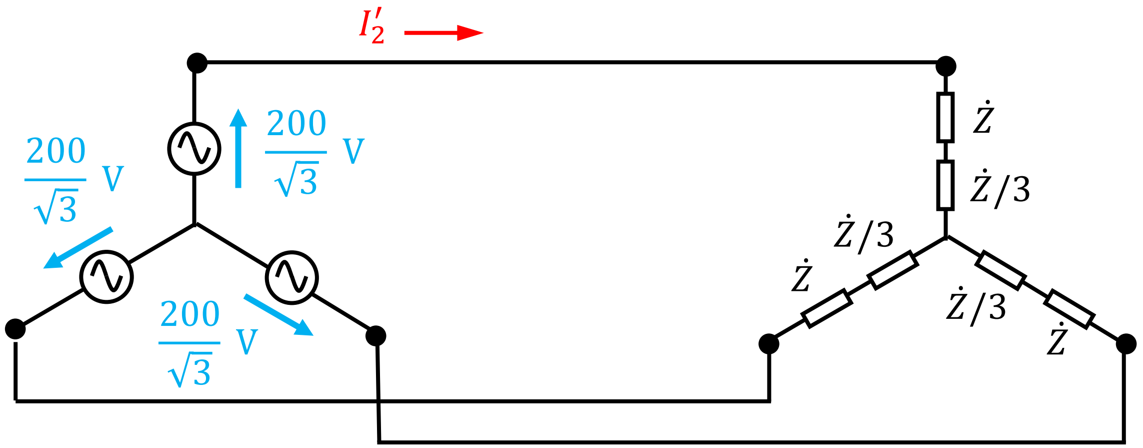


図 2

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



$$\left(\dot{Z}+\frac{\dot{Z}}{3}\right)\dot{I}_2' = \left(12+j9+\frac{12+j9}{3}\right)\dot{I}_2' = (16+j12)\dot{I}_2'$$

$$\dot{I}_2' = \frac{200/\sqrt{3}}{16+j12} \rightarrow I_2' = \frac{200/\sqrt{3}}{\sqrt{16^2+12^2}} = \frac{200/\sqrt{3}}{20} = \frac{10}{\sqrt{3}}\ \mathrm{A}$$

相電流の大きさは線電流の$1/\sqrt{3}$倍なので

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

ご聴講ありがとう
ございました！！