電験二種　オンライン講座

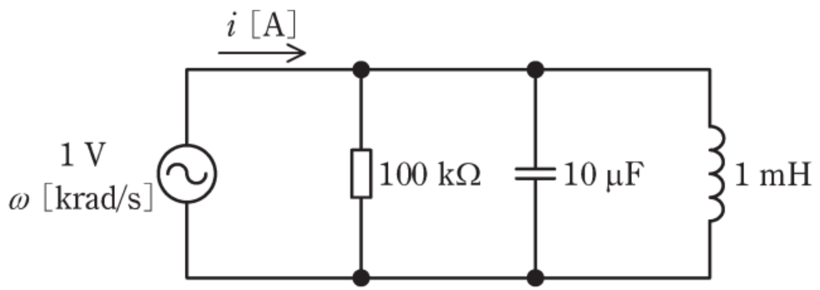
二種理論　交流回路（4）

2025.2.16 Sun

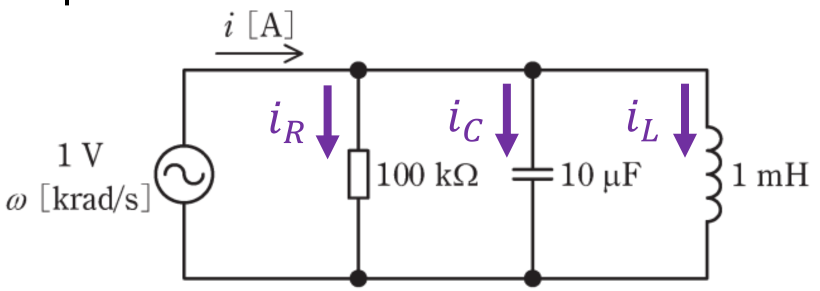
R01 問9

問９　図は，実効値が 1 V で角周波数 ω [krad/s] が変化する正弦波交流電源を含む回路である。いま，ω の値が $\omega_1 = 5$ krad/s，$\omega_2 = 10$ krad/s，$\omega_3 = 30$ krad/s と 3 通りの場合を考え，$\omega = \omega_k$ ($k = 1, 2, 3$) のときの電流 i [A] の実効値を I_k と表すとき，I_1, I_2, I_3 の大小関係として，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

I_1, I_2, I_3の大きさ[A]をそれぞれ求めよ



導出のポイント



$\omega_1 = 5$ krad/s, $\omega_2 = 10$ krad/s, $\omega_3 = 30$ krad/s

電流と電圧の関係

$$i = i_R + i_L + i_C$$

$$i_R = \frac{1}{R}V \qquad i_R = \frac{1}{100\text{k}} = 10\ \mu\text{A}$$

$$i_C = j\omega CV$$

$$i_L = -j\frac{1}{\omega L}V$$

共振角周波数ω_0を求める

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{10\times10^{-6}\times10^{-3}}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{10^{-8}}} = \frac{1}{10^{-4}} = 10\ \text{krad/s} = \omega_2$$

$$i_{C2} = j\omega_2 CV = j\times10\times10^3\times10\times10^{-6}\times1 = j0.1\ \text{A}$$

$$i_{C1} = j\omega_1 CV = \frac{1}{2}j\omega_2 CV = j0.05\ \text{A}$$

$$i_{C3} = j\omega_3 CV = 3j\omega_2 CV = j0.3\ \text{A}$$

$$i_{L2} = -j\frac{1}{\omega_2 L}V = -j\frac{1}{10\times10^3\times10^{-3}}\times1 = -j0.1\ \text{A}$$

$$i_{L1} = -j\frac{1}{\omega_1 L}V = -2j\frac{1}{\omega_2 L}V = -j0.2\ \text{A}$$

$$i_{L3} = -j\frac{1}{\omega_3 L}V = -\frac{1}{3}j\frac{1}{\omega_2 L}V = -j0.033\ \text{A}$$

ω_1のとき

$$I_1 = i_R + i_{L1} + i_{C1} = i_R - j0.2 + j0.05 = i_R - j0.15$$

ω_2のとき

$$I_2 = i_R + i_{L2} + i_{C2} = i_R - j0.1 + j0.1 = i_R$$

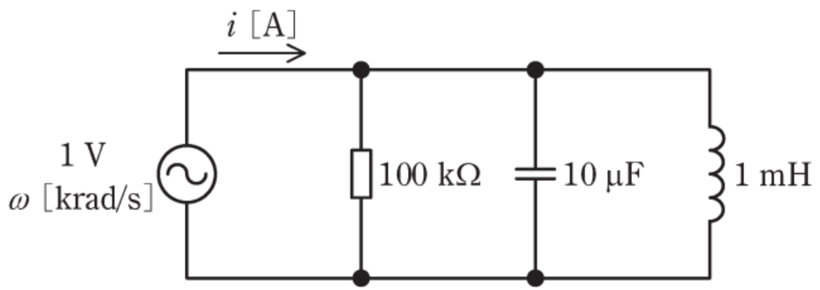
ω_3のとき

$$I_3 = i_R + i_{L3} + i_{C3} = i_R - j0.033 + j0.3 = i_R + j0.266$$

Ans. $I_2 < I_1 < I_3$

R01　問9

問 9　図は，実効値が 1 V で角周波数 ω [krad/s] が変化する正弦波交流電源を含む回路である。いま，ω の値が $\omega_1 = 5$ krad/s，$\omega_2 = 10$ krad/s，$\omega_3 = 30$ krad/s と 3 通りの場合を考え，$\omega = \omega_k$ ($k = 1, 2, 3$) のときの電流 i [A] の実効値を I_k と表すとき，I_1, I_2, I_3 の大小関係として，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1)　$I_1 < I_2 < I_3$　　(2)　$I_1 = I_2 < I_3$　　(3)　$I_2 < I_1 < I_3$

(4)　$I_2 < I_1 = I_3$　　(5)　$I_3 < I_2 < I_1$

H28 問6

問6　次の文章は，交流回路に関する記述である。文中の [　　] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図の回路において交流電圧源 $\dot{E}$ の角周波数はωとする。それぞれの素子の両端の電圧と，素子に流れる電流を求めたい。

抵抗rに流れる電流 $\dot{I}$ は，

$\dot{I}$ ＝ [(1)]

インダクタンスLのコイルの両端の電圧 $\dot{V}_L$ は，

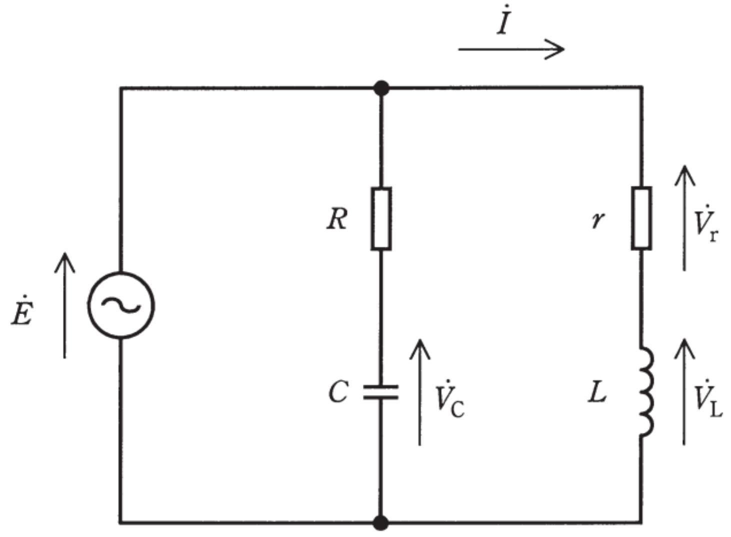
$\dot{V}_L$ ＝ [(2)]

静電容量Cのコンデンサの両端の電圧 $\dot{V}_C$ は，

$\dot{V}_C$ ＝ [(3)]

となる。

各素子の値が [(4)] の関係にあるとき，ωの値に関係なく $\dot{V}_C = \dot{V}_r$ となる。このとき，$\dot{V}_C$ の位相は $\dot{V}_L$ に対して，[(5)] 。



〔問6の解答群〕

(イ) $\dfrac{\mathrm{j}\omega L}{r+\mathrm{j}\omega L}\dot{E}$　(ロ) $\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega L}\dot{E}$　(ハ) $Rr=\sqrt{LC}$

(ニ) $\dfrac{\mathrm{j}\omega L}{r}\dot{E}$　(ホ) $\dfrac{R}{1+\mathrm{j}\omega CR}\dot{E}$　(ヘ) $\dfrac{\mathrm{j}\omega CR}{1+\mathrm{j}\omega CR}\dot{E}$

(ト) $\dfrac{1}{r+\mathrm{j}\omega L}\dot{E}$　(チ) $\dfrac{1}{1+\mathrm{j}\omega CR}\dot{E}$　(リ) $\dfrac{r}{r+\mathrm{j}\omega L}\dot{E}$

(ヌ) $Rr=\dfrac{C}{L}$　(ル) $\dfrac{1}{r}\dot{E}$　(ヲ) $Rr=\dfrac{L}{C}$

(ワ) 同相である　(カ) 90°遅れている　(ヨ) 90°進んでいる

H28 問6

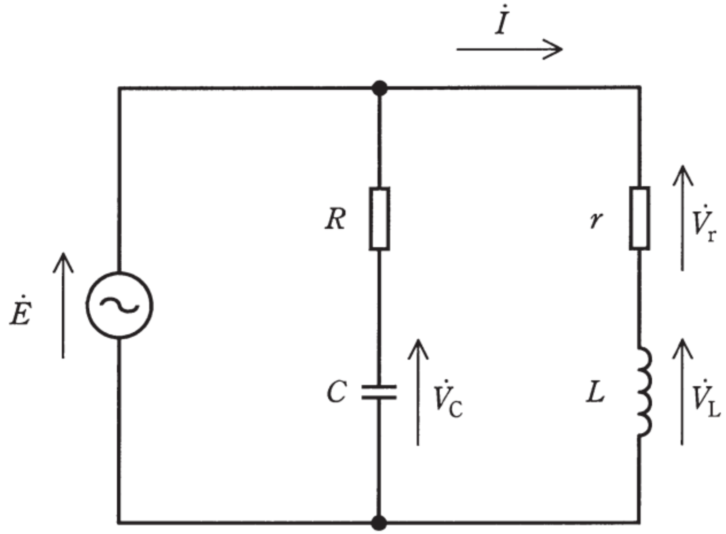
問６　次の文章は，交流回路に関する記述である。文中の［　　］に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図の回路において交流電圧源 $\dot{E}$ の角周波数は ω とする。それぞれの素子の両端の電圧と，素子に流れる電流を求めたい。

抵抗 r に流れる電流 $\dot{I}$ は，

$\dot{I}$ ＝ (1) $\dfrac{\dot{E}}{r+j\omega L}$

$$\dot{I}=\frac{\dot{E}}{r+j\omega L}$$



インダクタンス L のコイルの両端の電圧 $\dot{V}_L$ は，

$\dot{V}_L$ ＝ (2) $\dfrac{j\omega L\dot{E}}{r+j\omega L}$

$$\dot{V}_L=j\omega L\dot{I}=\frac{j\omega L\dot{E}}{r+j\omega L}$$

静電容量 C のコンデンサの両端の電圧 $\dot{V}_C$ は，

$\dot{V}_C$ ＝ (3) $\dfrac{\dot{E}}{1+j\omega CR}$

となる。

$$\dot{V}_C=\frac{1}{j\omega C}\dot{I}_C=\frac{1}{j\omega C}\times\frac{\dot{E}}{R+\frac{1}{j\omega C}}=\frac{\dot{E}}{1+j\omega CR}$$

$Rr=\dfrac{L}{C}$

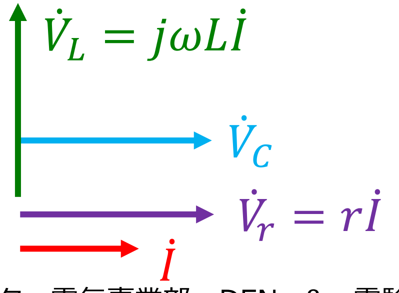
各素子の値が (4) の関係にあるとき，ω の値に関係なく $\dot{V}_C=\dot{V}_r$ となる。

：き，$\dot{V}_C$ の位相は $\dot{V}_L$ に対して，(5) 。

90°遅れている

$$\dot{V}_C=\dot{V}_r\rightarrow\frac{\dot{E}}{1+j\omega CR}=\frac{r\dot{E}}{r+j\omega L}\rightarrow\frac{1}{1+j\omega CR}=\frac{r}{r+j\omega L}$$

$$\rightarrow 1+j\omega CR=1+\frac{j\omega L}{r}\rightarrow CR=\frac{L}{r}\rightarrow Rr=\frac{L}{C}$$



$\dot{V}_L$ は電流 $\dot{I}$ より90°進み

$\dot{V}_C$ は $\dot{V}_L$ よりは90°遅れ

$\dot{V}_R$ と電流 $\dot{I}$ は同相

H28 問6

問6 次の文章は，交流回路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べ。

図の回路において交流電圧源 $\dot{E}$ の角周波数はωとする。それぞれの素子の両端の電圧と，素子に流れる電流を求めたい。

抵抗rに流れる電流$\dot{I}$は，

$$\dot{I} = \boxed{(1)} \quad \frac{\dot{E}}{r+j\omega L}$$

インダクタンスLのコイルの両端の電圧$\dot{V}_L$は，

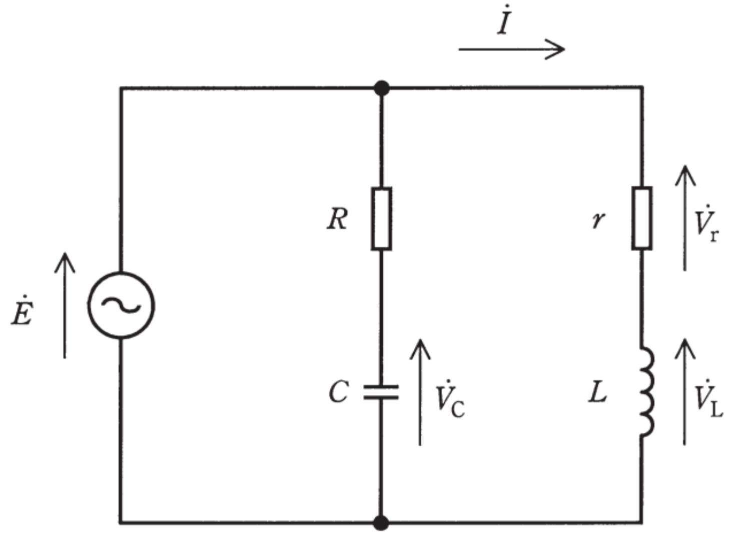
$$\dot{V}_L = \boxed{(2)} \quad \frac{j\omega L\dot{E}}{r+j\omega L}$$

静電容量Cのコンデンサの両端の電圧$\dot{V}_C$は，

$$\dot{V}_C = \boxed{(3)} \quad \frac{\dot{E}}{1+j\omega CR}$$

となる。

各素子の値が $\boxed{(4)}$ $Rr=\frac{L}{C}$ の関係にあるとき，ωの値に関係なく$\dot{V}_C=\dot{V}_r$となる。このとき，$\dot{V}_C$の位相は$\dot{V}_L$に対して，$\boxed{(5)}$ 90° 遅れている。



〔問6の解答群〕

(イ) $\frac{j\omega L}{r+j\omega L}\dot{E}$ (2)　(ロ) $\frac{1}{j\omega L}\dot{E}$　(ハ) $Rr=\sqrt{LC}$

(ニ) $\frac{j\omega L}{r}\dot{E}$　(ホ) $\frac{R}{1+j\omega CR}\dot{E}$　(ヘ) $\frac{j\omega CR}{1+j\omega CR}\dot{E}$

(ト) $\frac{1}{r+j\omega L}\dot{E}$ (1)　(チ) $\frac{1}{1+j\omega CR}\dot{E}$ (3)　(リ) $\frac{r}{r+j\omega L}\dot{E}$

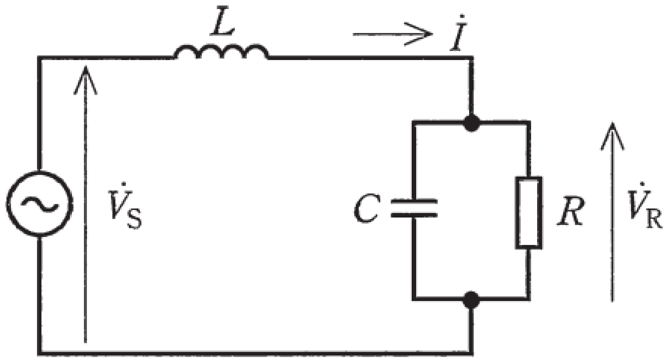
(ヌ) $Rr=\frac{C}{L}$　(ル) $\frac{1}{r}\dot{E}$　(ヲ) $Rr=\frac{L}{C}$ (4)

(ワ) 同相である　(カ) 90° 遅れている (5)　(ヨ) 90° 進んでいる

H26 問3

問３　次の文章は，正弦波交流電源，抵抗，コイル，コンデンサからなる交流回路に関する記述である。文中の [　　] 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。

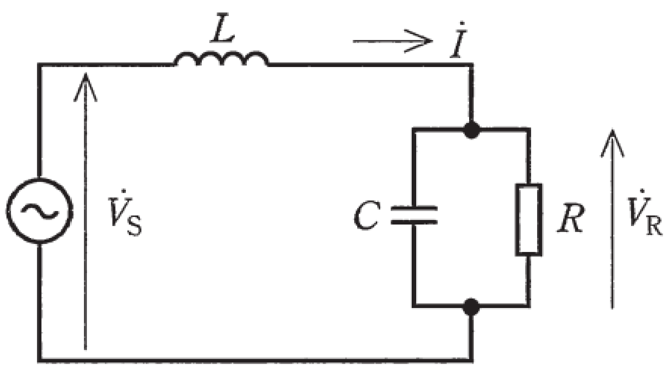
図のような回路があり，コイルのインダクタンスは $L=25\,\mathrm{mH}$ で，電源の角周波数は $\omega=400\ \mathrm{rad/s}$ である。ここで，電圧と電流を測定したところ，$|\dot{V}_S|=|\dot{V}_R|=130\ \mathrm{V}$ ，$|\dot{I}|=10\ \mathrm{A}$ であった。このとき，ベクトル（フェーザ）図において，複素電流 $\dot{I}$ [A] と直交する複素電圧を，$\dot{V}_S$，$\dot{V}_R$ を使って表すと，[(1)] [V] であり，$|\dot{V}_S-\dot{V}_R|=$ [(2)] V である。また，抵抗で消費される電力は [(3)] W であり，抵抗 R は [(4)] Ω，コンデンサの静電容量 C は [(5)] μF である。



〔問３の解答群〕

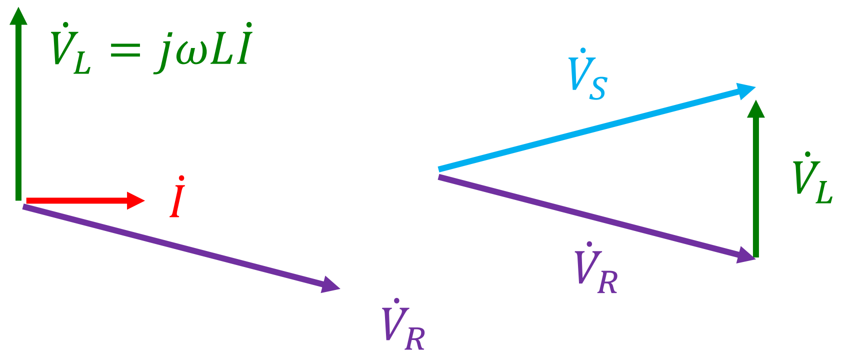
(イ) $\dot{V}_S+\dot{V}_R$	(ロ) $\dot{V}_R$	(ハ) 1 000
(ニ) 100	(ホ) 13	(ヘ) 77
(ト) 74	(チ) 12	(リ) 0
(ヌ) 1 200	(ル) 120	(ヲ) 14
(ワ) 1 300	(カ) $\dot{V}_S-\dot{V}_R$	(ヨ) 59

H26 問3



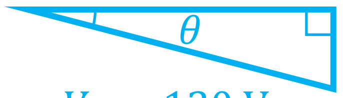
問３　次の文章は，正弦波交流電源，抵抗，コイル，コンデンサからなる交流回路に関する記述である。文中の [　　] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

図のような回路があり，コイルのインダクタンスは $L=25$ mH で，電源の角周波数は $\omega=400$ rad/s である。ここで，電圧と電流を測定したところ，$|\dot{V}_S|=|\dot{V}_R|=130$ V，$|\dot{I}|=10$ A であった。このとき，ベクトル（フェーザ）図において，複素電流 $\dot{I}$ [A] と直交する複素電圧を，$\dot{V}_S$，$\dot{V}_R$ を使って表すと，[(1)] $\dot{V}_S-\dot{V}_R$ [V] であり，$|\dot{V}_S-\dot{V}_R|=$ [(2)] 100 V である。また，抵抗で消費される電力は [(3)] 1200 W であり，抵抗 R は [(4)] 14 Ω，コンデンサの静電容量 C は [(5)] 74 μF である。



フェーザ図より電流に直交する成分$\dot{V}_L=\dot{V}_s-\dot{V}_R$

$$V_L=\omega LI=400\times25\times10^{-3}\times10=100\ \mathrm{V}$$



$$\frac{V_L}{2}=\frac{100}{2}=50\ \mathrm{V}$$

$$V_R=130\ \mathrm{V}$$

$$\cos\theta=\frac{\sqrt{130^2-50^2}}{130}=\frac{12}{13}$$

$$P=V_RI\cos\theta=130\times10\times\frac{12}{13}=1200\ \mathrm{W}$$

$$P=\frac{V_R^2}{R}\rightarrow R=\frac{V_R^2}{P}=\frac{130^2}{1200}=14.1\ \Omega$$

$$Q=V_RI\sin\theta=130\times10\times\frac{5}{13}=500\ \mathrm{var}$$

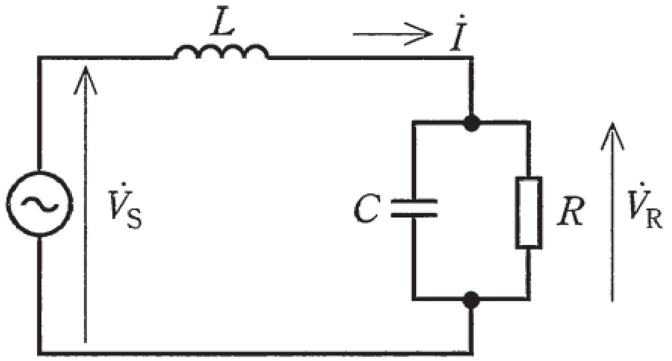
$$Q=\frac{V_R^2}{X_C}\rightarrow X_C=\frac{V_R^2}{Q}=\frac{130^2}{500}=33.8\ \Omega$$

$$\frac{1}{\omega C}=X_C\rightarrow C=\frac{1}{\omega X_c}=\frac{1}{400\times33.8}=73.96\times10^{-6}\ \mathrm{F}\sim74\ \mu\mathrm{F}$$

H26 問3

問３　次の文章は，正弦波交流電源，抵抗，コイル，コンデンサからなる交流回路に関する記述である。文中の［　　］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。

図のような回路があり，コイルのインダクタンスは $L=25$ mH で，電源の角周波数は $\omega=400$ rad/s である。ここで，電圧と電流を測定したところ，$|\dot{V}_S|=|\dot{V}_R|=130$ V，$|\dot{I}|=10$ A であった。このとき，ベクトル（フェーザ）図において，複素電流 $\dot{I}$ [A] と直交する複素電圧を，$\dot{V}_S$，$\dot{V}_R$ を使って表すと，［(1)］$\dot{V}_S-\dot{V}_R$ [V] であり，$|\dot{V}_S-\dot{V}_R|=$［(2)］100 V である。また，抵抗で消費される電力は［(3)］1200 W であり，抵抗 R は［(4)］14 Ω，コンデンサの静電容量 C は［(5)］74 μF である。



〔問３の解答群〕

(イ) $\dot{V}_S+\dot{V}_R$	(ロ) $\dot{V}_R$	(ハ) 1 000
(ニ) 100　(2)	(ホ) 13	(ヘ) 77
(ト) 74　(5)	(チ) 12	(リ) 0
(ヌ) 1 200　(3)	(ル) 120	(ヲ) 14　(4)
(ワ) 1 300	(カ) $\dot{V}_S-\dot{V}_R$　(1)	(ヨ) 59

R01 問2

問２　次の文章は，直流と交流が混在する回路の電流と電圧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べ。

図のように，直流と角周波数 ω の正弦波交流からなる理想電圧源 $e_s(t)=E+\sqrt{2}E\cos\omega t$ と理想電流源 $i_s(t)=I+\sqrt{2}I\cos\omega t$ が接続された回路を考える。定常状態での図の電流 $i(t)=I_0+i_1(t)$ と電圧 $v(t)=V_0+v_2(t)$ を求めたい。ただし，I_0 と V_0 は直流成分を，$i_1(t)$ と $v_2(t)$ は交流成分を表し，$E>0$，$I>0$ とする。

回路の直流解析を行うと，重ねの理により $I_0=\boxed{(1)}$，$V_0=\boxed{(2)}$ となる。

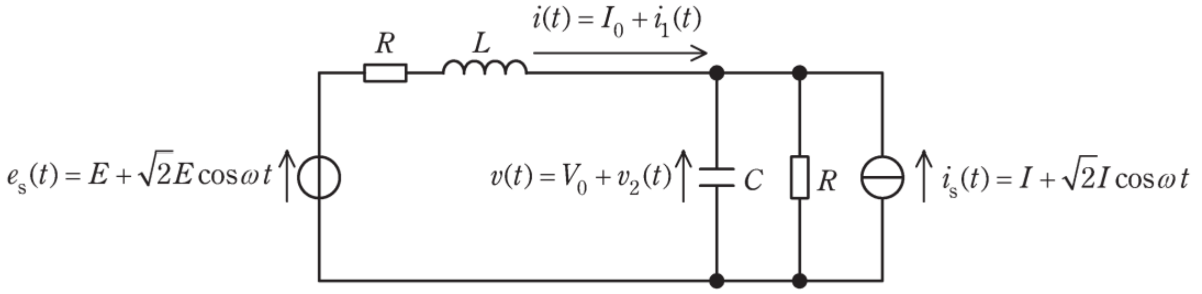
次に実効値を用いて，$e_s(t)$，$i_s(t)$ の交流成分の複素表示及び $i_1(t)$，$v_2(t)$ の複素表示を，それぞれ $\dot{E}$，$\dot{I}$ 及び $\dot{I}_1$，$\dot{V}_2$ とすると，回路の交流解析の結果は，

$$\begin{bmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\boxed{(3)} & 1\\ -1 & \boxed{(4)}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{bmatrix}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\quad ①$$

となる。この表現は 2 端子対回路の H パラメータ表現に他ならない。ここで，$\dot{E}=R\dot{I}$，$R=\omega L$，$\dfrac{1}{R}=\omega C$ と仮定し，①式を解くと，

$$\begin{bmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{bmatrix}=\frac{1}{(1+\mathrm{j})^2+1}\begin{bmatrix}\boxed{(4)} & -1\\ 1 & \boxed{(3)}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{bmatrix}=\frac{1}{1+\mathrm{j}2}\begin{bmatrix}\mathrm{j}\dot{I}\\ (2+\mathrm{j})\dot{E}\end{bmatrix}\quad\cdots\cdots\quad ②$$

を得る。②式の結果を利用すると，交流電圧 $v_2(t)$ は $v_2(t)=\boxed{(5)}$ となる。



〔問２の解答群〕

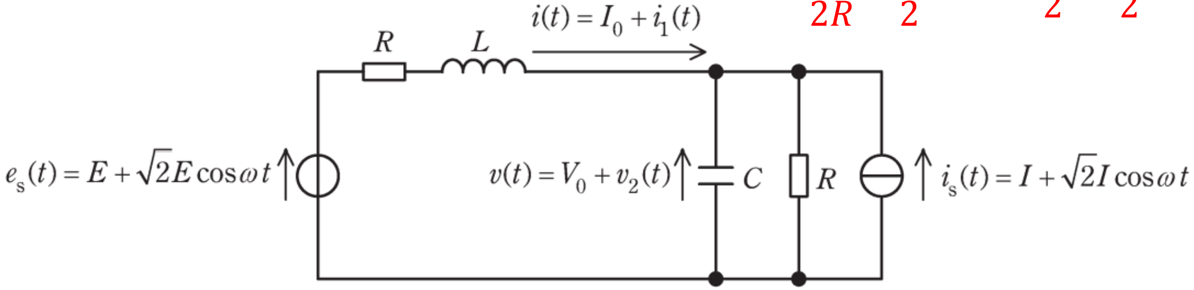
(イ) $\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\tan^{-1}\dfrac{3}{4}\right)$	(ロ) $\dfrac{1}{R}+\mathrm{j}\omega C$	(ハ) $E\cos\left(\omega t-\tan^{-1}\dfrac{4}{3}\right)$
(ニ) $\dfrac{E}{2}-\dfrac{RI}{2}$	(ホ) $\dfrac{E}{2R}+\dfrac{I}{2}$	(ヘ) $\mathrm{j}\omega L+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}$
(ト) $\dfrac{RI}{2}$	(チ) $\dfrac{R}{1+\mathrm{j}\omega CL}$	(リ) $R+\mathrm{j}\omega L$
(ヌ) $\mathrm{j}\omega C+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega L}$	(ル) $\dfrac{E}{2}+\dfrac{RI}{2}$	(ヲ) $\sqrt{2}E\cos\left(\omega t+\tan^{-1}\dfrac{4}{3}\right)$
(ワ) $\dfrac{E}{2R}-\dfrac{I}{2}$	(カ) $\dfrac{E}{2R}$	(ヨ) $\dfrac{1}{R+\mathrm{j}\omega L}$

R01 問2

問２　次の文章は，直流と交流が混在する回路の電流と電圧に関する記述である。文中の□に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図のように，直流と角周波数 ω の正弦波交流からなる理想電圧源 $e_s(t)=E+\sqrt{2}E\cos\omega t$ と理想電流源 $i_s(t)=I+\sqrt{2}I\cos\omega t$ が接続された回路を考える。定常状態での図の電流 $i(t)=I_0+i_1(t)$ と電圧 $v(t)=V_0+v_2(t)$ を求めたい。ただし，I_0 と V_0 は直流成分を，$i_1(t)$ と $v_2(t)$ は交流成分を表し，$E>0$，$I>0$ とする。

回路の直流解析を行うと，重ねの理により $I_0=$ (1) $\frac{E}{2R}-\frac{I}{2}$，$V_0=$ (2) $\frac{E}{2}+\frac{RI}{2}$ となる。

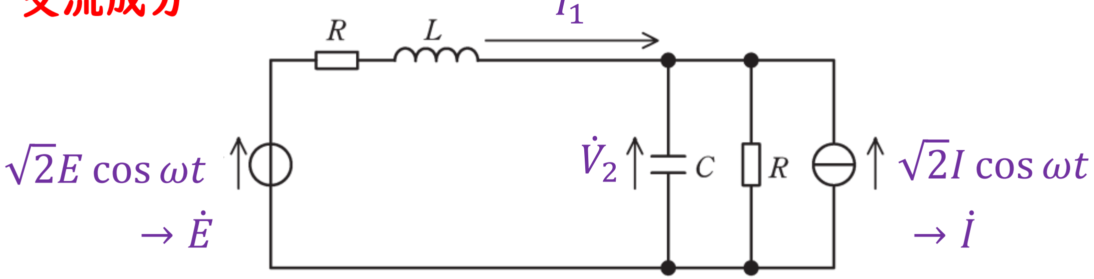


次に実効値を用いて，$e_s(t)$，$i_s(t)$ の交流成分の複素表示及び $i_1(t)$，$v_2(t)$ の複素表示を，それぞれ $\dot{E}$，$\dot{I}$ 及び $\dot{I}_1$，$\dot{V}_2$ とすると，回路の交流解析の結果は，

$$\begin{bmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\boxed{(3)\ R+j\omega L} & 1\\ -1 & \boxed{(4)\ \frac{1}{R}+j\omega C}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{bmatrix} \quad\cdots\cdots ①$$

となる。この表現は２端子対回路のＨパラメータ表現に他ならない。ここで，

交流成分

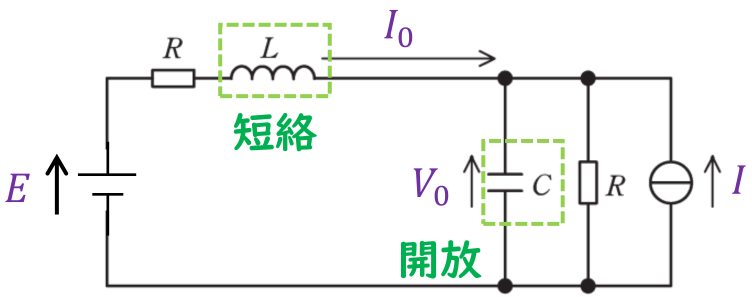


$$\dot{E}=(R+j\omega L)\dot{I}_1+\dot{V}_2$$

$$\dot{I}+\dot{I}_1=j\omega C\dot{V}_2+\frac{1}{R}\dot{V}_2 \to \dot{I}=-\dot{I}_1+\left(j\omega C+\frac{1}{R}\right)\dot{V}_2$$

$$\begin{pmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}(R+j\omega L)\dot{I}_1+\dot{V}_2\\ -\dot{I}_1+\left(j\omega C+\frac{1}{R}\right)\dot{V}_2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}R+j\omega L & 1\\ -1 & \frac{1}{R}+j\omega C\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{pmatrix}$$

直流成分



$$E=RI_0+V_0 \to V_0=E-RI_0$$

$$I+I_0=\frac{V_0}{R}\to I_0=\frac{V_0}{R}-I$$

$$I_0=\frac{E-RI_0}{R}-I \to I_0=\frac{E}{2R}-\frac{I}{2}$$

$$V_0=E-R\times\left(\frac{E}{2R}-\frac{I}{2}\right)=\frac{E}{2}+\frac{RI}{2}$$

R01 問2

となる。この表現は 2 端子対回路の H パラメータ表現に他ならない。ここで，
$\dot{E}=R\dot{I}$，$R=\omega L$，$\frac{1}{R}=\omega C$ と仮定し，①式を解くと，

$\frac{1}{R}+j\omega C$

$$\begin{bmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{bmatrix}=\frac{1}{(1+j)^2+1}\begin{bmatrix}\boxed{(4)} & -1\\ 1 & \boxed{(3)}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{bmatrix}=\frac{1}{1+j2}\begin{bmatrix}j\dot{I}\\ (2+j)\dot{E}\end{bmatrix}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

$R+j\omega L$

を得る。②式の結果を利用すると，交流電圧 $v_2(t)$ は $v_2(t)=\boxed{(5)}$ となる。

$\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\tan^{-1}\frac{3}{4}\right)$

$$\begin{pmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}R+j\omega L & 1\\ -1 & \frac{1}{R}+j\omega C\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}R+jR & 1\\ -1 & \frac{1}{R}+j\frac{1}{R}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}R+jR & 1\\ -1 & \frac{1}{R}+j\frac{1}{R}\end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{pmatrix}$$

$$=\frac{1}{\left(\frac{1}{R}+j\frac{1}{R}\right)\times(R+jR)-(-1)\times 1}\begin{pmatrix}\frac{1}{R}+j\frac{1}{R} & -1\\ 1 & R+jR\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{pmatrix}$$

<2行2列の行列の逆行列>

$$\begin{pmatrix}a & b\\ c & d\end{pmatrix}^{-1}=\frac{1}{ad-bc}\begin{pmatrix}d & -b\\ -c & a\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{pmatrix}=\frac{1}{(1+j)^2+1}\begin{pmatrix}\frac{1}{R}+j\frac{1}{R} & -1\\ 1 & R+jR\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{pmatrix}=\frac{1}{1+j2}\begin{pmatrix}\left(\frac{1}{R}+j\frac{1}{R}\right)\dot{E}-\dot{I}\\ \dot{E}+(R+jR)\dot{I}\end{pmatrix}$$

$$=\frac{1}{1+j2}\begin{pmatrix}\left(\frac{1}{R}+j\frac{1}{R}\right)R\dot{I}-\dot{I}\\ \dot{E}+(R+jR)\frac{\dot{E}}{R}\end{pmatrix}=\frac{1}{1+j2}\begin{pmatrix}\dot{I}+j\dot{I}-\dot{I}\\ \dot{E}+\dot{E}+j\dot{E}\end{pmatrix}=\frac{1}{1+j2}\begin{pmatrix}j\dot{I}\\ (2+j)\dot{E}\end{pmatrix}$$

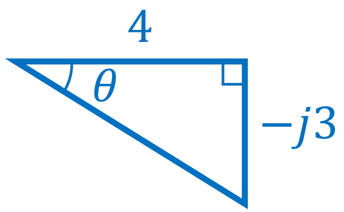
$$\dot{V}_2=\frac{1}{1+j2}\times(2+j)\dot{E}=\frac{(2+j)(1-j2)}{(1+j2)(1-j2)}\dot{E}=\frac{2+2+j-j4}{1+2^2}\dot{E}$$

$$\dot{V}_2=\frac{4-j3}{5}\dot{E}\ \rightarrow \dot{V}_2=\frac{\sqrt{4^2+3^2}}{5}E\angle\theta=E\angle\theta$$

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

瞬時値で表現すると、

$$v_2(t)=\sqrt{2}V_2\cos(\omega t+\theta)=\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\tan^{-1}\frac{3}{4}\right)$$

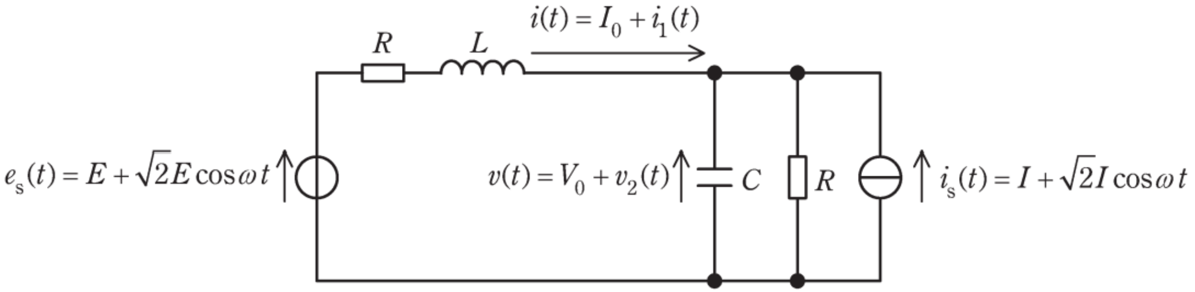


R01　問2

問２　次の文章は，直流と交流が混在する回路の電流と電圧に関する記述である。

文中の [　] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図のように，直流と角周波数 ω の正弦波交流からなる理想電圧源 $e_s(t)=E+\sqrt{2}E\cos\omega t$ と理想電流源 $i_s(t)=I+\sqrt{2}I\cos\omega t$ が接続された回路を考える。定常状態での図の電流 $i(t)=I_0+i_1(t)$ と電圧 $v(t)=V_0+v_2(t)$ を求めたい。ただし，I_0 と V_0 は直流成分を，$i_1(t)$ と $v_2(t)$ は交流成分を表し，$E>0$，$I>0$ とする。



回路の直流解析を行うと，重ねの理により $I_0=$ [(1)] $\frac{E}{2R}-\frac{I}{2}$，$V_0=$ [(2)] $\frac{E}{2}+\frac{RI}{2}$ となる。

次に実効値を用いて，$e_s(t)$，$i_s(t)$ の交流成分の複素表示及び $i_1(t)$，$v_2(t)$ の複素表示を，それぞれ $\dot{E}$，$\dot{I}$ 及び $\dot{I}_1$，$\dot{V}_2$ とすると，回路の交流解析の結果は，

$$\begin{bmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\boxed{(3)\ R+j\omega L} & 1\\ -1 & \boxed{(4)\ \frac{1}{R}+j\omega C}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{bmatrix}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\text{①}$$

となる。この表現は 2 端子対回路の H パラメータ表現に他ならない。ここで，$\dot{E}=R\dot{I}$，$R=\omega L$，$\frac{1}{R}=\omega C$ と仮定し，①式を解くと，

$$\begin{bmatrix}\dot{I}_1\\ \dot{V}_2\end{bmatrix}=\frac{1}{(1+j)^2+1}\begin{bmatrix}\boxed{(4)\ \frac{1}{R}+j\omega C} & -1\\ 1 & \boxed{(3)\ R+j\omega L}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{E}\\ \dot{I}\end{bmatrix}=\frac{1}{1+j2}\begin{bmatrix}j\dot{I}\\ (2+j)\dot{E}\end{bmatrix}\quad\cdots\cdots\text{②}$$

を得る。②式の結果を利用すると，交流電圧 $v_2(t)$ は $v_2(t)=$ [(5)] となる。

$\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\tan^{-1}\frac{3}{4}\right)$

〔問２の解答群〕

(イ) $\sqrt{2}E\cos\left(\omega t-\tan^{-1}\frac{3}{4}\right)$ (5)
(ロ) $\frac{1}{R}+j\omega C$ (4)
(ハ) $E\cos\left(\omega t-\tan^{-1}\frac{4}{3}\right)$
(ニ) $\frac{E}{2}-\frac{RI}{2}$
(ホ) $\frac{E}{2R}+\frac{I}{2}$
(ヘ) $j\omega L+\frac{1}{j\omega C}$
(ト) $\frac{RI}{2}$
(チ) $\frac{R}{1+j\omega CL}$
(リ) $R+j\omega L$ (3)
(ヌ) $j\omega C+\frac{1}{j\omega L}$
(ル) $\frac{E}{2}+\frac{RI}{2}$ (2)
(ヲ) $\sqrt{2}E\cos\left(\omega t+\tan^{-1}\frac{4}{3}\right)$
(ワ) $\frac{E}{2R}-\frac{I}{2}$ (1)
(カ) $\frac{E}{2R}$
(ヨ) $\frac{1}{R+j\omega L}$

ご聴講ありがとうございました!!