電験二種　オンライン講座

二種理論　交流回路（6）

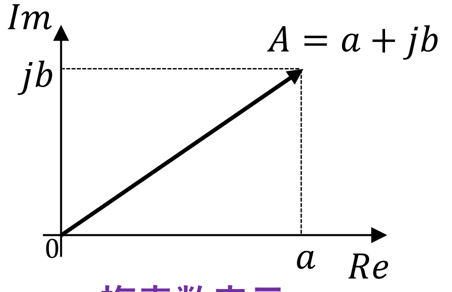
2025.12.21 Sun

複素数の表現（複素数表示と指数関数表示）

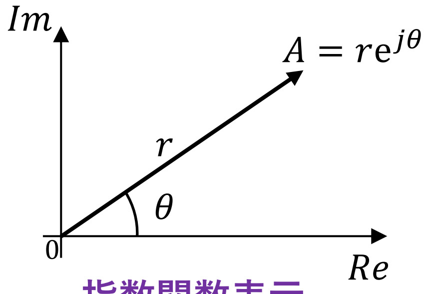
複素数$A=a+jb$という表現を複素数表示というのに対し、複素数の絶対値と実軸を基準にした角度で複素数を表現することを指数関数表示という。

複素数表示　　指数関数表示

$$A=a+jb \quad \leftrightarrow \quad A=re^{j\theta}$$



複素数表示



指数関数表示

複素数表示と指数関数表示は同じ意味を持ち、互いの表現に変換することが可能

＜複素数表示から指数関数表示＞

$A=a+jb$ を指数関数表示に変換する

$$r=|A|=\sqrt{a^2+b^2}$$

$$\theta=\tan^{-1}\frac{b}{a} \rightarrow \frac{b}{a}=\tan\theta$$

$$A=re^{j\theta}=\sqrt{a^2+b^2}\,e^{j\tan^{-1}\frac{b}{a}}$$

＜指数関数表示から複素数表示＞

$A=re^{j\theta}$を複素数表示に変換する

$$a=r\cos\theta$$

$$b=r\sin\theta$$

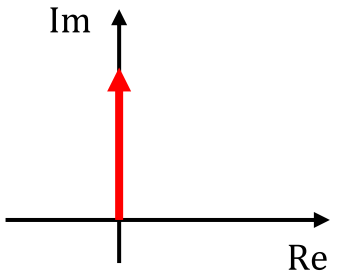
$$A=a+jb=r(\cos\theta+j\sin\theta)$$

○オイラーの公式

$$e^{j\theta}=\cos\theta+j\,\sin\theta$$

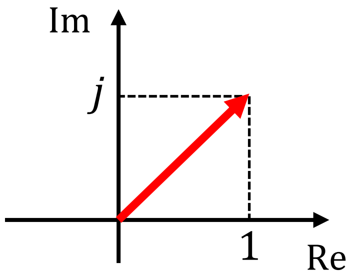
指数関数表示の使い方

$$j = \mathrm{e}^{j\frac{\pi}{2}}$$



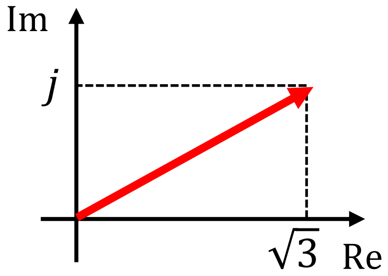
$$1 + j = \sqrt{2}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{4}}$$

$$|1 + j| = \sqrt{2}$$



$$\sqrt{3} + j = 2\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}$$

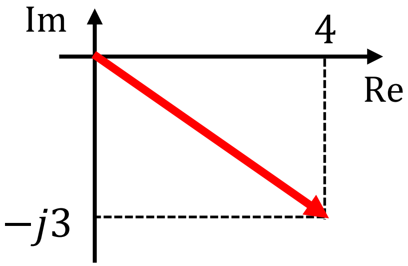
$$\left|\sqrt{3} + j\right| = 2$$



$$4 - j3 = 5\mathrm{e}^{j\theta}$$

$$|4 - j3| = 5$$

$$\tan\theta = -\frac{3}{4} \rightarrow \theta = -\tan^{-1}\frac{3}{4}$$



$$\frac{j}{1+j} = \frac{\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{2}}}{\sqrt{2}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{4}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{2}-j\frac{\pi}{4}} = \frac{1}{\sqrt{2}}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{4}}$$

$$\frac{j}{4-j3} = \frac{\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{2}}}{5\mathrm{e}^{j\theta}} = \frac{1}{5}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{2}-j\theta} = \frac{1}{5}\mathrm{e}^{j\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)}$$

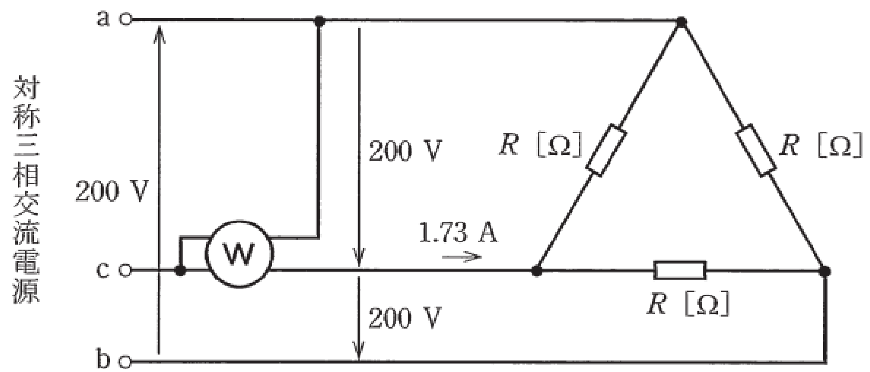
$$\frac{\sqrt{3}+j}{1+j} = \frac{2\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}}{\sqrt{2}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{4}}} = \frac{2}{\sqrt{2}}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}-j\frac{\pi}{4}} = \sqrt{2}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{12}}$$

$$\frac{1}{\left(\sqrt{3}+j\right)^2} = \frac{1}{\left(2\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}\right)^2} = \frac{1}{4\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{3}}} = \frac{1}{4}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{3}}$$

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 [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。



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

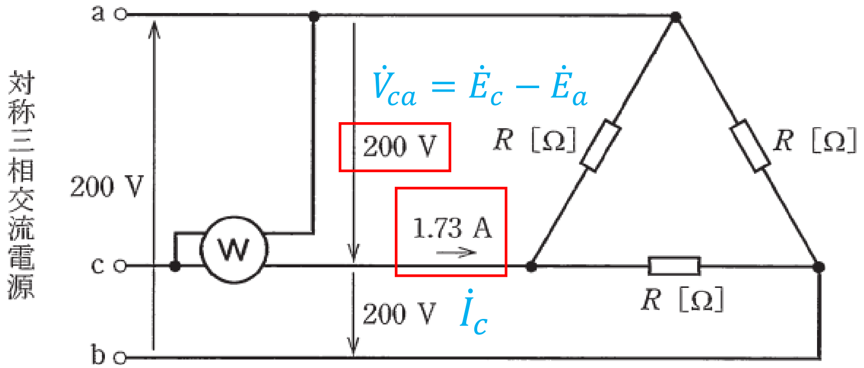
二種受験生：指数関数表示に変換して数式変形をもとに導出をしてみよう

$$\dot{E}_a = E\mathrm{e}^{j0} \qquad \dot{E}_b = E\mathrm{e}^{-j\frac{2\pi}{3}} \qquad \dot{E}_c = E\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}}$$

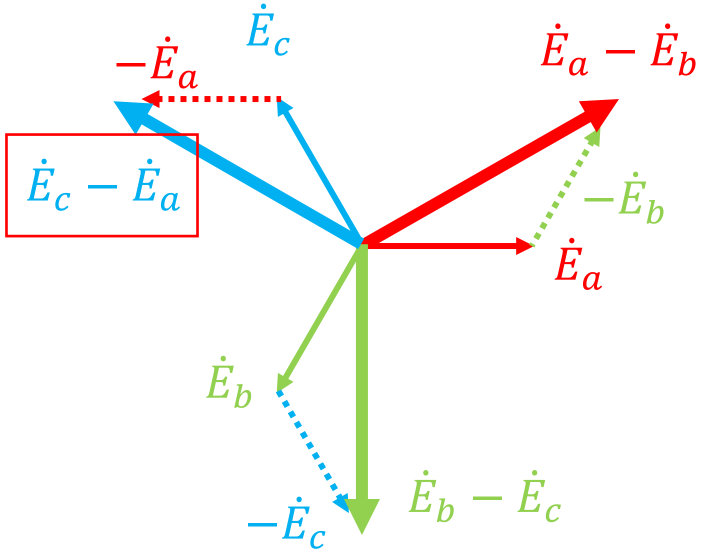
H26 問14

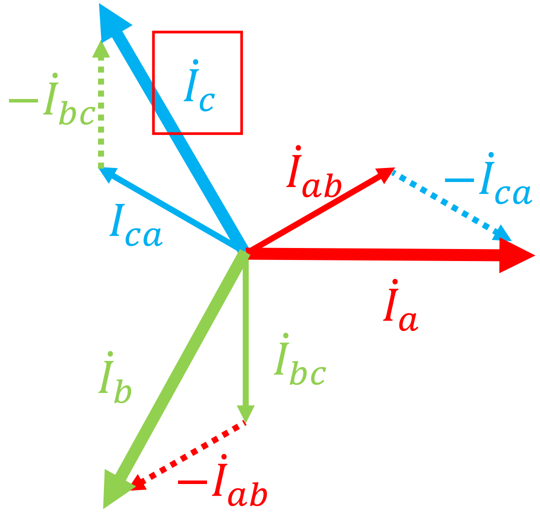
問14　図のように 200 V の対称三相交流電源に抵抗 R [Ω] からなる平衡三相負荷を接続したところ，線電流は 1.73 A であった。いま，電力計の電流コイルを c 相に接続し，電圧コイルを c－a 相間に接続したとき，電力計の指示 P [W] として，最も近い P の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

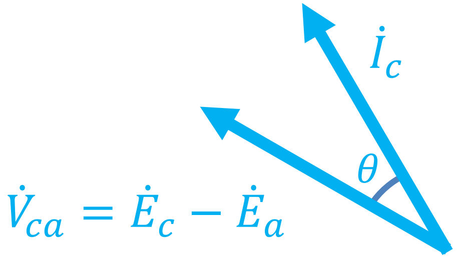
ただし，対称三相交流電源の相回転は a，b，c の順とし，電力計の電力損失は無視できるものとする。



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



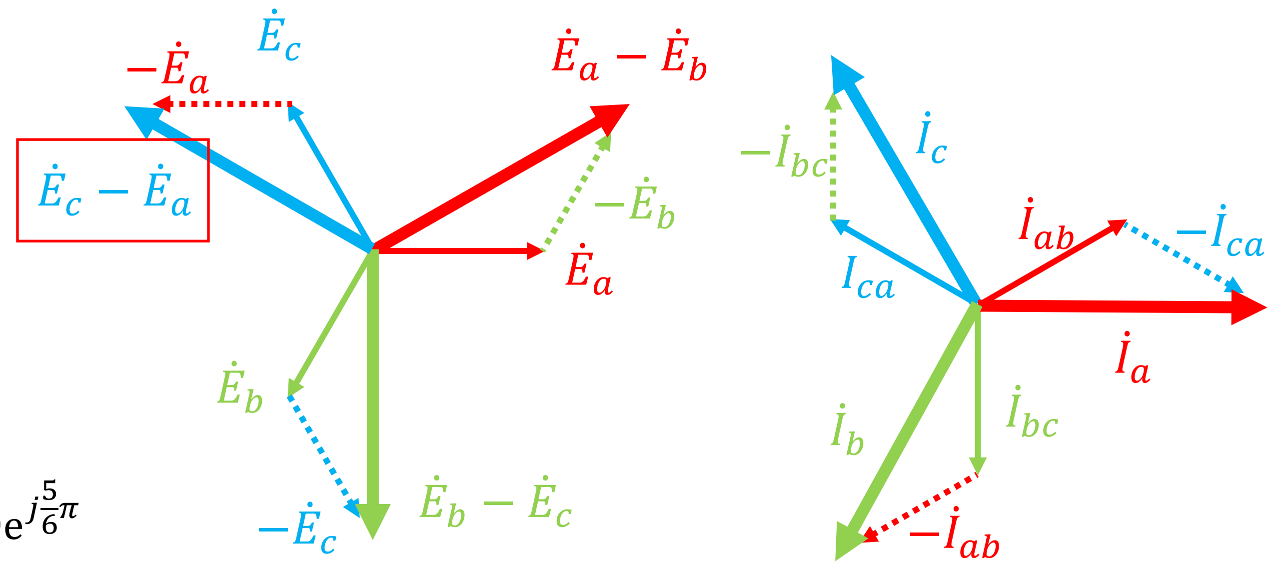




$$P = V_{ca} I_c \cos\theta = 200 \times 1.73 \times \cos 30°$$
$$= 200 \times 1.73 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \sim 300\ \mathrm{W}$$

H26 問14

$$\dot{E}_a = E\mathrm{e}^{j0} \qquad \dot{E}_b = E\mathrm{e}^{-j\frac{2\pi}{3}} \qquad \dot{E}_c = E\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}}$$



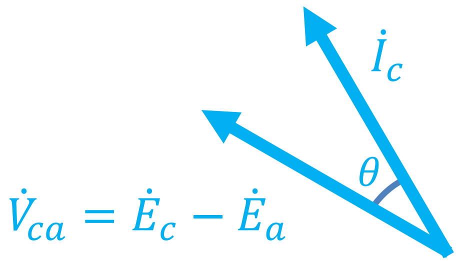
$$\begin{aligned}\dot{V}_{ca} &= \dot{E}_c - \dot{E}_a = E\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}} - E\mathrm{e}^{j0} = E\left(\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}} - \mathrm{e}^{j0}\right)\\ &= E\left(\cos\frac{4\pi}{3} - j\sin\frac{4\pi}{3} - 1\right) = E\left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} - 1\right)\\ &= E\left(-\frac{3}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \sqrt{3}E\left(-\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2}\right) = \sqrt{3}E\mathrm{e}^{j\frac{5}{6}\pi} = 200\mathrm{e}^{j\frac{5}{6}\pi}\end{aligned}$$

$$\dot{I}_c = \frac{\dot{E}_c}{R/3} = \frac{E\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}}}{R/3} = \frac{3E}{R}\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}} = 1.73\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}}$$

$$\begin{aligned}\dot{S} = \dot{V}_{ca}\,\bar{\dot{I}}_c &= 200\mathrm{e}^{j\frac{5}{6}\pi} \times \overline{1.73\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}}} = 200\mathrm{e}^{j\frac{5}{6}\pi} \times 1.73\mathrm{e}^{j\frac{4\pi}{3}}\\ &= 200 \times 1.73\mathrm{e}^{j\frac{5}{6}\pi + j\frac{4\pi}{3}} = 200 \times 1.73\mathrm{e}^{j\frac{13}{6}\pi}\\ &= 200 \times 1.73\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}} = 200 \times 1.73 \times \left(\cos\frac{\pi}{6} + j\sin\frac{\pi}{6}\right)\\ &= 200 \times 1.73 \times \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{j1}{2}\right) = \underline{300} + \underline{j173}\end{aligned}$$

複素電力
（皮相電力）

有効電力　無効電力



$$\begin{aligned}P &= V_{ca}I_c\cos\theta = 200 \times 1.73 \times \cos 30^\circ\\ &= 200 \times 1.73 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \sim 300\ \mathrm{W}\end{aligned}$$

H22 問2

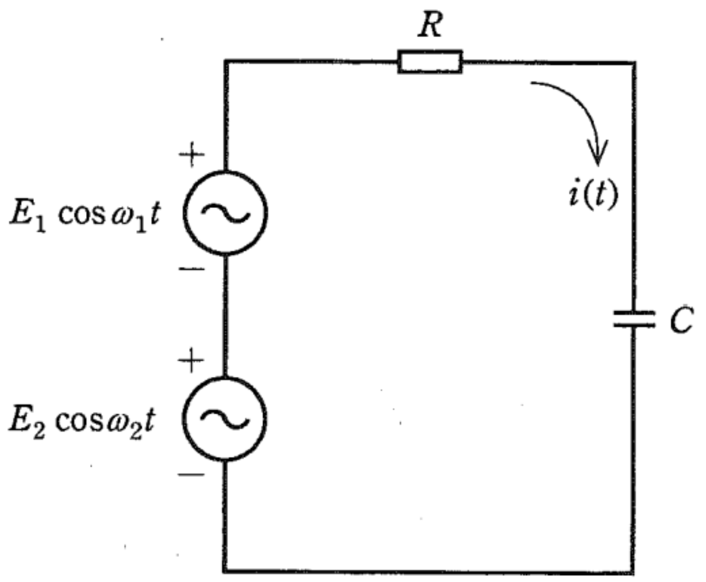
×

問２　次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

図に示す交流回路において，回路に流れる電流と消費される電力を求めたい。ただし，$R=1$〔Ω〕，$C=5$〔μF〕，$E_1=10$〔V〕，$E_2=16$〔V〕，$\omega_1=10^5$〔rad/s〕，$\omega_2=2\times10^5$〔rad/s〕とする。

回路に流れる電流 $i(t)$ は，重ねの理より，電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_1\cos(\omega_1 t+\varphi_1)$ と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_2\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$ とを足し合わせたものとなる。ここに $I_1=\boxed{(1)}$〔A〕，$I_2=\boxed{(2)}$〔A〕，$\tan\varphi_1=\boxed{(3)}$ となる。

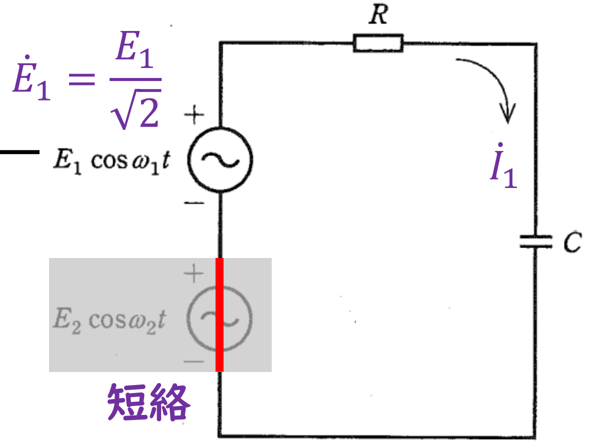
次に消費電力は，周波数の異なる二つの電圧源の間の相互干渉はないから，回路を電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ のみで励振したときの消費電力 $\boxed{(4)}$〔W〕と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ のみで励振したときの消費電力との和で表すことができ，$\boxed{(5)}$〔W〕となる。

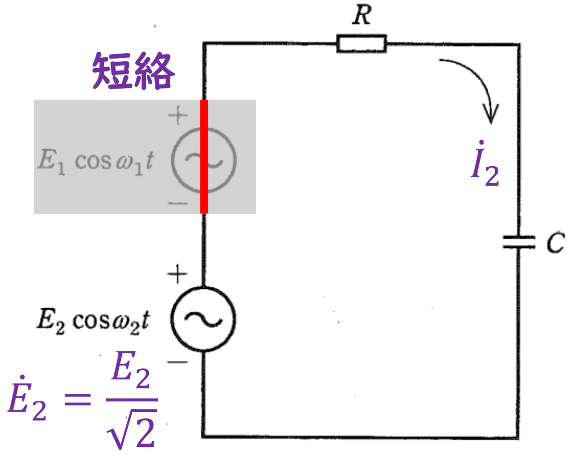


〔問２の解答群〕

(イ) $\dfrac{10\sqrt{3}}{3}$	(ロ) $\dfrac{8\sqrt{3}}{3}$	(ハ) 2	(ニ) $4\sqrt{2}$
(ホ) 15	(ヘ) 10	(ト) 58	(チ) $8\sqrt{2}$
(リ) 20	(ヌ) 74	(ル) $2\sqrt{5}$	(ヲ) 86
(ワ) $5\sqrt{2}$	(カ) 3	(ヨ) 4	

H22 問2





問２　次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

図に示す交流回路において，回路に流れる電流と消費される電力を求めたい。ただし，$R=1$〔Ω〕，$C=5$〔μF〕，$E_1=10$〔V〕，$E_2=16$〔V〕，$\omega_1=10^5$〔rad/s〕，$\omega_2=2\times10^5$〔rad/s〕とする。

回路に流れる電流 $i(t)$ は，重ねの理より，電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_1\cos(\omega_1 t+\varphi_1)$ と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_2\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$ とを足し合わせたものとなる。ここに $I_1=$ $\boxed{(1)}$〔A〕，$I_2=$ $\boxed{(2)}$〔A〕，$\tan\varphi_1=$ $\boxed{(3)}$ となる。

- 電流 $\dot{I}_1=I_1 e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\theta_1\right)}$ の式を求めよ。（I_1 は大きさ、θ_1 は位相）

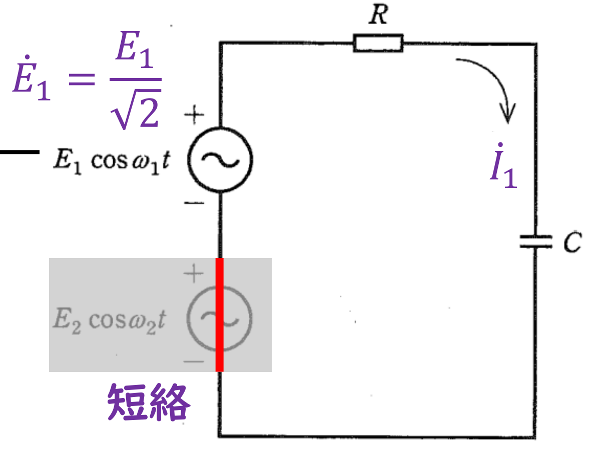
- 電流 $\dot{I}_2=I_2 e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\theta_2\right)}$ の式を求めよ。（I_2 は大きさ、θ_2 は位相）

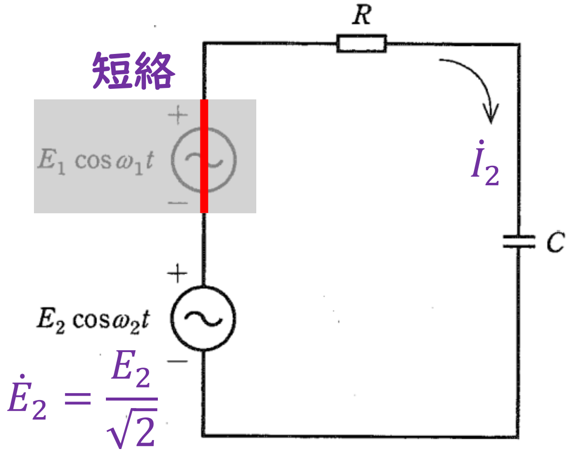
H22 問2

問２　次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

図に示す交流回路において，回路に流れる電流と消費される電力を求めたい。ただし，$R=1$〔Ω〕，$C=5$〔μF〕，$E_1=10$〔V〕，$E_2=16$〔V〕，$\omega_1=10^5$〔rad/s〕，$\omega_2=2\times10^5$〔rad/s〕とする。

回路に流れる電流 $i(t)$ は，重ねの理より，電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_1\cos(\omega_1 t+\varphi_1)$ と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_2\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$ とを足し合わせたものとなる。ここに $I_1=\boxed{(1)}$〔A〕，$I_2=\boxed{(2)}$〔A〕，$\tan\varphi_1=\boxed{(3)}$ となる。





$$\dot{I}_2=\frac{\dot{E}_2}{R+\dfrac{1}{j\omega_2 C}}=\frac{j\omega_2 C}{1+j\omega_2 CR}\cdot\frac{E_2}{\sqrt{2}}=\frac{\omega_2 CE_2}{\sqrt{2}}\cdot\frac{j}{1+j\omega_2 CR}$$

$$=\frac{\omega_2 CE_2}{\sqrt{2}}\cdot\frac{e^{j\frac{\pi}{2}}}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}e^{j\theta_2}}=\frac{\omega_2 CE_2}{\sqrt{2}\times\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}\cdot e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\theta_2\right)}$$

$$\tan\theta_2=\frac{\omega_2 CR}{1}=\omega_2 CR$$
$$\rightarrow\theta_2=\tan^{-1}(\omega_2 CR)$$

$$\dot{I}_1=\frac{\dot{E}_1}{R+\dfrac{1}{j\omega_1 C}}=\frac{j\omega_1 C}{1+j\omega_1 CR}\cdot\frac{E_1}{\sqrt{2}}=\frac{\omega_1 CE_1}{\sqrt{2}}\cdot\frac{j}{1+j\omega_1 CR}$$

$$=\frac{\omega_1 CE_1}{\sqrt{2}}\cdot\frac{e^{j\frac{\pi}{2}}}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}e^{j\theta_1}}=\frac{\omega_1 CE_1}{\sqrt{2}\times\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}\cdot e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\theta_1\right)}$$

瞬時値で表現すると、

$$i_1=\frac{\omega_1 CE_1}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}\cos\left(\omega_1 t+\frac{\pi}{2}-\theta_1\right)$$

$$i_2=\frac{\omega_2 CE_2}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}\cos\left(\omega_2 t+\frac{\pi}{2}-\theta_2\right)$$

$$\tan\theta_1=\frac{\omega_1 CR}{1}=\omega_1 CR$$
$$\rightarrow\theta_1=\tan^{-1}(\omega_1 CR)$$

$$\tan\theta_1=10^5\times5\times10^{-6}\times1=0.5$$

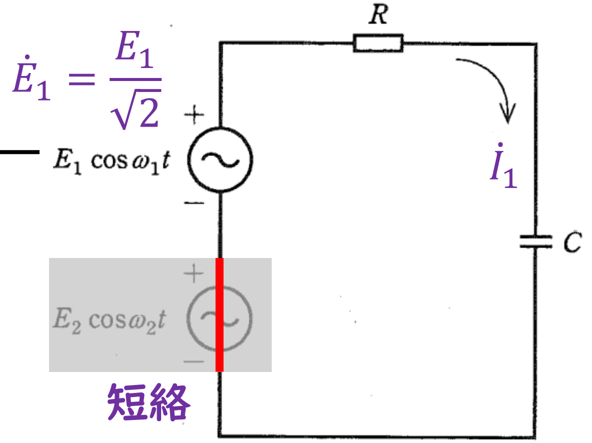
H22 問2

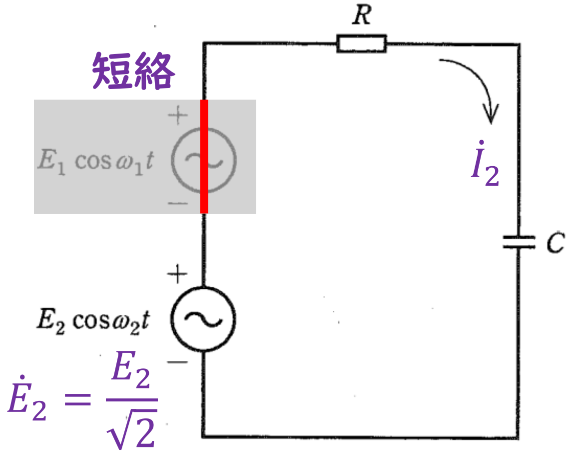
問２　次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

図に示す交流回路において，回路に流れる電流と消費される電力を求めたい。ただし，$R=1$〔Ω〕，$C=5$〔μF〕，$E_1=10$〔V〕，$E_2=16$〔V〕，$\omega_1=10^5$〔rad/s〕，$\omega_2=2\times10^5$〔rad/s〕とする。

回路に流れる電流 $i(t)$ は，重ねの理より，電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_1\cos(\omega_1 t+\varphi_1)$ と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_2\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$ とを足し合わせたものとなる。ここに $I_1=\boxed{(1)}$〔A〕，$I_2=\boxed{(2)}$〔A〕，$\tan\varphi_1=\boxed{(3)}$ となる。

(1) $2\sqrt{5}$　(2) $8\sqrt{2}$　(3) 2

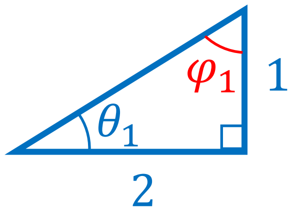




$$I_1=\frac{\omega_1 C E_1}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}=\frac{10^5\times5\times10^{-6}\times10}{\sqrt{1+(10^5\times5\times10^{-6}\times1)^2}}$$

$$=\frac{5}{\sqrt{1+0.5^2}}=\frac{5}{\sqrt{1+\frac{1}{4}}}=\frac{5}{\sqrt{\frac{5}{4}}}=\frac{5\times2}{\sqrt{5}}=2\sqrt{5}\ \mathrm{A}$$

$$\tan\theta_1=0.5$$



$$i_1=\underbrace{\frac{\omega_1 C E_1}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}}_{I_1}\cos\left(\omega_1 t+\underbrace{\frac{\pi}{2}-\theta_1}_{\varphi_1}\right)$$

$$i_2=\underbrace{\frac{\omega_2 C E_2}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}}_{I_2}\cos\left(\omega_2 t+\underbrace{\frac{\pi}{2}-\theta_2}_{\varphi_2}\right)$$

$$I_2=\frac{\omega_2 C E_2}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}=\frac{2\times10^5\times5\times10^{-6}\times16}{\sqrt{1+(2\times10^5\times5\times10^{-6}\times1)^2}}$$

$$=\frac{16}{\sqrt{1+1^2}}=\frac{16}{\sqrt{2}}=8\sqrt{2}\ \mathrm{A}$$

$$\tan\varphi_1=\tan\left(\frac{\pi}{2}-\theta_1\right)=\frac{2}{1}=2$$

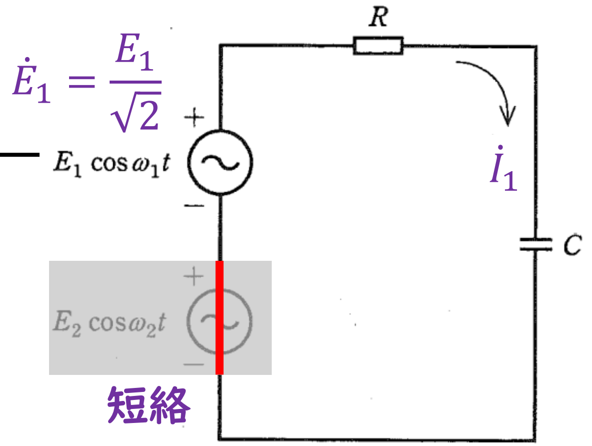
H22 問2

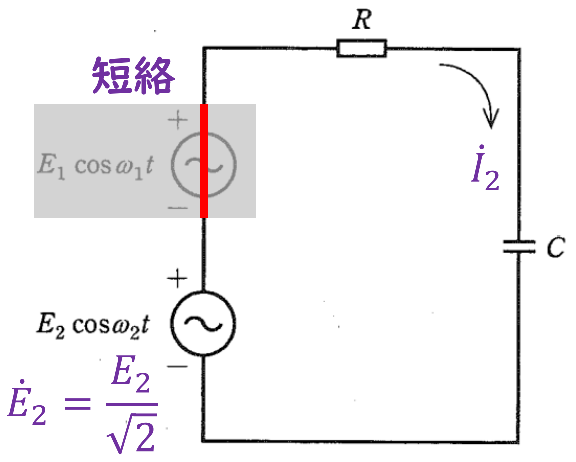
問２　次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

図に示す交流回路において，回路に流れる電流と消費される電力を求めたい。ただし，$R=1$〔Ω〕，$C=5$〔μF〕，$E_1=10$〔V〕，$E_2=16$〔V〕，$\omega_1=10^5$〔rad/s〕，$\omega_2=2\times10^5$〔rad/s〕とする。

回路に流れる電流 $i(t)$ は，重ねの理より，電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_1\cos(\omega_1 t+\varphi_1)$ と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_2\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$ とを足し合わせたものとなる。ここに $I_1=$ $\boxed{(1)}$ $2\sqrt{5}$〔A〕，$I_2=$ $\boxed{(2)}$ $8\sqrt{2}$〔A〕，$\tan\varphi_1=$ $\boxed{(3)}$ 2 となる。

次に消費電力は，周波数の異なる二つの電圧源の間の相互干渉はないから，回路を電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ のみで励振したときの消費電力 $\boxed{(4)}$〔W〕と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ のみで励振したときの消費電力との和で表すことができ，$\boxed{(5)}$〔W〕となる。





(4)(5) 消費電力を求めよ。

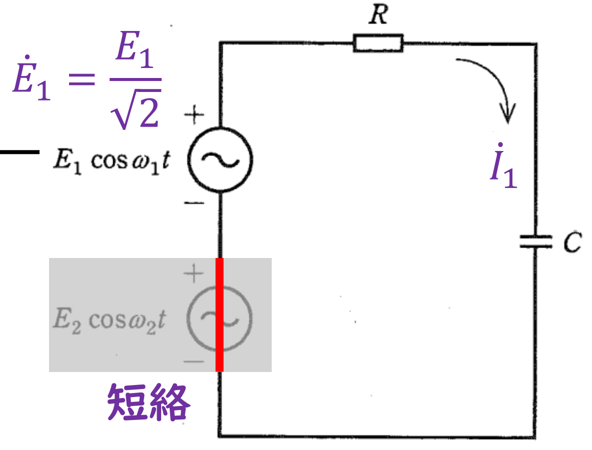
H22 問2

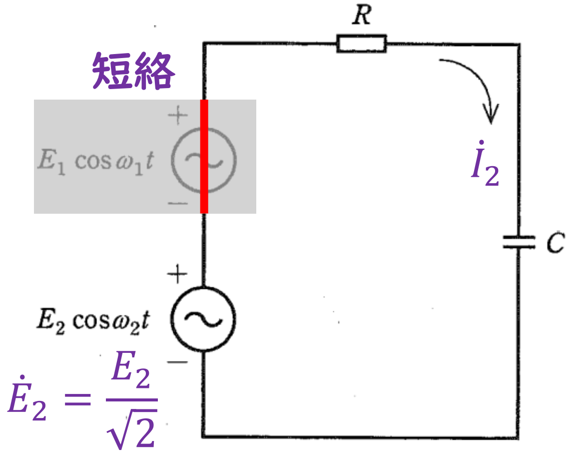
問２ 次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の□に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

図に示す交流回路において，回路に流れる電流と消費される電力を求めたい。ただし，$R=1$〔Ω〕，$C=5$〔μF〕，$E_1=10$〔V〕，$E_2=16$〔V〕，$\omega_1=10^5$〔rad/s〕，$\omega_2=2\times10^5$〔rad/s〕とする。

回路に流れる電流 $i(t)$ は，重ねの理より，電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_1\cos(\omega_1 t+\varphi_1)$ と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_2\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$ とを足し合わせたものとなる。ここに $I_1=$ (1) $2\sqrt{5}$ 〔A〕，$I_2=$ (2) $8\sqrt{2}$ 〔A〕，$\tan\varphi_1=$ (3) 2 となる。

次に消費電力は，周波数の異なる二つの電圧源の間の相互干渉はないから，回路を電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ のみで励振したときの消費電力 (4) 10 〔W〕と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ のみで励振したときの消費電力との和で表すことができ，(5) 74 〔W〕となる。





(4)(5) 消費電力を求めよ。

$$P_1=R\left|\frac{I_1}{\sqrt{2}}\right|^2=1\times\left(\frac{2\sqrt{5}}{\sqrt{2}}\right)^2=\frac{4\times5}{2}=10\ \mathrm{W}$$

$$P_2=R\left|\frac{I_2}{\sqrt{2}}\right|^2=1\times\left(\frac{8\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right)^2=64\ \mathrm{W}$$

$$P_1+P_2=10+64=74\ \mathrm{W}$$

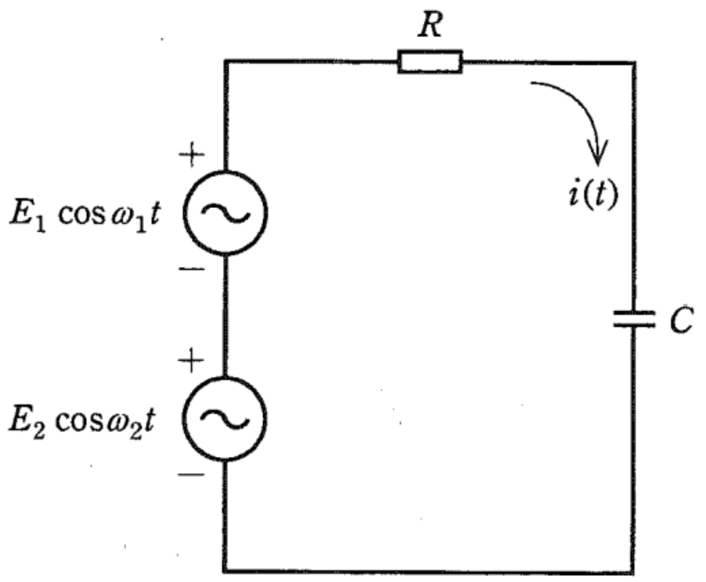
H22 問2

問２　次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

図に示す交流回路において，回路に流れる電流と消費される電力を求めたい。ただし，$R=1$〔Ω〕，$C=5$〔μF〕，$E_1=10$〔V〕，$E_2=16$〔V〕，$\omega_1=10^5$〔rad/s〕，$\omega_2=2\times10^5$〔rad/s〕とする。

回路に流れる電流 $i(t)$ は，重ねの理より，電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_1\cos(\omega_1 t+\varphi_1)$ と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ が単独で存在するときに流れる電流 $I_2\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$ とを足し合わせたものとなる。ここに $I_1=\boxed{(1)}$ $2\sqrt{5}$〔A〕，$I_2=\boxed{(2)}$ $8\sqrt{2}$〔A〕，$\tan\varphi_1=\boxed{(3)}$ 2 となる。

次に消費電力は，周波数の異なる二つの電圧源の間の相互干渉はないから，回路を電圧源 $E_1\cos\omega_1 t$ のみで励振したときの消費電力 $\boxed{(4)}$ 10〔W〕と電圧源 $E_2\cos\omega_2 t$ のみで励振したときの消費電力との和で表すことができ，$\boxed{(5)}$ 74〔W〕となる。



〔問２の解答群〕

(イ) $\frac{10\sqrt{3}}{3}$	(ロ) $\frac{8\sqrt{3}}{3}$	(ハ) 2　(3)	(ニ) $4\sqrt{2}$
(ホ) 15	(ヘ) 10　(4)	(ト) 58	(チ) $8\sqrt{2}$　(2)
(リ) 20	(ヌ) 74　(5)	(ル) $2\sqrt{5}$　(1)	(ヲ) 86
(ワ) $5\sqrt{2}$	(カ) 3	(ヨ) 4	

H23 問6

問6　次の文章は，三相回路に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまるものを解答群の中から選びなさい。

図に示す回路において，定常状態における $i_1(t)$，$i_{12}(t)$，$i_{13}(t)$ の実効値を求めたい。ただし，$e_1(t)=\sqrt{2}E\cos\omega t$，$e_2(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\frac{2}{3}\pi\right)$，$e_3(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\frac{4}{3}\pi\right)$ とする。

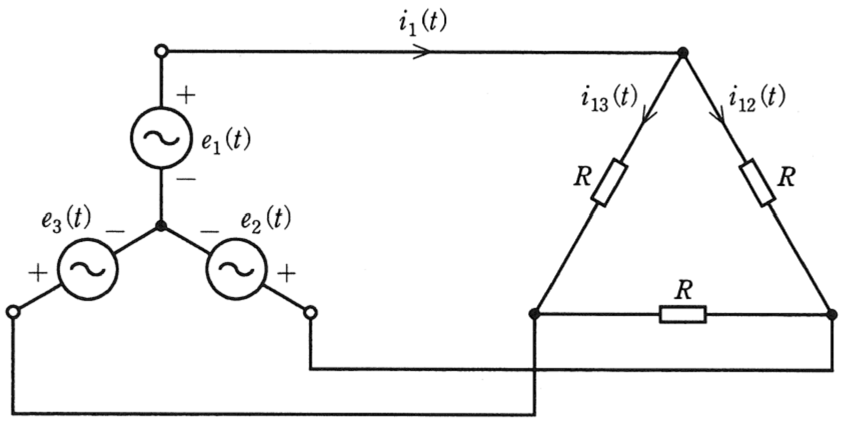
まず，電源 $e_1(t)$，$e_2(t)$ の電圧ベクトルを，それぞれ $\dot{E}_1=E\mathrm{e}^{\mathrm{j}0}$，$\dot{E}_2=E\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2}{3}\pi}$ と書き表すと，$e_3(t)$ の電圧ベクトルは $\dot{E}_3=\boxed{(1)}$ と表される。次に，

$i_1(t)=\sqrt{2}I_1\cos(\omega t+\varphi_1)$，$i_{12}(t)=\sqrt{2}I_{12}\cos(\omega t+\varphi_{12})$，$i_{13}(t)=\sqrt{2}I_{13}\cos(\omega t+\varphi_{13})$

とおき，それぞれの電流ベクトルを $\dot{I}_1$，$\dot{I}_{12}$，$\dot{I}_{13}$ とする。このとき，

$\dot{I}_{12}=\boxed{(2)}$，$\dot{I}_{13}=\boxed{(3)}$，$\dot{I}_1=\boxed{(4)}$ となり，これより

$I_{12}=|\dot{I}_{12}|=\boxed{(5)}$，$I_{13}=|\dot{I}_{13}|=\boxed{(5)}$，$I_1=|\dot{I}_1|=\boxed{(4)}$ となる。



〔問6の解答群〕

(イ) $\dfrac{E}{R}\left(2-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\pi}{3}}-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2}{3}\pi}\right)$　(ロ) $E\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{4}{3}\pi}$　(ハ) $\dfrac{E}{R}\left(1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\pi}{3}}\right)$

(ニ) $E\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi}$　(ホ) $\dfrac{3E}{R}$　(ヘ) $E\mathrm{e}^{-\mathrm{j}2\pi}$

(ト) $\dfrac{E}{R}\left(1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{5}{3}\pi}\right)$　(チ) $\dfrac{E}{R}(1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}0})$　(リ) $\dfrac{E}{R}\left(1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{4}{3}\pi}\right)$

(ヌ) $\dfrac{E}{R}\left(2-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi}-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{4}{3}\pi}\right)$　(ル) $\dfrac{\sqrt{6}E}{R}$　(ヲ) $\dfrac{E}{R}\left(1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{2}{3}\pi}\right)$

(ワ) $\dfrac{\sqrt{2}E}{R}$　(カ) $\dfrac{E}{R}(1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi})$　(ヨ) $\dfrac{\sqrt{3}E}{R}$

H23 問6

問６　次の文章は，三相回路に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまるものを解答群の中から選びなさい。

図に示す回路において，定常状態における $i_1(t)$，$i_{12}(t)$，$i_{13}(t)$ の実効値を求めたい。ただし，$e_1(t)=\sqrt{2}E\cos\omega t$，$e_2(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\dfrac{2}{3}\pi\right)$，$e_3(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\dfrac{4}{3}\pi\right)$ とする。

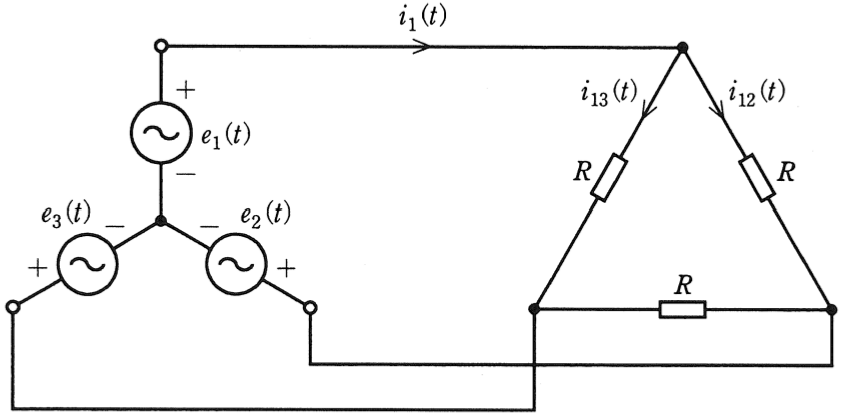
まず，電源 $e_1(t)$，$e_2(t)$ の電圧ベクトルを，それぞれ $\dot{E}_1=Ee^{j0}$，$\dot{E}_2=Ee^{-j\frac{2}{3}\pi}$ と書き表すと，$e_3(t)$ の電圧ベクトルは $\dot{E}_3=\boxed{(1)}$ と表される。次に，

$i_1(t)=\sqrt{2}I_1\cos(\omega t+\varphi_1)$，$i_{12}(t)=\sqrt{2}I_{12}\cos(\omega t+\varphi_{12})$，$i_{13}(t)=\sqrt{2}I_{13}\cos(\omega t+\varphi_{13})$

とおき，それぞれの電流ベクトルを $\dot{I}_1$，$\dot{I}_{12}$，$\dot{I}_{13}$ とする。このとき，

$\dot{I}_{12}=\boxed{(2)}$，$\dot{I}_{13}=\boxed{(3)}$，$\dot{I}_1=\boxed{(4)}$ となり，これより

$I_{12}=|\dot{I}_{12}|=\boxed{(5)}$，$I_{13}=|\dot{I}_{13}|=\boxed{(5)}$，$I_1=|\dot{I}_1|=\boxed{(4)}$ となる。



電圧と電流のベクトル図を描き、
$\dot{E}_3$、$\dot{I}_{12}$、$\dot{I}_{13}$、$\dot{I}_1$ の向きを確認し、それぞれを式で示せ。

$\dot{I}_{12}$、$\dot{I}_{13}$、$\dot{I}_1$ の絶対値を求めよ。

H23 問6

問６　次の文章は，三相回路に関する記述である。文中の［　　］に当てはまるものを解答群の中から選びなさい。

　図に示す回路において，定常状態における $i_1(t)$，$i_{12}(t)$，$i_{13}(t)$ の実効値を求めたい。ただし，$e_1(t)=\sqrt{2}E\cos\omega t$，$e_2(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\frac{2}{3}\pi\right)$，$e_3(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\frac{4}{3}\pi\right)$ とする。

　まず，電源 $e_1(t)$，$e_2(t)$ の電圧ベクトルを，それぞれ $\dot{E}_1=Ee^{j0}$，$\dot{E}_2=Ee^{-j\frac{2}{3}\pi}$ と書き表すと，$e_3(t)$ の電圧ベクトルは $\dot{E}_3=$ $\boxed{(1)}$ と表される。次に，

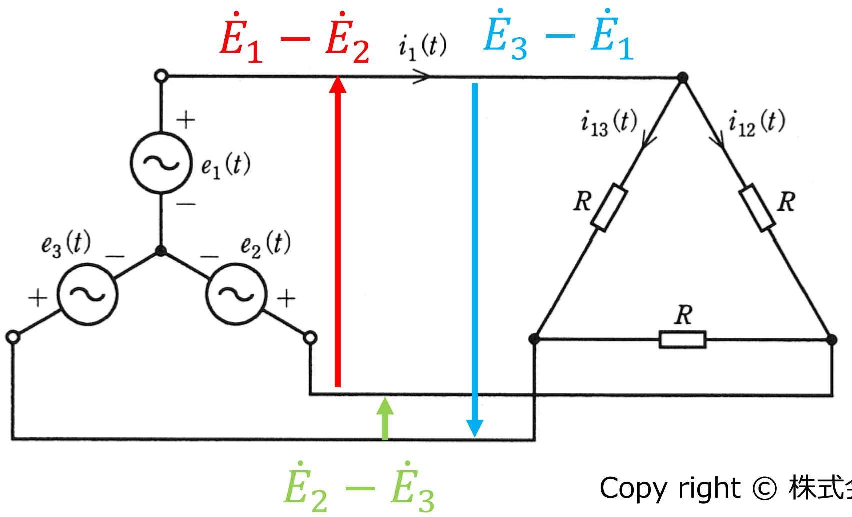
$Ee^{-j\frac{4}{3}\pi}$

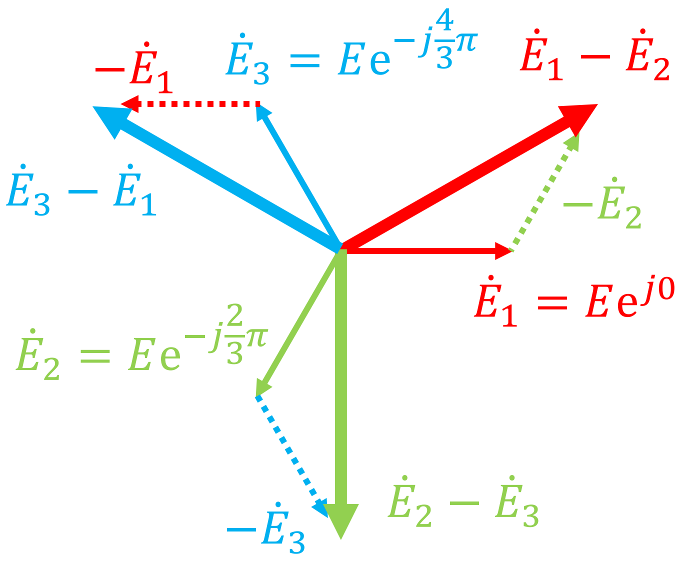
$i_1(t)=\sqrt{2}I_1\cos(\omega t+\varphi_1)$，$i_{12}(t)=\sqrt{2}I_{12}\cos(\omega t+\varphi_{12})$，$i_{13}(t)=\sqrt{2}I_{13}\cos(\omega t+\varphi_{13})$ とおき，それぞれの電流ベクトルを $\dot{I}_1$，$\dot{I}_{12}$，$\dot{I}_{13}$ とする。このとき，

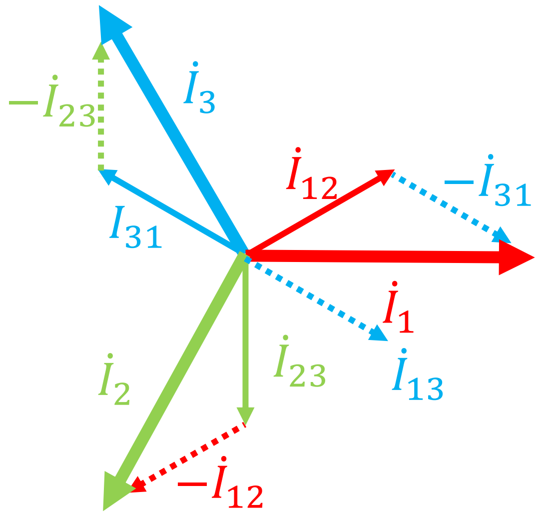
$\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)$　$\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$

$\dot{I}_{12}=\boxed{(2)}$，$\dot{I}_{13}=\boxed{(3)}$，$\dot{I}_1=\boxed{(4)}$ となり，これより

$I_{12}=|\dot{I}_{12}|=\boxed{(5)}$，$I_{13}=|\dot{I}_{13}|=\boxed{(5)}$，$I_1=|\dot{I}_1|=\boxed{(4)}$ となる。







$$\dot{I}_{12}=\frac{\dot{E}_1-\dot{E}_2}{R}=\frac{Ee^{j0}-Ee^{-j\frac{2}{3}\pi}}{R}=\frac{E}{R}\left(e^{j0}-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)=\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)$$

$$\dot{I}_{13}=-\dot{I}_{31}=-\frac{\dot{E}_3-\dot{E}_1}{R}=\frac{\dot{E}_1-\dot{E}_3}{R}$$
$$=\frac{E}{R}\left(e^{j0}-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)=\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$$

$$\dot{I}_1=\dot{I}_{12}+\dot{I}_{13}=\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)+\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$$
$$=\frac{E}{R}\left(2-e^{-j\frac{2}{3}\pi}-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$$

H23 問6

問６　次の文章は，三相回路に関する記述である。文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまるものを解答群の中から選びなさい。

図に示す回路において，定常状態における $i_1(t)$，$i_{12}(t)$，$i_{13}(t)$ の実効値を求めたい。ただし，$e_1(t)=\sqrt{2}E\cos\omega t$，$e_2(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\frac{2}{3}\pi\right)$，$e_3(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\frac{4}{3}\pi\right)$ とする。

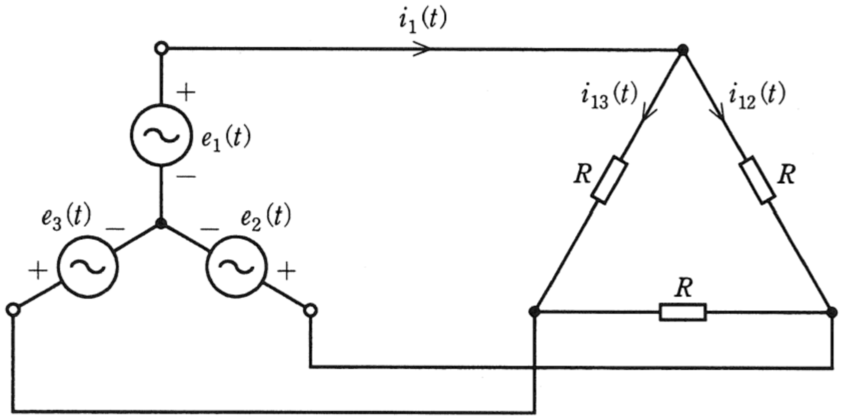
まず，電源 $e_1(t)$，$e_2(t)$ の電圧ベクトルを，それぞれ $\dot{E}_1=Ee^{j0}$，$\dot{E}_2=Ee^{-j\frac{2}{3}\pi}$ と書き表すと，$e_3(t)$ の電圧ベクトルは $\dot{E}_3=\boxed{(1)}$ $Ee^{-j\frac{4}{3}\pi}$ と表される。次に，

$i_1(t)=\sqrt{2}I_1\cos(\omega t+\varphi_1)$，$i_{12}(t)=\sqrt{2}I_{12}\cos(\omega t+\varphi_{12})$，$i_{13}(t)=\sqrt{2}I_{13}\cos(\omega t+\varphi_{13})$

とおき，それぞれの電流ベクトルを $\dot{I}_1$，$\dot{I}_{12}$，$\dot{I}_{13}$ とする。このとき，$\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)$　$\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$

$\dot{I}_{12}=\boxed{(2)}$，$\dot{I}_{13}=\boxed{(3)}$，$\dot{I}_1=\boxed{(4)}$ となり，これより

$I_{12}=|\dot{I}_{12}|=\boxed{(5)}$ $\frac{\sqrt{3}E}{R}$，$I_{13}=|\dot{I}_{13}|=\boxed{(5)}$ $\frac{\sqrt{3}E}{R}$，$I_1=|\dot{I}_1|=\boxed{(6)}$ $\frac{3E}{R}$ となる。



$$\dot{I}_{13}=\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)=\frac{E}{R}\left\{1-\left(\cos\frac{4}{3}\pi-j\sin\frac{4}{3}\pi\right)\right\}$$
$$=\frac{E}{R}\left\{1-\left(-\frac{1}{2}+j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right\}=\frac{E}{R}\left(\frac{3}{2}-j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)=\frac{\sqrt{3}E}{R}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}-j\frac{1}{2}\right)$$
$$=\frac{\sqrt{3}E}{R}\left(\cos\frac{\pi}{6}-j\sin\frac{\pi}{6}\right)=\frac{\sqrt{3}E}{R}e^{-j\frac{\pi}{6}}\rightarrow|\dot{I}_{13}|=\frac{\sqrt{3}E}{R}$$

$$\dot{I}_{12}=\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)=\frac{E}{R}\left\{1-\left(\cos\frac{2}{3}\pi-j\sin\frac{2}{3}\pi\right)\right\}$$
$$=\frac{E}{R}\left\{1-\left(-\frac{1}{2}-j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right\}=\frac{E}{R}\left(\frac{3}{2}+j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)=\frac{\sqrt{3}E}{R}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}+j\frac{1}{2}\right)$$
$$=\frac{\sqrt{3}E}{R}\left(\cos\frac{\pi}{6}+j\sin\frac{\pi}{6}\right)=\frac{\sqrt{3}E}{R}e^{j\frac{\pi}{6}}\rightarrow|\dot{I}_{12}|=\frac{\sqrt{3}E}{R}$$

$$\dot{I}_1=\dot{I}_{12}+\dot{I}_{13}=\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)+\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$$
$$=\frac{E}{R}\left(2-e^{-j\frac{2}{3}\pi}-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$$
$$=\frac{E}{R}\left\{2-\left(\cos\frac{2}{3}\pi-j\sin\frac{2}{3}\pi\right)-\left(\cos\frac{4}{3}\pi-j\sin\frac{4}{3}\pi\right)\right\}$$
$$=\frac{E}{R}\left\{2-\left(-\frac{1}{2}-j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)-\left(-\frac{1}{2}+j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right\}=\frac{E}{R}(2+1-j0)$$
$$=\frac{3E}{R}\rightarrow|\dot{I}_1|=\frac{3E}{R}$$

H23 問6

問6　次の文章は，三相回路に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまるものを解答群の中から選びなさい。

図に示す回路において，定常状態における $i_1(t)$，$i_{12}(t)$，$i_{13}(t)$ の実効値を求めたい。ただし，$e_1(t)=\sqrt{2}E\cos\omega t$，$e_2(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\frac{2}{3}\pi\right)$，$e_3(t)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\frac{4}{3}\pi\right)$ とする。

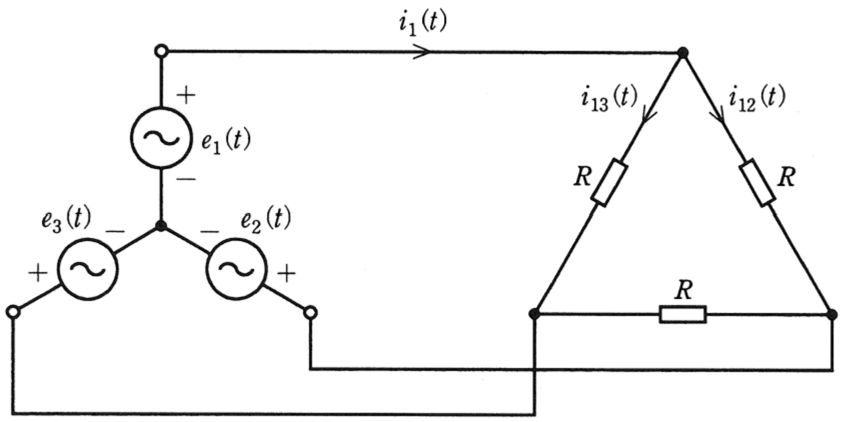
まず，電源 $e_1(t)$，$e_2(t)$ の電圧ベクトルを，それぞれ $\dot{E}_1=Ee^{j0}$，$\dot{E}_2=Ee^{-j\frac{2}{3}\pi}$ と書き表すと，$e_3(t)$ の電圧ベクトルは $\dot{E}_3=$ $\boxed{(1)}$ $Ee^{-j\frac{4}{3}\pi}$ と表される。次に，

$i_1(t)=\sqrt{2}I_1\cos(\omega t+\varphi_1)$，$i_{12}(t)=\sqrt{2}I_{12}\cos(\omega t+\varphi_{12})$，$i_{13}(t)=\sqrt{2}I_{13}\cos(\omega t+\varphi_{13})$

とおき，それぞれの電流ベクトルを $\dot{I}_1$，$\dot{I}_{12}$，$\dot{I}_{13}$ とする。このとき，

$\dot{I}_{12}=$ $\boxed{(2)}$ $\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)$，$\dot{I}_{13}=$ $\boxed{(3)}$ $\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$，$\dot{I}_1=$ $\boxed{(4)}$ となり，これより

$I_{12}=\left|\dot{I}_{12}\right|=$ $\boxed{(5)}$ $\frac{\sqrt{3}E}{R}$，$I_{13}=\left|\dot{I}_{13}\right|=$ $\boxed{(5)}$ $\frac{\sqrt{3}E}{R}$，$I_1=\left|\dot{I}_1\right|=$ $\boxed{(4)}$ $\frac{3E}{R}$ となる。



〔問6の解答群〕

(イ) $\frac{E}{R}\left(2-e^{-j\frac{\pi}{3}}-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)$　(ロ) $Ee^{-j\frac{4}{3}\pi}$ (1)　(ハ) $\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{\pi}{3}}\right)$

(ニ) $Ee^{-j\pi}$　(ホ) $\frac{3E}{R}$ (4)　(ヘ) $Ee^{-j2\pi}$

(ト) $\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{5}{3}\pi}\right)$　(チ) $\frac{E}{R}(1-e^{-j0})$　(リ) $\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$ (3)

(ヌ) $\frac{E}{R}\left(2-e^{-j\pi}-e^{-j\frac{4}{3}\pi}\right)$　(ル) $\frac{\sqrt{6}E}{R}$　(ヲ) $\frac{E}{R}\left(1-e^{-j\frac{2}{3}\pi}\right)$ (2)

(ワ) $\frac{\sqrt{2}E}{R}$　(カ) $\frac{E}{R}(1-e^{-j\pi})$　(ヨ) $\frac{\sqrt{3}E}{R}$ (5)

ご聴講ありがとう
ございました!!