電験二種　オンライン講座

二種理論　交流回路（5）

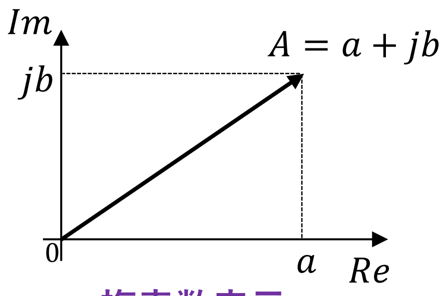
2025.12.14 Sun

複素数の表現（複素数表示と指数関数表示）

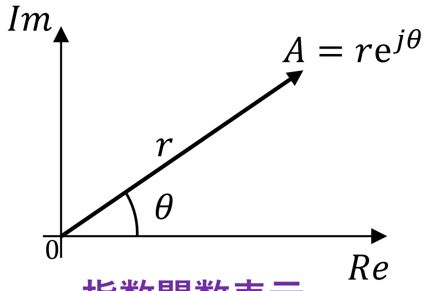
複素数$A=a+jb$という表現を複素数表示というのに対し、複素数の絶対値と実軸を基準にした角度で複素数を表現することを指数関数表示という。

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

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

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

$$A=r\angle\theta=\sqrt{a^2+b^2}\ \angle\tan^{-1}\frac{b}{a}$$

＜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

$$a=r\cos\theta$$

$$b=r\sin\theta$$

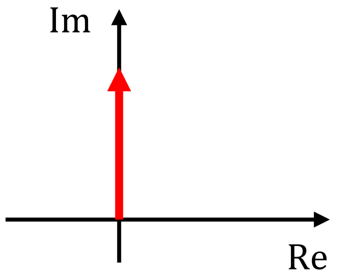
$$A=a+jb=r(\cos\theta+j\sin\theta)$$

〇オイラーの公式

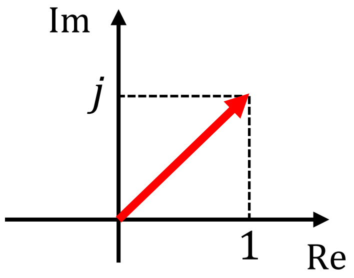
$$e^{j\theta}=\cos\theta+j\ \sin\theta$$

指数関数表示の使い方

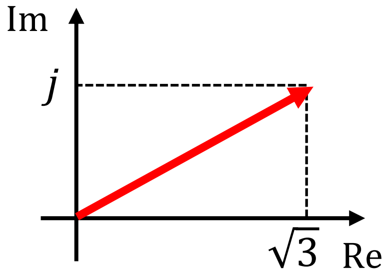
$$j = \mathrm{e}^{j\frac{\pi}{2}}$$



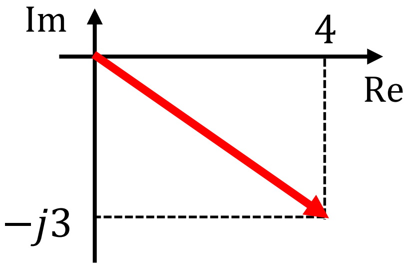
$$1 + j = \sqrt{2}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{4}}$$
$$|1 + j| = \sqrt{2}$$



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



$$4 - j3 = 5\mathrm{e}^{j\theta}$$
$$|4 - j3| = 5$$
$$\tan\theta = -\frac{3}{4} \rightarrow \theta = -\tan^{-1}\frac{3}{4}$$



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

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

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

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

演習

問１ RとLの直列回路について$R=10\Omega$、$X_L=10\sqrt{3}\Omega$のとき、電圧と電流の位相差を求めよ。
（※解答は「電圧に対して電流は〇〇だけ進み/遅れ」という形で記述すること）

問２ RとCの直列回路について$R=10\Omega$、$X_C=-10\Omega$のとき、電圧と電流の位相差を求めよ。
（※解答は「電圧に対して電流は〇〇だけ進み/遅れ」という形で記述すること）

問３ RとCの並列回路について$R=\sqrt{3}\Omega$、$X_C=-3\Omega$のとき、電圧と電流の位相差を求めよ。
（※解答は「電圧に対して電流は〇〇だけ進み/遅れ」という形で記述すること）

問４ 三相交流回路において、電源側をY結線とし、a相、b相、c相の相電圧をそれぞれ、

$$\dot{E}_a=100\angle 0°、\dot{E}_b=100\angle -120°、\dot{E}_c=100\angle -240°$$

とする。以下の問いに答えよ。

(1) インピーダンス$\dot{Z}=20\angle 30°$ [Ω]の負荷３個をY結線で接続する。
このとき、a相、b相、c相の<u>線電流</u>$\dot{I}_a$、$\dot{I}_b$、$\dot{I}_c$を指数関数表示で示せ。

(2) インピーダンス$\dot{Z}=10\angle 30°$ [Ω]の負荷３個をΔ結線で接続する。
このとき、a相、b相、c相の負荷側の<u>相電流</u>$\dot{I}'_a$、$\dot{I}'_b$、$\dot{I}'_c$を指数関数表示で示せ。

(3) RとLの直列負荷をΔ結線で各相にそれぞれ接続する。$R=10\sqrt{3}\Omega$、$X_L=30\Omega$としたとき、
このとき、a相、b相、c相の負荷側の<u>相電流</u>$\dot{I}'_a$、$\dot{I}'_b$、$\dot{I}'_c$を指数関数表示で示せ。
また、a-b相間の抵抗とリアクトルで発生する電圧降下$\dot{V}_{aR}$、$\dot{V}_{aX}$を指数関数表示で示せ。

演習

問１ RとLの直列回路について$R=10\Omega$、$X_L=10\sqrt{3}\Omega$のとき、電圧と電流の位相差を求めよ。
（※解答は「電圧に対して電流は〇〇だけ進み/遅れ」という形で記述すること）

$$\dot{Z}=R+jX_L=10+j10\sqrt{3}=20\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{3}}$$
$$\dot{V}=\dot{Z}\dot{I}=20\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{3}}\dot{I}\rightarrow\dot{I}=\frac{1}{20}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{3}}\dot{V}$$

電圧に対して電流は$\frac{\pi}{3}$だけ遅れ

問２ RとCの直列回路について$R=10\Omega$、$X_C=-10\Omega$のとき、電圧と電流の位相差を求めよ。
（※解答は「電圧に対して電流は〇〇だけ進み/遅れ」という形で記述すること）

$$\dot{Z}=R+jX_L=10-j10=10\sqrt{2}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{4}}$$
$$\dot{V}=\dot{Z}\dot{I}=10\sqrt{2}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{4}}\dot{I}\rightarrow\dot{I}=\frac{1}{10\sqrt{2}}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{4}}\dot{V}$$

電圧に対して電流は$\frac{\pi}{4}$だけ進み

問３ RとCの並列回路について$R=\sqrt{3}\Omega$、$X_C=-3\Omega$のとき、電圧と電流の位相差を求めよ。
（※解答は「電圧に対して電流は〇〇だけ進み/遅れ」という形で記述すること）

$$\dot{Y}=\frac{1}{R}+\frac{1}{jX_C}=\frac{1}{\sqrt{3}}+\frac{1}{-j3}=\frac{\sqrt{3}}{3}+j\frac{1}{3}=\frac{2}{3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}+j\frac{1}{2}\right)=\frac{2}{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}$$
$$\dot{I}=\dot{Y}\dot{V}=\frac{2}{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}\dot{V}$$

電圧に対して電流は$\frac{\pi}{6}$だけ進み

演習

問４ 三相交流回路において、電源側をY結線とし、a相、b相、c相の相電圧をそれぞれ、

$$\dot{E}_a = 100\angle 0°、\dot{E}_b = 100\angle -120°、\dot{E}_c = 100\angle -240°$$

とする。以下の問いに答えよ。

(1) インピーダンス$\dot{Z} = 20\angle 30°$ [Ω]の負荷３個をY結線で接続する。
このとき、a相、b相、c相の線電流$\dot{I}_a$、$\dot{I}_b$、$\dot{I}_c$を指数関数表示で示せ。

$$\dot{I}_a = \frac{\dot{E}_a}{\dot{Z}} = \frac{100\mathrm{e}^{j0}}{20\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{6}} \qquad \dot{I}_b = \frac{\dot{E}_b}{\dot{Z}} = \frac{100\mathrm{e}^{-j\frac{2\pi}{3}}}{20\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{2\pi}{3}-j\frac{\pi}{6}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{5\pi}{6}} \qquad \dot{I}_c = \frac{\dot{E}_c}{\dot{Z}} = \frac{100\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}}}{20\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}-j\frac{\pi}{6}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{3\pi}{2}}$$

(2) インピーダンス$\dot{Z} = 10\angle 30°$ [Ω]の負荷３個をΔ結線で接続する。
このとき、a相、b相、c相の負荷側の相電流$\dot{I}'_a$、$\dot{I}'_b$、$\dot{I}'_c$を指数関数表示で示せ。

相電圧に対して、線間電圧は大きさが$\sqrt{3}$倍、位相は$30°$進みなので、

$$\dot{V}_{ab} = 100\sqrt{3}\angle 30°、\dot{V}_{bc} = 100\sqrt{3}\angle -90°、\dot{V}_{ca} = 100\sqrt{3}\angle -210°$$

$$\dot{I}'_a = \frac{\dot{V}_{ab}}{\dot{Z}} = \frac{100\sqrt{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}}{10\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}} = 10\sqrt{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}-j\frac{\pi}{6}} = 10\sqrt{3}$$

$$\dot{I}'_b = \frac{\dot{V}_{bc}}{\dot{Z}} = \frac{100\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{2}}}{10\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}} = 10\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{2}-j\frac{\pi}{6}} = 10\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{2\pi}{3}} \qquad \dot{I}'_c = \frac{\dot{V}_{ca}}{\dot{Z}} = \frac{100\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{7\pi}{6}}}{10\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}} = 10\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{7\pi}{6}-j\frac{\pi}{6}} = 10\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{4\pi}{3}}$$

演習

問４ 三相交流回路において、電源側をY結線とし、a相、b相、c相の相電圧をそれぞれ、

$$\dot{E}_a = 100\angle 0°、\dot{E}_b = 100\angle -120°、\dot{E}_c = 100\angle -240°$$

とする。以下の問いに答えよ。

(3) RとLの直列負荷をΔ結線で各相にそれぞれ接続する。$R = 10\sqrt{3}\Omega$、$X_L = 30\Omega$としたとき、
このとき、a相、b相、c相の負荷側の相電流$\dot{I}'_a$、$\dot{I}'_b$、$\dot{I}'_c$を指数関数表示で示せ。
また、a-b相間の抵抗とリアクトルで発生する電圧降下$\dot{V}_{aR}$、$\dot{V}_{aX}$を指数関数表示で示せ。

相電圧に対して、線間電圧は大きさが$\sqrt{3}$倍、位相は$30°$進みなので、

$$\dot{V}_{ab} = 100\sqrt{3}\angle 30°、\dot{V}_{bc} = 100\sqrt{3}\angle -90°、\dot{V}_{ca} = 100\sqrt{3}\angle -210°$$

$$\dot{I}'_a = \frac{\dot{V}_{ab}}{\dot{Z}} = \frac{100\sqrt{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}}}{20\sqrt{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{3}}} = 5\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{6}-j\frac{\pi}{3}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{6}}$$

$$\dot{I}'_b = \frac{\dot{V}_{bc}}{\dot{Z}} = \frac{100\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{2}}}{20\sqrt{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{3}}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{2}-j\frac{\pi}{3}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{5\pi}{6}}$$

$$\dot{I}'_c = \frac{\dot{V}_{ca}}{\dot{Z}} = \frac{100\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{7\pi}{6}}}{20\sqrt{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{3}}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{7\pi}{6}-j\frac{\pi}{3}} = 5\mathrm{e}^{-j\frac{3\pi}{2}}$$

１相分のインピーダンス$\dot{Z}$は、

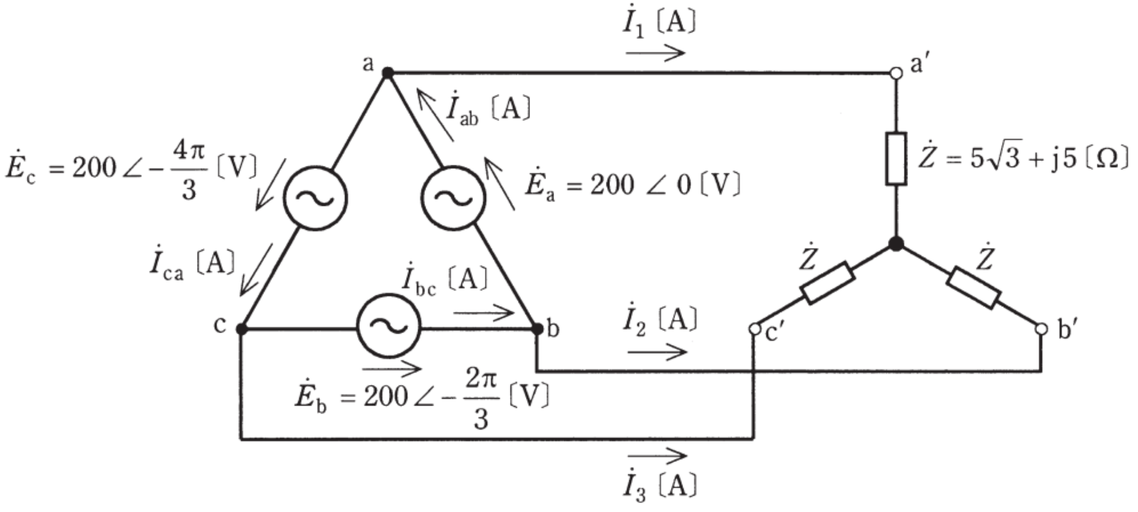
$$\dot{Z} = R + jX_L = 10\sqrt{3} + j30 = 20\sqrt{3}\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{3}}$$

$$\dot{V}_{aR} = R\dot{I}'_a = 10\sqrt{3} \times 5\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{6}} = 50\sqrt{3}\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{6}}$$

$$\dot{V}_{aX} = jX\dot{I}'_a = 30\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{2}} \times 5\mathrm{e}^{-j\frac{\pi}{6}} = 150\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{2}-j\frac{\pi}{6}} = 150\mathrm{e}^{j\frac{\pi}{3}}$$

電験三種 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。



二種受験生：指数関数表示に変換して数式変形をして導出をしてみよう

(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。

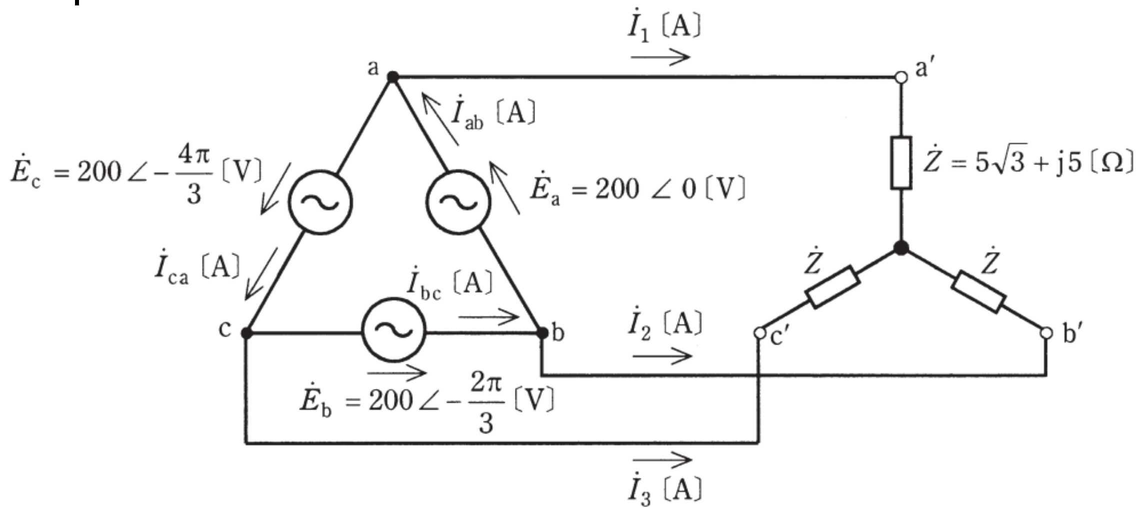
(1) $20.00\angle-\frac{\pi}{6}$　(2) $11.55\angle-\frac{\pi}{3}$

(3) $11.55\angle-\frac{\pi}{6}$　(4) $6.67\angle-\frac{\pi}{3}$

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

電験三種 H24 問16

(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。

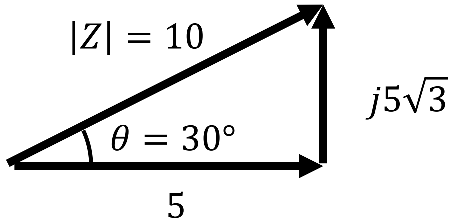


フェーザ表示　$Z = A\angle\theta$

絶対値　角度（位相）

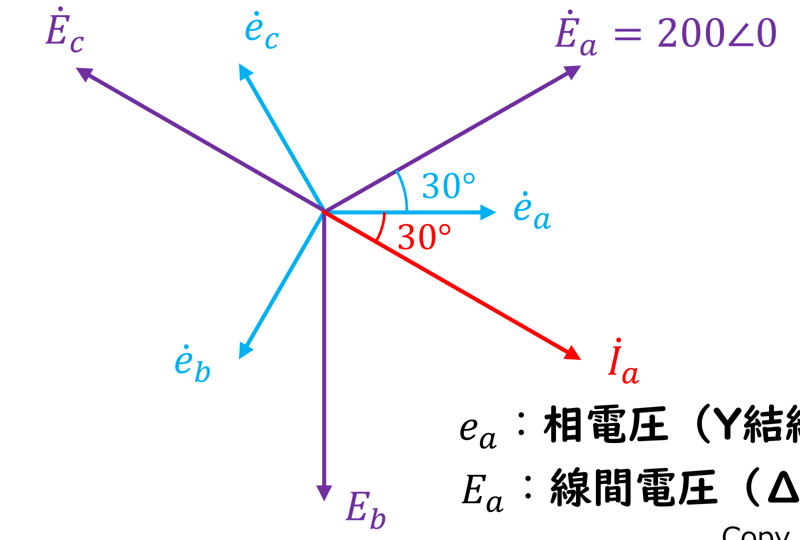
$$Z = 5\sqrt{3} + j5$$

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



$$Z = 10\angle 30°$$

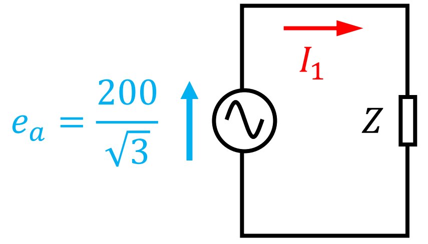
ベクトル図を描く（必ず相電圧を基準に作図する）



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

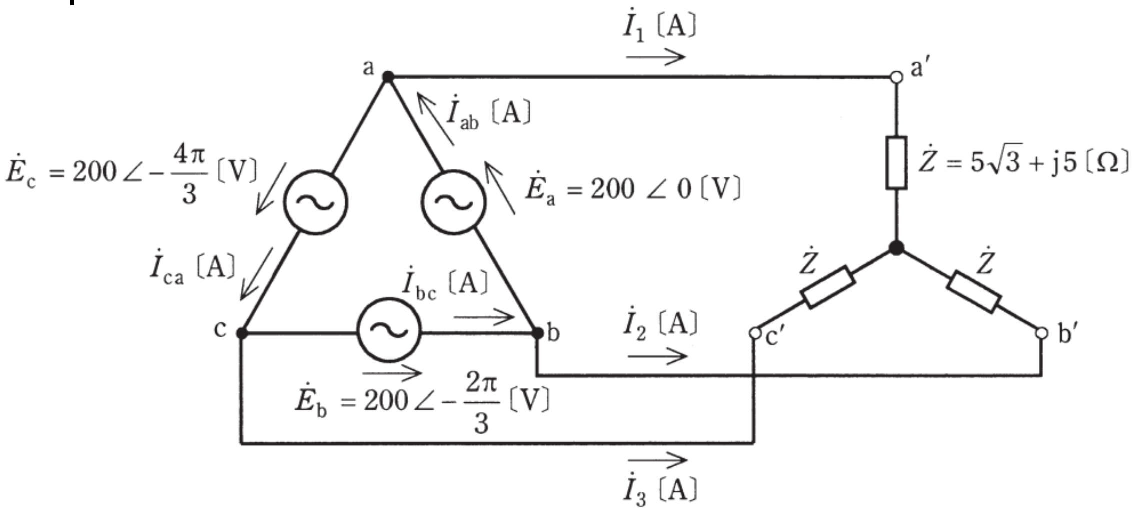


$$I_1 = \frac{e_a}{Z} = \frac{200/\sqrt{3}}{10} = 11.55\ \mathrm{A}$$

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

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

電験三種 H24 問16



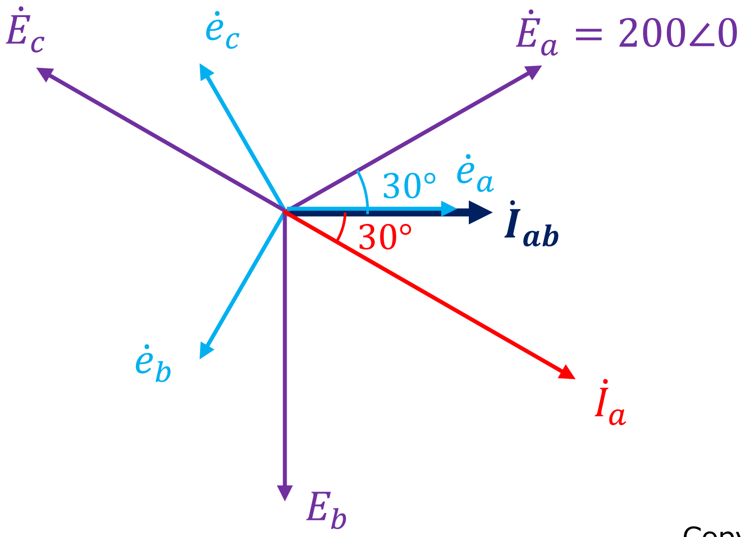
(b) 電流 $\dot{I}_{ab}$〔A〕の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

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

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

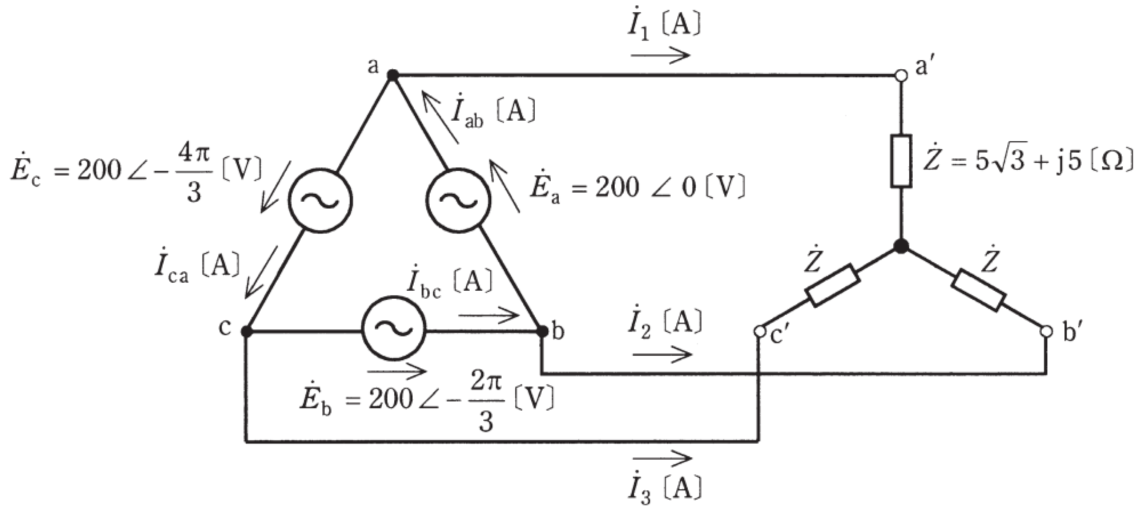
$$I_{ab} = \frac{20}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{3}}\angle -\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{6} = 6.67\angle -\frac{\pi}{6}$$

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）

電験三種 H24 問16



(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。

Y結線の相電圧に変換する

$$\dot{E}_a = 200\angle 0 \rightarrow \dot{e}_a = \frac{200}{\sqrt{3}}\angle -\frac{\pi}{6}$$

$$\dot{E}_b = 200\angle -\frac{2\pi}{3} \rightarrow \dot{e}_b = \frac{200}{\sqrt{3}}\angle -\frac{5\pi}{6}$$

$$\dot{E}_c = 200\angle -\frac{4\pi}{3} \rightarrow \dot{e}_c = \frac{200}{\sqrt{3}}\angle -\frac{3\pi}{2}$$

1相分のインピーダンス$\dot{Z}$は、

$$\dot{Z} = 5\sqrt{3} + j5 = 10e^{j\frac{\pi}{6}}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{E}_a}{\dot{Z}} = \frac{\frac{200}{\sqrt{3}}e^{-j\frac{\pi}{6}}}{10e^{j\frac{\pi}{6}}} = \frac{20}{\sqrt{3}}e^{-j\frac{\pi}{6}-j\frac{\pi}{6}} = 11.55e^{-j\frac{\pi}{3}}$$

(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。

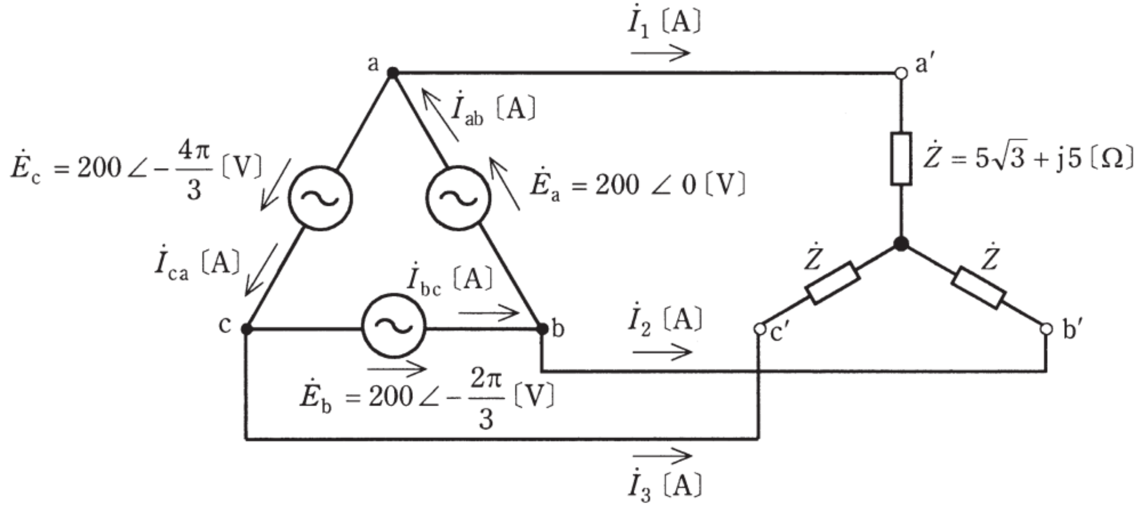
線電流から相電流の変換
- **電流の大きさは$1/\sqrt{3}$倍**
- **位相は30°進む**

$$\dot{I}_1 = 11.55e^{-j\frac{\pi}{3}} \rightarrow \dot{I}_{ab} = \frac{11.55}{\sqrt{3}}e^{-j\frac{\pi}{3}+j\frac{\pi}{6}} = 6.67e^{-j\frac{\pi}{6}}$$

電験三種 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) $6.67\angle-\frac{\pi}{6}$

H27 問2

問２　次の文章は，交流回路の電流及び電圧の計算方法に関する記述である。

文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

図の回路において，重ね合わせの理（重ねの理）を用いて，抵抗に流れる電流 $i_R(t)$，キャパシタの両端の電圧 $v_C(t)$ を求めたい。

ただし，交流電圧源 $e(t) = E_m \cos\omega_1 t$，交流電流源 $i(t) = I_m \sin\omega_2 t$ とする。

抵抗に流れる電流 $i_R(t)$ は，電流の向きを考えると，

$$i_R(t) = I_e \cos(\omega_1 t + \varphi_e) - I_i \sin(\omega_2 t + \varphi_i)$$

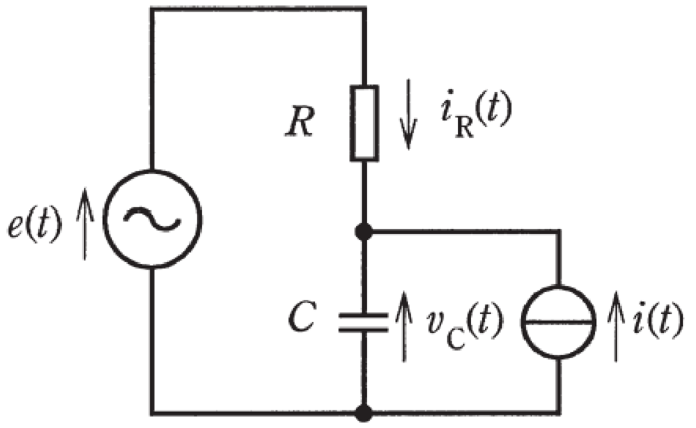
と表すことが出来る。電圧源のみで考えると $I_e = \boxed{(1)}$，電流源のみで考えると $I_i = \boxed{(2)}$ となる。

同様に，キャパシタの両端の電圧 $v_C(t)$ を，電圧源，電流源それぞれについて求めると，

$$v_C(t) = V_e \cos(\omega_1 t + \phi_e) + V_i \sin(\omega_2 t + \phi_i)$$

と表すことができる。ここで，$-\frac{\pi}{2} < \phi_e < \frac{\pi}{2}$ とする。

このとき，$V_e = \boxed{(3)}$，$\phi_e = \boxed{(4)}$，$V_i = \boxed{(5)}$ となる。



〔問２の解答群〕

(イ) $\dfrac{\omega_1 C E_m}{1+\omega_1 CR}$　(ロ) $\dfrac{\omega_2 CRI_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$　(ハ) $\dfrac{\pi}{2} - \tan^{-1}\omega_1 CR$　(ニ) $\dfrac{RI_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$

(ホ) $\dfrac{\omega_1 C E_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}$　(ヘ) $\omega_1 C E_m$　(ト) $\dfrac{E_m}{R}$　(チ) $\dfrac{I_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$

(リ) $\dfrac{I_m}{\omega_2 C}$　(ヌ) $\dfrac{I_m}{1+\omega_2 CR}$　(ル) $-\tan^{-1}\dfrac{1}{\omega_1 CR}$　(ヲ) $\dfrac{RI_m}{1+\omega_2 CR}$

(ワ) $\dfrac{E_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}$　(カ) $\dfrac{E_m}{1+\omega_1 CR}$　(ヨ) $-\tan^{-1}\omega_1 CR$

H27　問2

(1) 電流$\dot{I}_e$の式を求めよ。（I_eは大きさのみ）

問２　次の文章は，交流回路の電流及び電圧の計算方法に関する記述である。

文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

図の回路において，重ね合わせの理（重ねの理）を用いて，抵抗に流れる電流 $i_R(t)$，キャパシタの両端の電圧 $v_C(t)$ を求めたい。

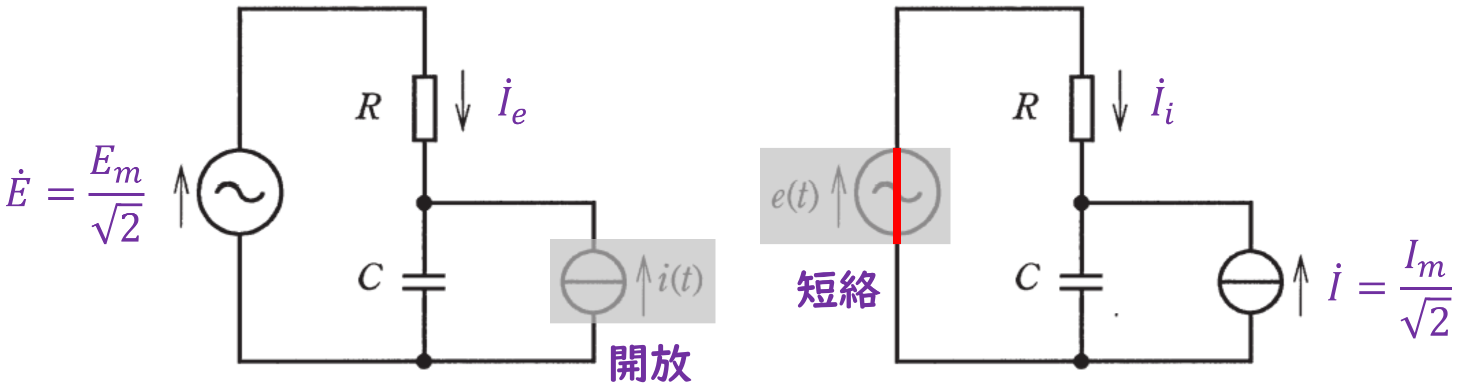
ただし，交流電圧源 $e(t)=E_m\cos\omega_1 t$，交流電流源 $i(t)=I_m\sin\omega_2 t$ とする。

抵抗に流れる電流 $i_R(t)$ は，電流の向きを考えると，

$$i_R(t)=I_e\cos(\omega_1 t+\varphi_e)-I_i\sin(\omega_2 t+\varphi_i)$$

と表すことが出来る。電圧源のみで考えると $I_e=\boxed{(1)}$，電流源のみで考えると $I_i=\boxed{(2)}$ となる。

(2) 電流$\dot{I}_i$の式を求めよ。（I_iは大きさのみ）



H27 問2

問２　次の文章は，交流回路の電流及び電圧の計算方法に関する記述である。

文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

図の回路において，重ね合わせの理（重ねの理）を用いて，抵抗に流れる電流 $i_R(t)$，キャパシタの両端の電圧 $v_C(t)$ を求めたい。

ただし，交流電圧源 $e(t)=E_m\cos\omega_1 t$，交流電流源 $i(t)=I_m\sin\omega_2 t$ とする。

抵抗に流れる電流 $i_R(t)$ は，電流の向きを考えると，

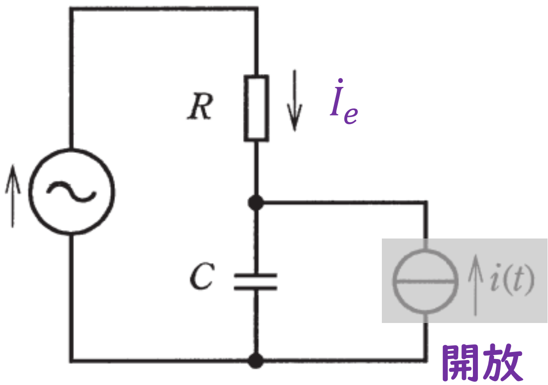
$$i_R(t)=I_e\cos(\omega_1 t+\varphi_e)-I_i\sin(\omega_2 t+\varphi_i)$$

と表すことが出来る。電圧源のみで考えると $I_e=\boxed{(1)}$，電流源のみで考えると $I_i=\boxed{(2)}$ となる。

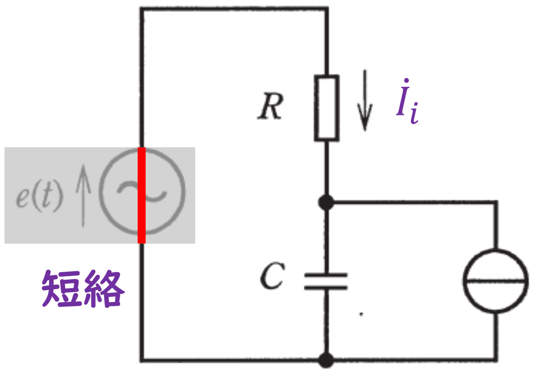
(1) $\dfrac{\omega_1 CE_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}$

(2) $\dfrac{I_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$

$\dot{E}=\dfrac{E_m}{\sqrt{2}}$



開放



$\dot{I}=\dfrac{I_m}{\sqrt{2}}$

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

$$=\frac{\omega_1 CE_m}{\sqrt{2}}\cdot\frac{j}{1+j\omega_1 CR}=\frac{\omega_1 CE_m}{\sqrt{2}}\cdot\frac{e^{j\frac{\pi}{2}}}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}e^{j\varphi_1}}$$

$$=\frac{\omega_1 CE_m}{\sqrt{2}\times\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\varphi_1\right)}$$

$$\tan\varphi_1=\frac{\omega_1 CR}{1}=\omega_1 CR$$
$$\rightarrow \varphi_1=\tan^{-1}(\omega_1 CR)$$

<複素数表示と指数関数表示>

$$a+jb=\sqrt{a^2+b^2}e^{j\theta}\qquad \tan\theta=\frac{b}{a}\rightarrow\theta=\tan^{-1}\frac{b}{a}$$

$$\dot{I}_i=-\frac{\dfrac{1}{j\omega_2 C}}{R+\dfrac{1}{j\omega_2 C}}\dot{I}=-\frac{1}{1+j\omega_2 CR}\cdot\frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$\tan\varphi_2=\frac{\omega_2 CR}{1}=\omega_2 CR$$
$$\rightarrow\varphi_2=\tan^{-1}(\omega_2 CR)$$

$$=-\frac{I_m}{\sqrt{2}}\cdot\frac{1}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}e^{j\varphi_2}}=-\frac{I_m}{\sqrt{2}\times\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}e^{-j\varphi_2}$$

瞬時値で表現すると、

$$i_e=\frac{\omega_1 CE_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}\cos\left(\omega_1 t+\frac{\pi}{2}-\varphi_1\right)$$

$$i_i=-\frac{I_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}\sin(\omega_2 t-\varphi_2)$$

H27 問2

同様に，キャパシタの両端の電圧 $v_C(t)$ を，電圧源，電流源それぞれについて求めると，

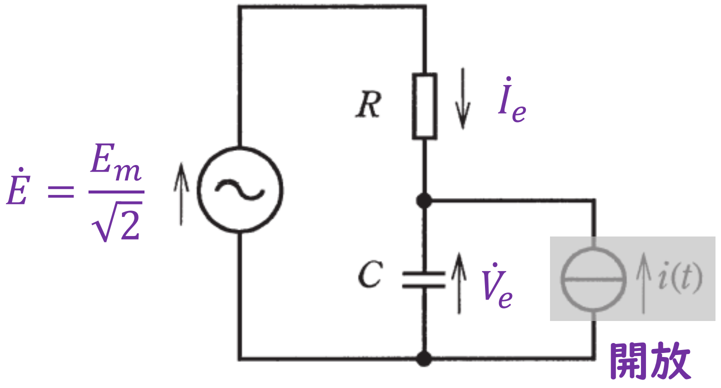
$$v_C(t)=V_e\cos(\omega_1 t+\phi_e)+V_i\sin(\omega_2 t+\phi_i)$$

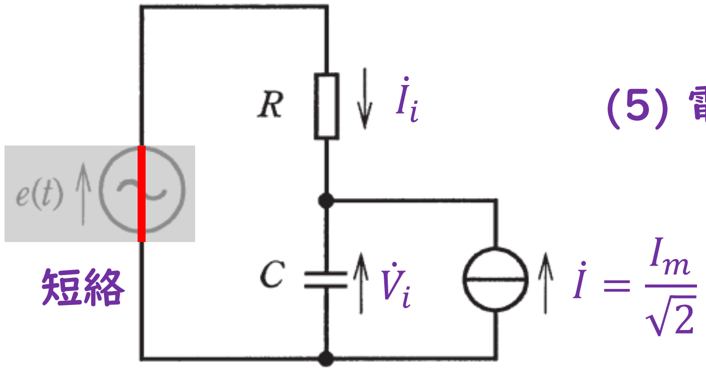
と表すことができる。ここで，$-\frac{\pi}{2}<\phi_e<\frac{\pi}{2}$ とする。

このとき，$V_e=$ $\boxed{\quad(3)\quad}$ ，$\phi_e=$ $\boxed{\quad(4)\quad}$ ，$V_i=$ $\boxed{\quad(5)\quad}$ となる。

(3)(4) 電圧$\dot{V}_e$の式を求めよ。（V_eは大きさ、ϕ_eは位相）

(5) 電圧$\dot{V}_i$の式を求めよ。（V_iは大きさのみ）





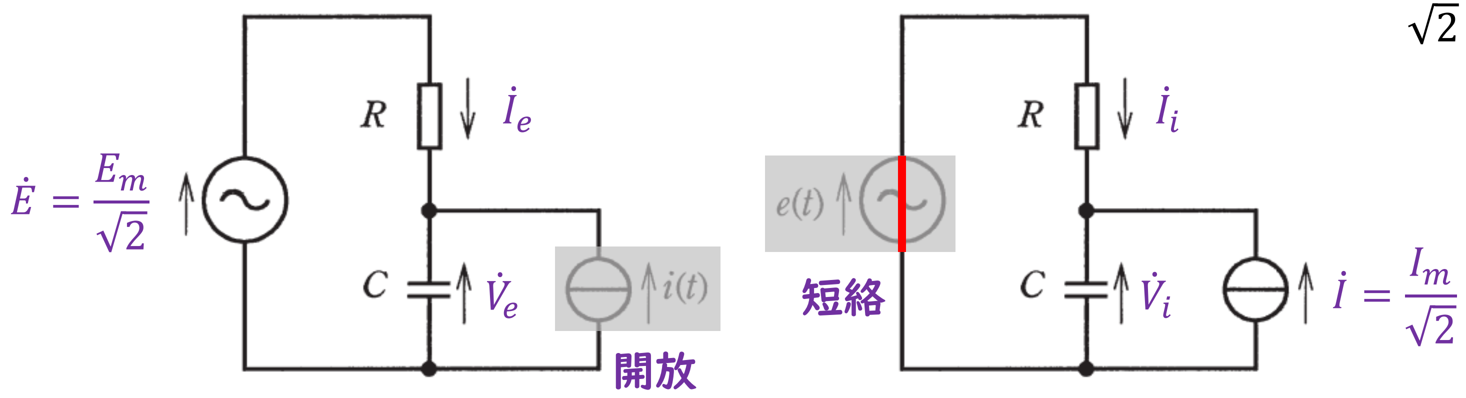
H27 問2

同様に，キャパシタの両端の電圧 $v_C(t)$ を，電圧源，電流源それぞれについて求めると，

$$v_C(t)=V_e\cos(\omega_1 t+\phi_e)+V_i\sin(\omega_2 t+\phi_i)$$

と表すことができる。ここで，$-\frac{\pi}{2}<\phi_e<\frac{\pi}{2}$ とする。

このとき，$V_e=$ (3) $\frac{E_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}$，$\phi_e=$ (4) $-\tan^{-1}(\omega_1 CR)$，$V_i=$ (5) $\frac{RI_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$ となる。



$$\dot{V}_e=\frac{\frac{1}{j\omega_1 C}}{R+\frac{1}{j\omega_1 C}}\dot{E}=\frac{1}{1+j\omega_1 CR}\cdot\frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

$$=\frac{E_m}{\sqrt{2}}\cdot\frac{1}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}e^{j\varphi_3}}=\frac{E_m}{\sqrt{2}\times\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}e^{-j\varphi_3}$$

$$\tan\varphi_3=\frac{\omega_1 CR}{1}=\omega_1 CR$$

$$\rightarrow \varphi_3=\tan^{-1}(\omega_1 CR)$$

$$\dot{V}_i=\frac{1}{j\omega_2 C}\cdot\frac{R}{R+\frac{1}{j\omega_2 C}}\dot{I}=\frac{R}{1+j\omega_2 CR}\cdot\frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$=\frac{RI_m}{\sqrt{2}}\cdot\frac{1}{1+j\omega_2 CR}=\frac{RI_m}{\sqrt{2}}\cdot\frac{1}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}e^{j\varphi_4}}$$

$$=\frac{RI_m}{\sqrt{2}\times\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}e^{-j\varphi_4}$$

$$\tan\varphi_4=\frac{\omega_2 CR}{1}=\omega_2 CR$$

$$\rightarrow \varphi_4=\tan^{-1}(\omega_2 CR)$$

瞬時値で表現すると、

$$v_e=\frac{E_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}\cos(\omega_1 t-\varphi_3)$$

$$v_i=\frac{RI_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}\sin(\omega_2 t-\varphi_4)$$

H27 問2

問２　次の文章は，交流回路の電流及び電圧の計算方法に関する記述である。
文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

図の回路において，重ね合わせの理（重ねの理）を用いて，抵抗に流れる電流 $i_R(t)$，キャパシタの両端の電圧 $v_C(t)$ を求めたい。

ただし，交流電圧源 $e(t)=E_m\cos\omega_1 t$，交流電流源 $i(t)=I_m\sin\omega_2 t$ とする。

抵抗に流れる電流 $i_R(t)$ は，電流の向きを考えると，

$$i_R(t)=I_e\cos(\omega_1 t+\varphi_e)-I_i\sin(\omega_2 t+\varphi_i)$$

と表すことが出来る。電圧源のみで考えると $I_e=\boxed{(1)}$，電流源のみで考えると $I_i=\boxed{(2)}$ となる。

$\dfrac{\omega_1 CE_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}$　$\dfrac{I_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$

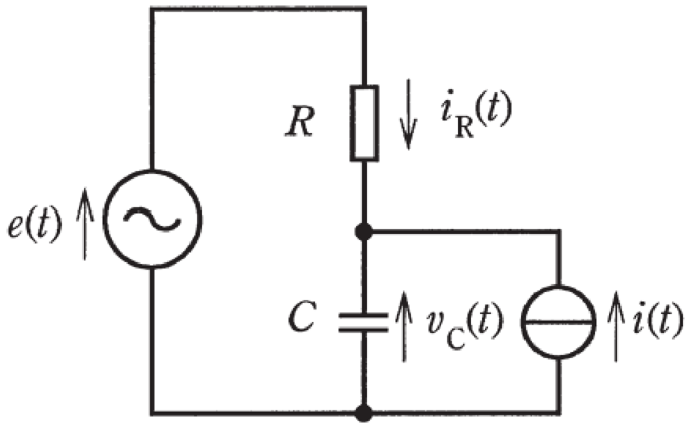
同様に，キャパシタの両端の電圧 $v_C(t)$ を，電圧源，電流源それぞれについて求めると，

$$v_C(t)=V_e\cos(\omega_1 t+\phi_e)+V_i\sin(\omega_2 t+\phi_i)$$

と表すことができる。ここで，$-\dfrac{\pi}{2}<\phi_e<\dfrac{\pi}{2}$ とする。

このとき，$V_e=\boxed{(3)}$，$\phi_e=\boxed{(4)}$，$V_i=\boxed{(5)}$ となる。

$\dfrac{E_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}$　$-\tan^{-1}(\omega_1 CR)$　$\dfrac{RI_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$



〔問２の解答群〕

(イ) $\dfrac{\omega_1 CE_m}{1+\omega_1 CR}$　(ロ) $\dfrac{\omega_2 CRI_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$　(ハ) $\dfrac{\pi}{2}-\tan^{-1}\omega_1 CR$　(ニ) $\dfrac{RI_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$ (5)

(ホ) $\dfrac{\omega_1 CE_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}$ (1)　(ヘ) $\omega_1 CE_m$　(ト) $\dfrac{E_m}{R}$　(チ) $\dfrac{I_m}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}$ (2)

(リ) $\dfrac{I_m}{\omega_2 C}$　(ヌ) $\dfrac{I_m}{1+\omega_2 CR}$　(ル) $-\tan^{-1}\dfrac{1}{\omega_1 CR}$　(ヲ) $\dfrac{RI_m}{1+\omega_2 CR}$

(ワ) $\dfrac{E_m}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}$ (3)　(カ) $\dfrac{E_m}{1+\omega_1 CR}$　(ヨ) $-\tan^{-1}\omega_1 CR$ (4)

ご聴講ありがとうございました!!

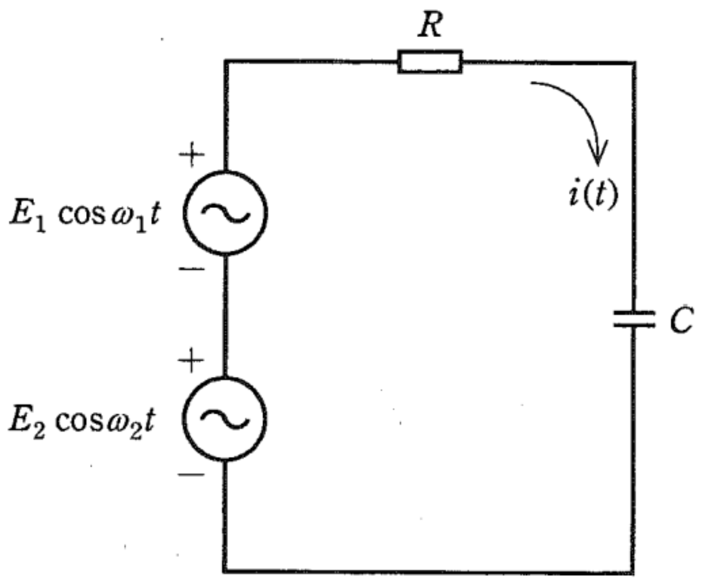
H22 問2

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〕

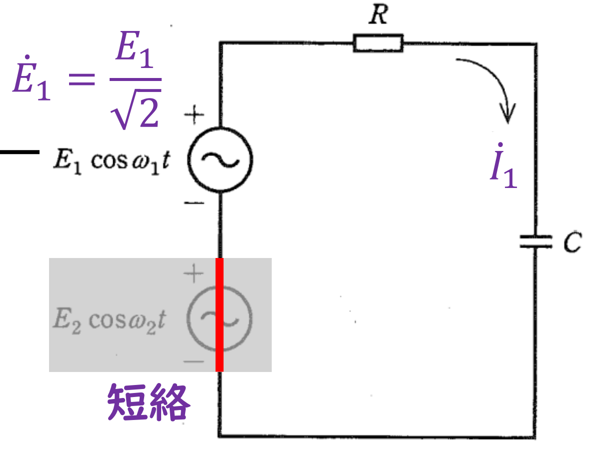
(イ) $\frac{10\sqrt{3}}{3}$	(ロ) $\frac{8\sqrt{3}}{3}$	(ハ) 2	(ニ) $4\sqrt{2}$
(ホ) 15	(ヘ) 10	(ト) 58	(チ) $8\sqrt{2}$
(リ) 20	(ヌ) 74	(ル) $2\sqrt{5}$	(ヲ) 86
(ワ) $5\sqrt{2}$	(カ) 3	(ヨ) 4	

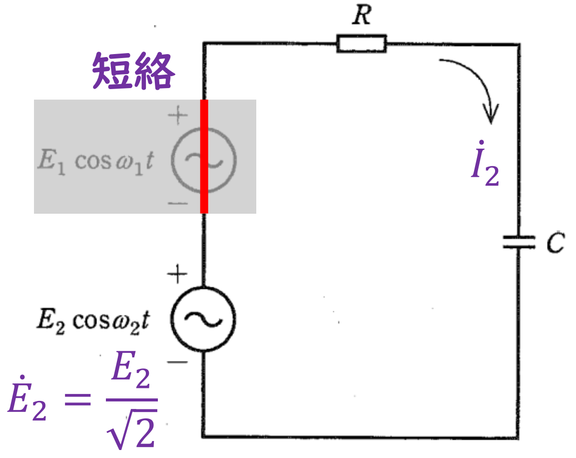
H22 問2

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、$\theta_1$は位相）

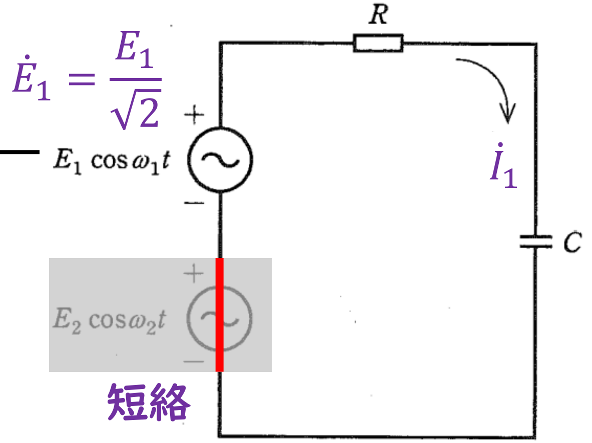
- 電流$\dot{I}_2=I_2 e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\theta_2\right)}$の式を求めよ。（$I_2$は大きさ、$\theta_2$は位相）

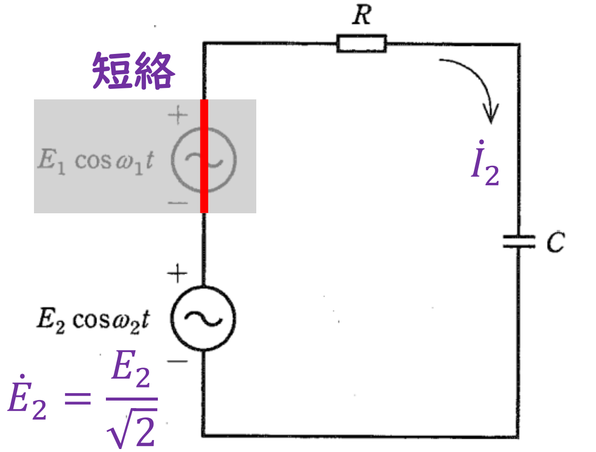
H22 問2

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。





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

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

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

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

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

瞬時値で表現すると、

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

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

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

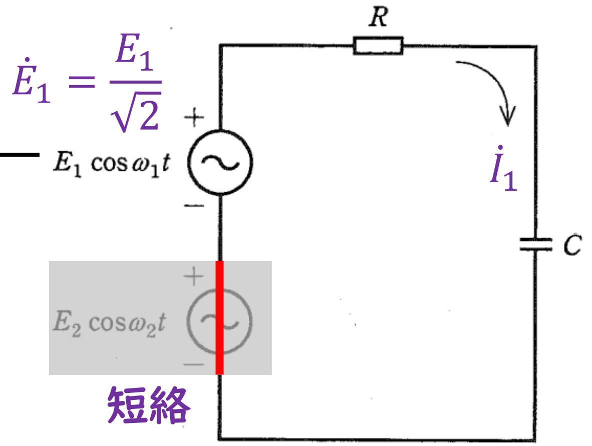
$$\tan\theta_1=10^5\times5\times10^{-6}\times1=0.5$$

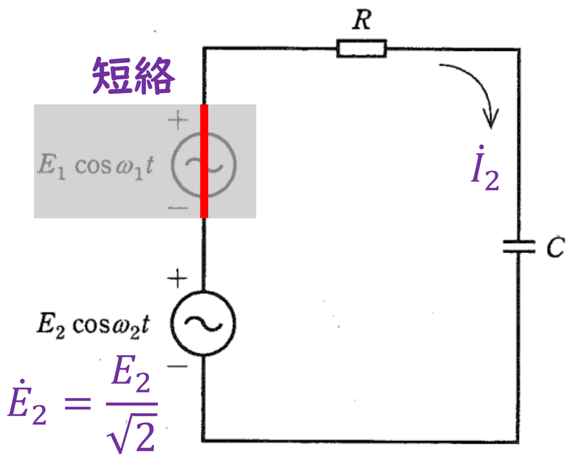
H22 問2

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 $\boxed{\quad}$ 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 $I_1=\boxed{(1)}$〔A〕，$I_2=\boxed{(2)}$〔A〕，$\tan\varphi_1=\boxed{(3)}$ となる。





・電流$i_1=I_1\cos(\omega_1 t+\varphi_1)$の$I_1$と$\tan\varphi_1$の値を求めよ。

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

・電流$i_2=I_2\cos(\omega_2 t+\varphi_2)$の$I_2$の値を求めよ。

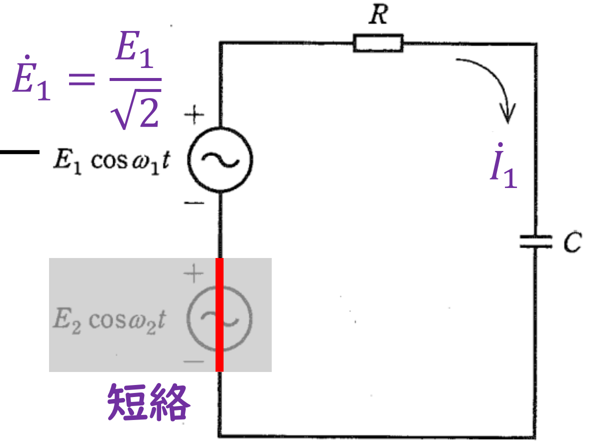
$$i_2=\frac{\omega_2 CE_2}{\sqrt{1+(\omega_2 CR)^2}}\cos\left(\omega_2 t+\frac{\pi}{2}-\theta_2\right)$$

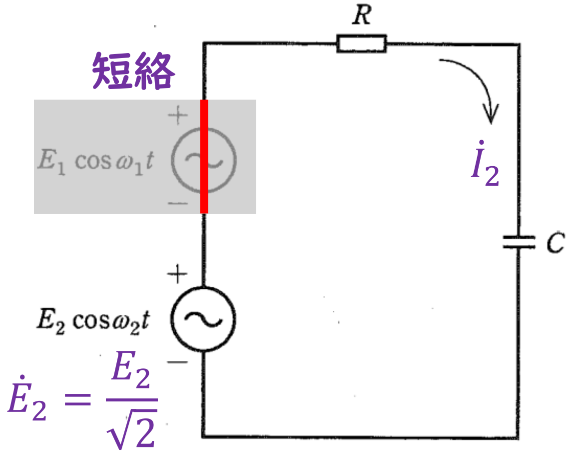
H22 問2

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 $I_1=$ $\boxed{(1)}$ $2\sqrt{5}$〔A〕，$I_2=$ $\boxed{(2)}$ $8\sqrt{2}$〔A〕，$\tan\varphi_1=$ $\boxed{(3)}$ 2 となる。

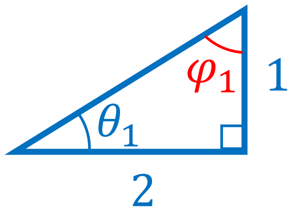




$$I_1=\frac{\omega_1 C E_1}{\sqrt{1+(\omega_1 CR)^2}}=\frac{10^5\times5\times10^{-6}\times10}{\sqrt{1+(10^5\times5\times10^{-6}\times1)^2}}$$

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

$\tan\theta_1=0.5$



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

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

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

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

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

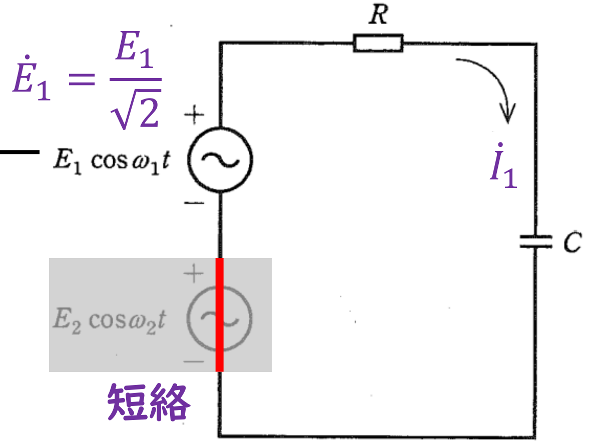
H22 問2

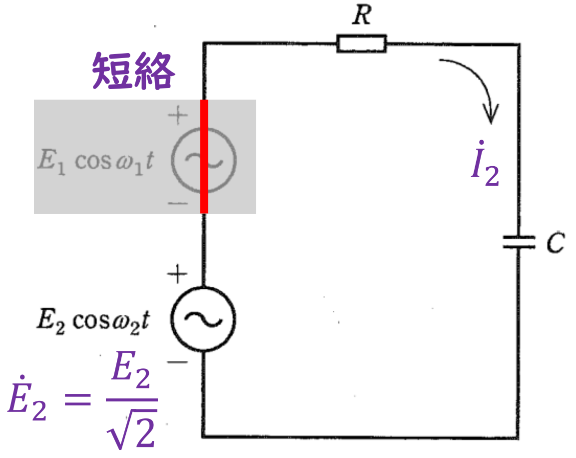
問２　次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

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。

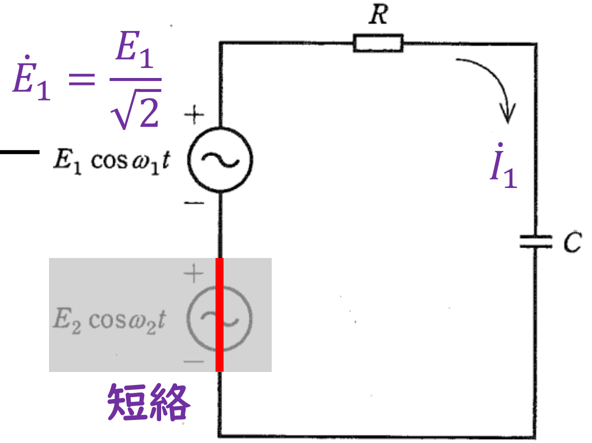
H22 問2

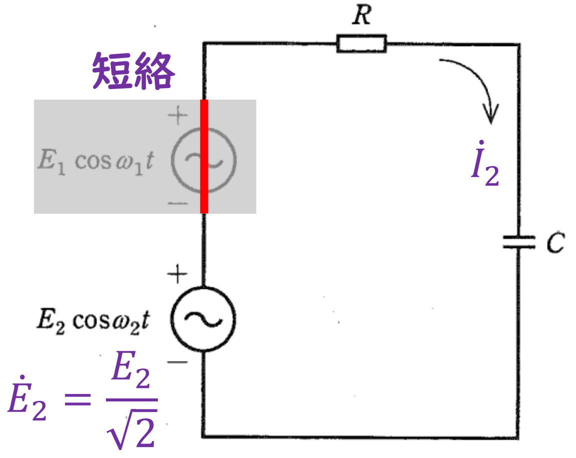
問２　次の文章は，回路の電流と消費電力に関する記述である。文中の ☐ に当てはまる数値を解答群の中から選びなさい。

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。





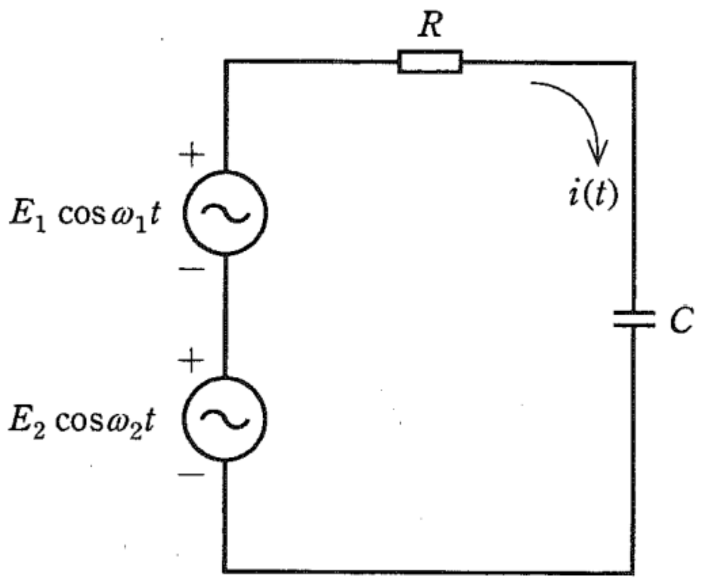
(4)(5) 消費電力を求めよ。

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

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

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

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 $\boxed{}$ 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	