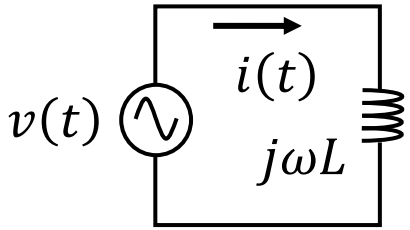
電験どうでしょう管理人
KWG presents

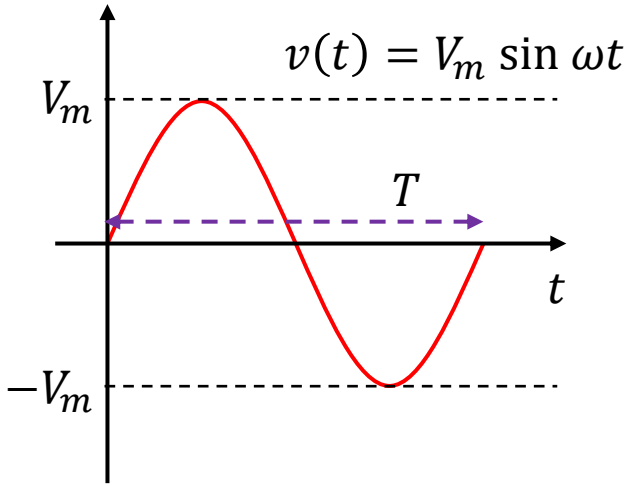
短期集中講座

単相交流

2024.04.20 Sat

正弦波の基本（周波数と周期）





$$v(t) = V_m \sin \omega t$$

V_m：振幅（最大値）

ω：角周波数 [rad/s]　　$\omega = 2\pi f$

f：周波数 [Hz]　　$f = \dfrac{1}{T}$

T：周期 [s]

＜周波数と周期＞
周波数は“1秒間の<u>繰り返し</u>の数 [Hz] = [1/s]”
周期は“繰り返しの現象が1回起こる時間[s]”

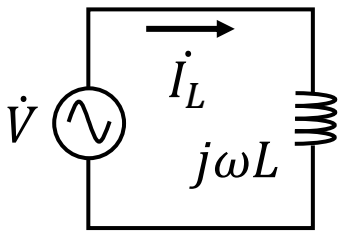
周期は周波数の逆数

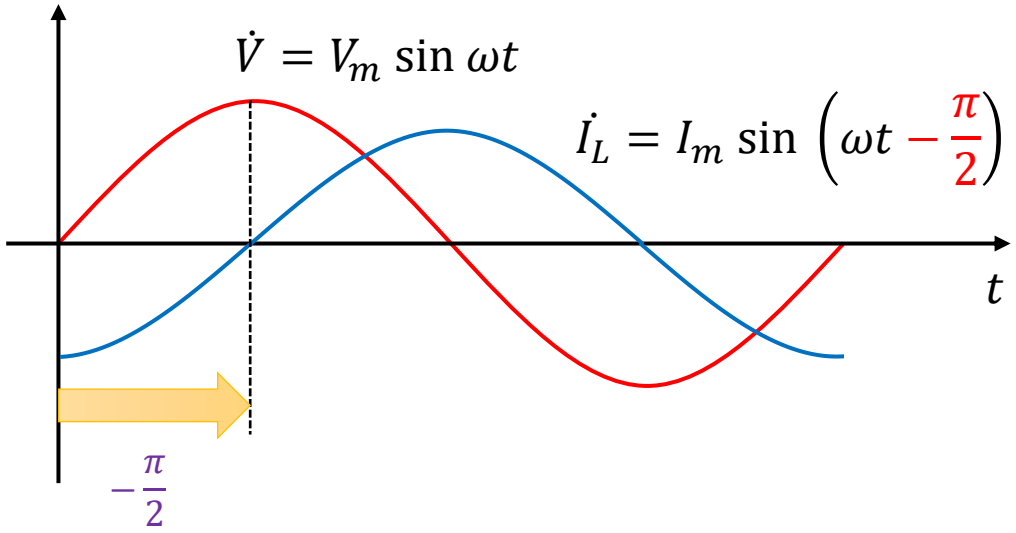
1秒間に5回繰り返し	5 Hz	0.2 s = 200ms	1回にかかる時間が200ms
1秒間に10回繰り返し	10 Hz	0.1 s = 100ms	1回にかかる時間が100ms
1秒間に50回繰り返し	50 Hz	0.02 s = 50ms	1回にかかる時間が50ms
1秒間に100回繰り返し	100 Hz	0.01 s = 10ms	1回にかかる時間が10ms
1秒間に1000回繰り返し	1000 Hz	0.001 s = 1ms	1回にかかる時間が1ms

正弦波の基本（位相差）

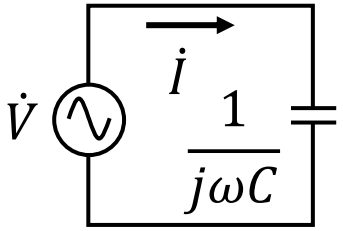
$$\dot{I} = I_m \sin(\omega t + \theta)$$

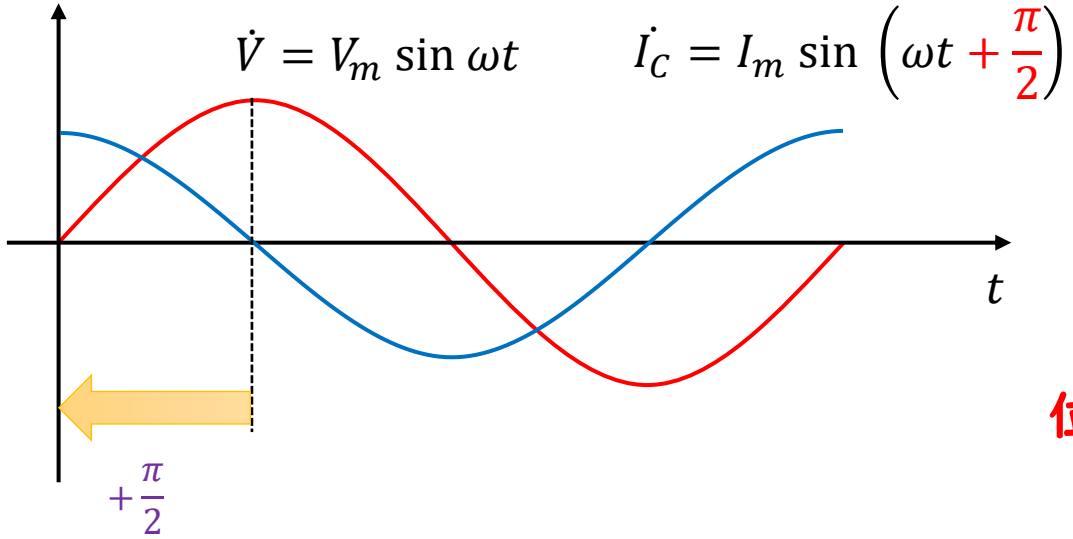
θ：位相差





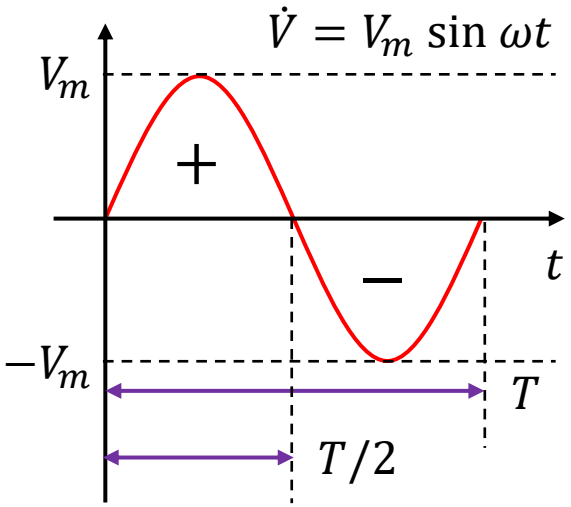
位相差が負だと波形は右にずれる





位相差が正だと波形は左にずれる

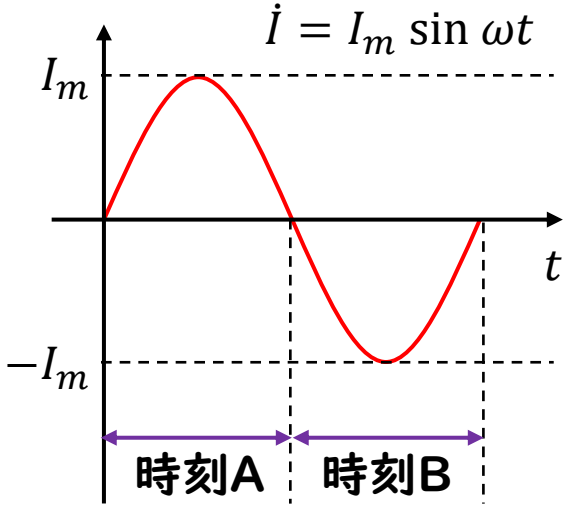
平均値と実効値

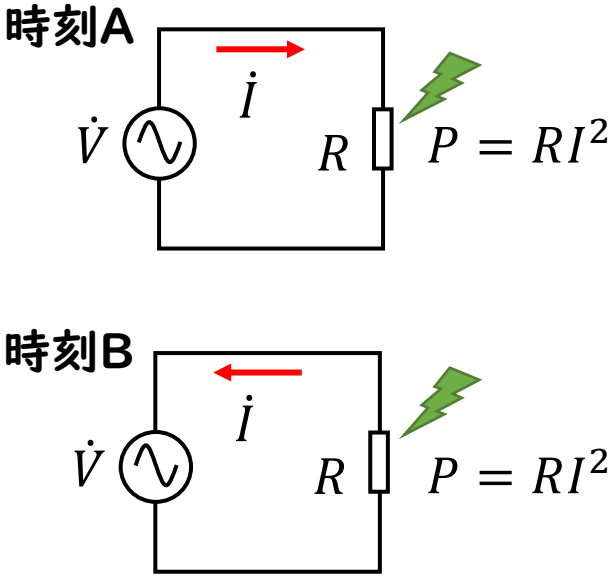


＜正弦波の平均値＞

１周期で平均すると０になる。
→電気の世界では、半周期で平均値とする。

平均値　$\frac{2}{\pi}V_m$　$\frac{2}{\pi}I_m$





＜正弦波の実効値＞

電流の向きによらず、抵抗では必ず電流の２乗に比例した電力損失$P = RI^2$が発生する。

交流の正弦波を電力の観点で直流波形に換算したものを『実効値』という。

実効値　$\frac{V_m}{\sqrt{2}}$　$\frac{I_m}{\sqrt{2}}$

$$\text{実効値} = \frac{\text{最大値（振幅）}}{\sqrt{2}}$$

R03 問8

問８　図１の回路において，図２のような波形の正弦波交流電圧 v[V]を抵抗５Ωに加えたとき，回路を流れる電流の瞬時値 i[A]を表す式として，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし，電源の周波数を 50 Hz，角周波数を ω[rad/s]，時間を t[s]とする。

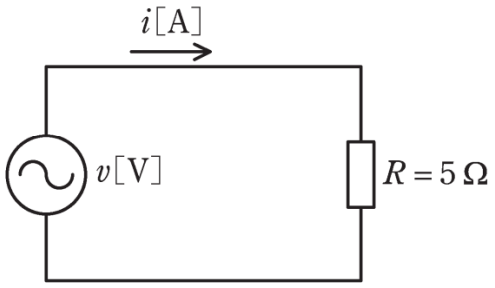


図1

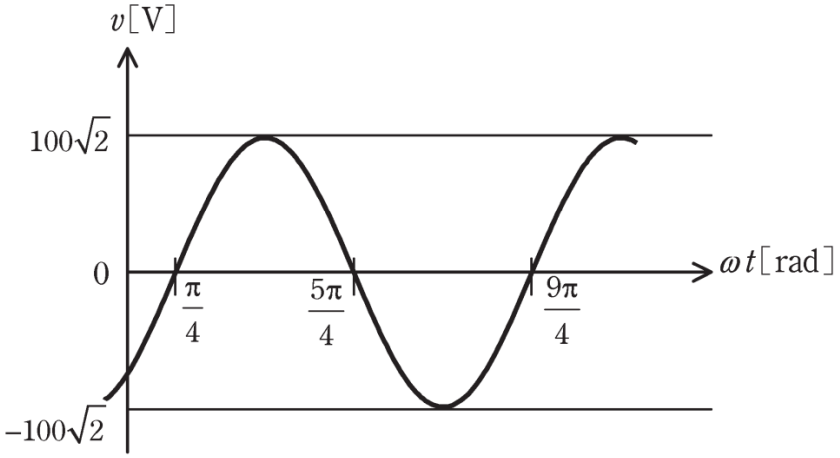


図2

(1)　$20\sqrt{2}\sin\left(50\pi t-\frac{\pi}{4}\right)$

(2)　$20\sin\left(50\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$

(3)　$20\sin\left(100\pi t-\frac{\pi}{4}\right)$

(4)　$20\sqrt{2}\sin\left(100\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$

(5)　$20\sqrt{2}\sin\left(100\pi t-\frac{\pi}{4}\right)$

R03 問8

問８　図１の回路において，図２のような波形の正弦波交流電圧 v[V]を抵抗５Ωに加えたとき，回路を流れる電流の瞬時値 i[A]を表す式として，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし，電源の周波数を 50 Hz，角周波数を ω[rad/s]，時間を t[s]とする。

$$i(t) = \frac{v(t)}{R} = \frac{100\sqrt{2}}{5}\sin\left(50 \times 2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$
$$= 20\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$

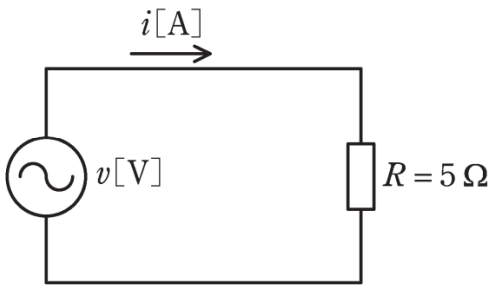


図１

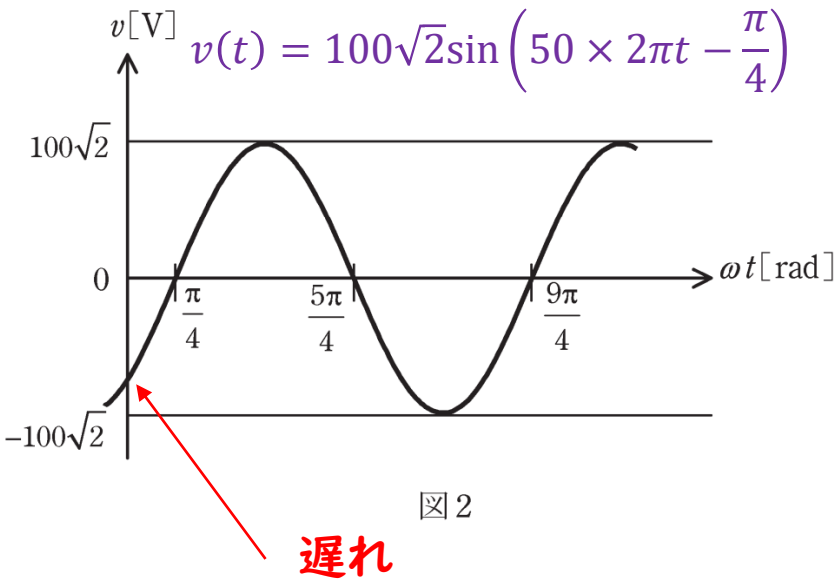


図２

(1)　$20\sqrt{2}\sin\left(50\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$

(2)　$20\sin\left(50\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

(3)　$20\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$

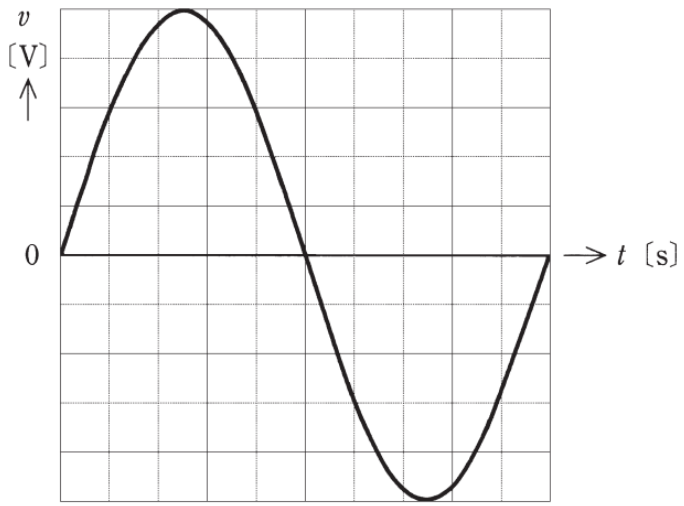
(4)　$20\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

(5)　$20\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$

H25 問16

問16　振幅 V_m〔V〕の交流電源の電圧 $v = V_m \sin \omega t$〔V〕をオシロスコープで計測したところ，画面上に図のような正弦波形が観測された。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし，オシロスコープの垂直感度は5〔V〕/div，掃引時間は2〔ms〕/divとし，測定に用いたプローブの減衰比は1対1とする。



(a)　この交流電源の電圧の周期〔ms〕，周波数〔Hz〕，実効値〔V〕の値の組合せとして，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	周　期	周波数	実効値
(1)	20	50	15.9
(2)	10	100	25.0
(3)	20	50	17.7
(4)	10	100	17.7
(5)	20	50	25.0

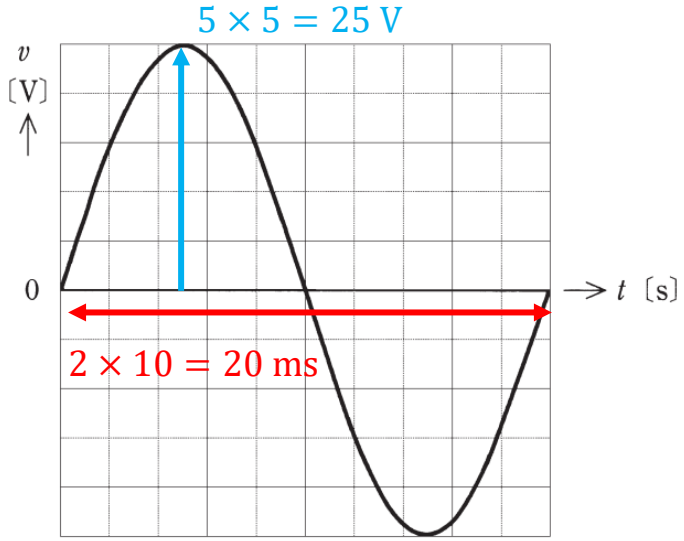
(b)　この交流電源をある負荷に接続したとき，$i = 25\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)$〔A〕の電流が流れた。この負荷の力率〔%〕の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)　50　　(2)　60　　(3)　70.7　　(4)　86.6　　(5)　100

H25 問16

問16　振幅 V_m〔V〕の交流電源の電圧 $v = V_m \sin \omega t$〔V〕をオシロスコープで計測したところ，画面上に図のような正弦波形が観測された。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし，オシロスコープの垂直感度は 5〔V〕/div，掃引時間は 2〔ms〕/div とし，測定に用いたプローブの減衰比は 1 対 1 とする。



(a)　この交流電源の電圧の周期〔ms〕，周波数〔Hz〕，実効値〔V〕の値の組合せとして，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	周　期	周波数	実効値
(1)	20	50	15.9
(2)	10	100	25.0
(3)	20	50	17.7
(4)	10	100	17.7
(5)	20	50	25.0

$T = 20\ \mathrm{ms}$

$f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{0.02} = 50\ \mathrm{Hz}$

$V_m = 25\ \mathrm{V}$

$V_{rms} = \dfrac{V_m}{\sqrt{2}} = \dfrac{25}{\sqrt{2}} = 17.7\ \mathrm{V}$

(b)　この交流電源をある負荷に接続したとき，$i = 25\cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{3}\right)$〔A〕の電流が流れた。この負荷の力率〔%〕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)　50　　(2)　60　　(3)　70.7　　(4)　86.6　　(5)　100

$$\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right) = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3}\right) = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$$

電流と電圧の位相差 $\pi/6$

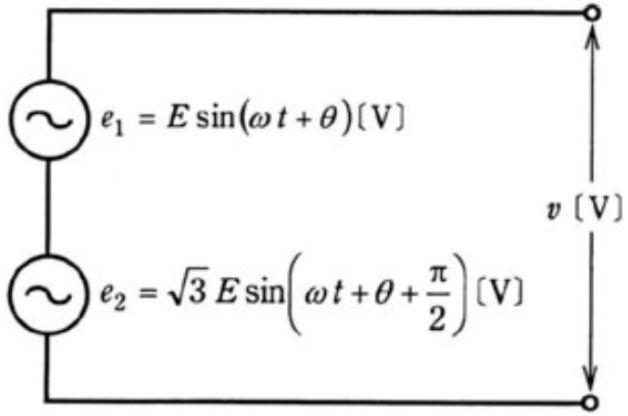
力率は

$$\cos\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866 \rightarrow 86.6\ \%$$

H18 問8

問８　図のように，二つの正弦波交流電圧源 e_1〔V〕，e_2〔V〕が直列に接続されている回路において，合成電圧 v〔V〕の最大値は e_1 の最大値の [(ア)] 倍となり，その位相は e_1 を基準として [(イ)]〔rad〕の [(ウ)] となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)及び(ウ)に当てはまる語句，式又は数値として，正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。



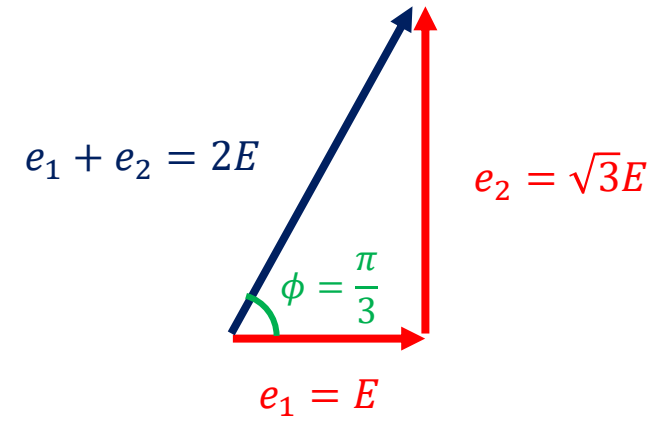
	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	$\frac{1}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	進み
(2)	$1+\sqrt{3}$	$\frac{\pi}{6}$	遅れ
(3)	2	$\frac{2\pi}{3}$	進み
(4)	$\sqrt{3}$	$\frac{\pi}{6}$	遅れ
(5)	2	$\frac{\pi}{3}$	進み

H18 問8

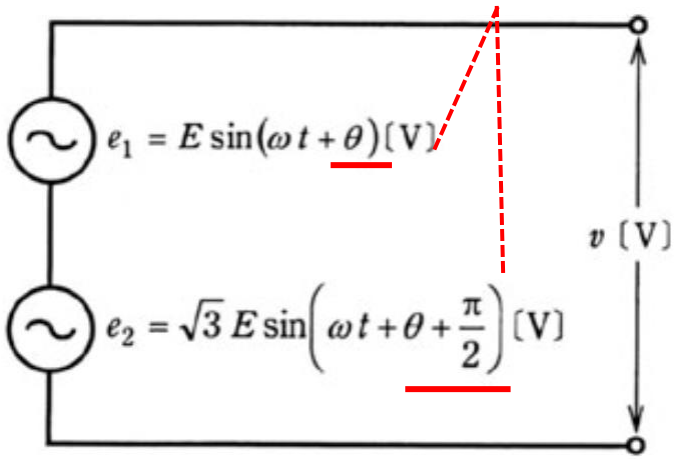
問８　図のように，二つの正弦波交流電圧源 e_1〔V〕，e_2〔V〕が直列に接続されている回路において，合成電圧 v〔V〕の最大値は e_1 の最大値の [(ア)] 倍となり，その位相は e_1 を基準として [(イ)]〔rad〕の [(ウ)] となる。

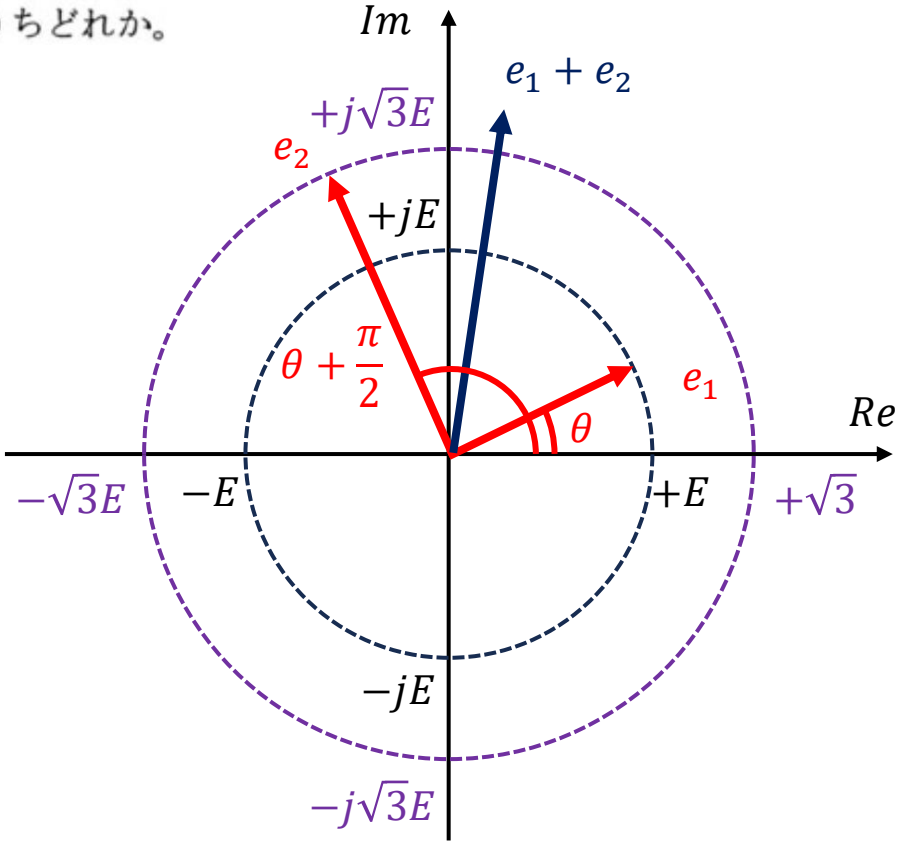
2　π/3　進み

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)及び(ウ)に当てはまる語句，式又は数値として，正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。



それぞれの電源の位相に注目する
（ωtは気にしない）

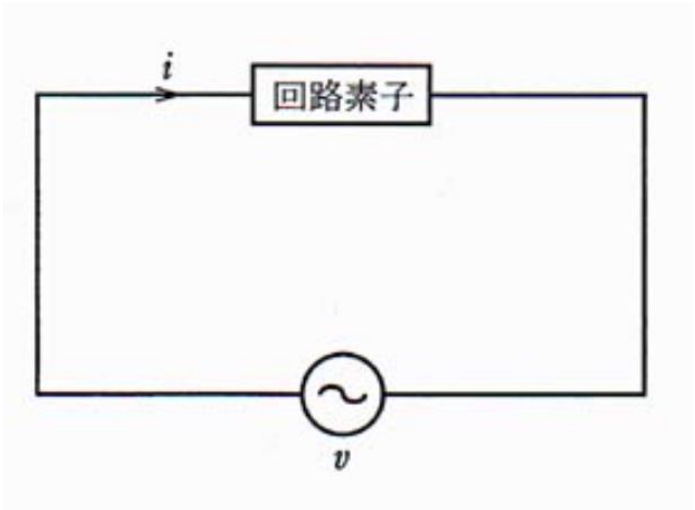




	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	$\frac{1}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	進み
(2)	$1+\sqrt{3}$	$\frac{\pi}{6}$	遅れ
(3)	2	$\frac{2\pi}{3}$	進み
(4)	$\sqrt{3}$	$\frac{\pi}{6}$	遅れ
(5)	2	$\frac{\pi}{3}$	進み

H17 問16

問16　図の交流回路において，回路素子は，インダクタンス L のコイル又は静電容量 C のコンデンサである。この回路に正弦波交流電圧 $v = 500\sin(1\,000\,t)$〔V〕を加えたとき，回路に流れる電流は，$i = -50\cos(1\,000\,t)$〔A〕であった。このとき，次の(a)及び(b)に答えよ。



(a) 回路素子の値として，正しいのは次のうちどれか。

(1) $C = 100$〔nF〕　(2) $L = 10$〔mH〕　(3) $L = 100$〔mH〕
(4) $C = 10$〔nF〕　(5) $C = 10$〔μF〕

(b) この回路素子に蓄えられるエネルギーの最大値 W_{max}〔J〕の値として，正しいのは次のうちどれか。

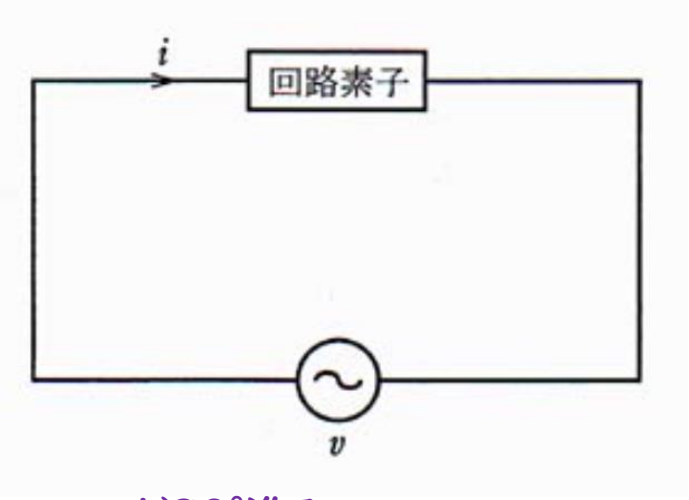
ただし，インダクタンスの場合には $\frac{1}{2}Li^2$ の，静電容量の場合には $\frac{1}{2}Cv^2$ のエネルギーが蓄えられるものとする。

(1) 125　(2) 25　(3) 12.5　(4) 6.25　(5) 2.5

H17 問16

$v = 500\sin(1000t)$

$i = -50\cos(1000t)$

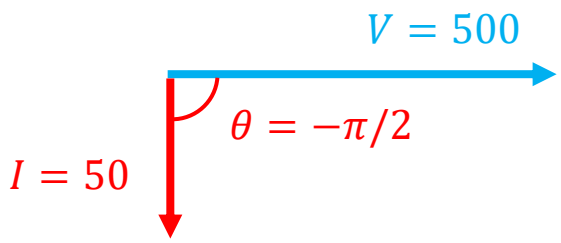


$\sin\theta$と$\cos\theta$の関係→$\cos\theta$が90°進み

$\cos\theta = \sin(\theta + \pi/2)$

$$
\begin{aligned}
i &= -50\cos(1000t) \\
&= -50\sin\left(1000t + \frac{\pi}{2}\right) \\
&= 50\sin\left(1000t - \frac{\pi}{2}\right)
\end{aligned}
$$

マイナスがつくと
向きが反転するので
90°遅れとなる



(a) 回路素子の値として，正しいのは次のうちどれか。

(1) $C = 100$〔nF〕　(2) $L = 10$〔mH〕　(3) $L = 100$〔mH〕
(4) $C = 10$〔nF〕　(5) $C = 10$〔μF〕

$$Z = \frac{E}{I} = \frac{500}{50} = 10\ \Omega$$

電圧に対して電流が遅れなので誘導性負荷（コイル）

$\dot{Z} = j\omega L = j10$

$$L = \frac{10}{\omega} = \frac{10}{1000} = 10\ \mathrm{mH}$$

(b) この回路素子に蓄えられるエネルギーの最大値 W_{max}〔J〕の値として，正しいのは次のうちどれか。

ただし，インダクタンスの場合には $\frac{1}{2}Li^2$ の，静電容量の場合には $\frac{1}{2}Cv^2$ のエネルギーが蓄えられるものとする。

(1) 125　(2) 25　(3) 12.5　(4) 6.25　(5) 2.5

$$W = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-3} \times 50^2 = 12.5\ \mathrm{J}$$

R05下 問9

問９　次式に示す電圧 e [V]及び電流 i [A]による電力の値[kW]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$e = 100\sin\omega t + 50\sin\left(3\omega t - \frac{\pi}{6}\right)\ [\mathrm{V}]$$

$$i = 20\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) + 10\sqrt{3}\sin\left(3\omega t + \frac{\pi}{6}\right)\ [\mathrm{A}]$$

(1) 0.95　　(2) 1.08　　(3) 1.16　　(4) 1.29　　(5) 1.34

R05下 問9

問９　次式に示す電圧 e [V]及び電流 i [A]による電力の値[kW]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

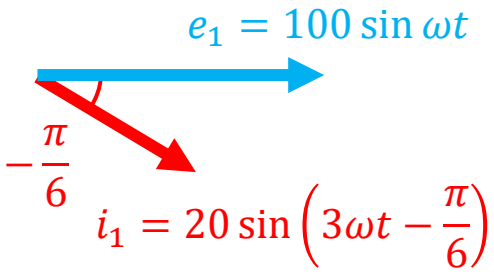
$$e = 100\sin\omega t + 50\sin\left(3\omega t - \frac{\pi}{6}\right)\ [\mathrm{V}]$$

$$i = 20\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) + 10\sqrt{3}\sin\left(3\omega t + \frac{\pi}{6}\right)\ [\mathrm{A}]$$

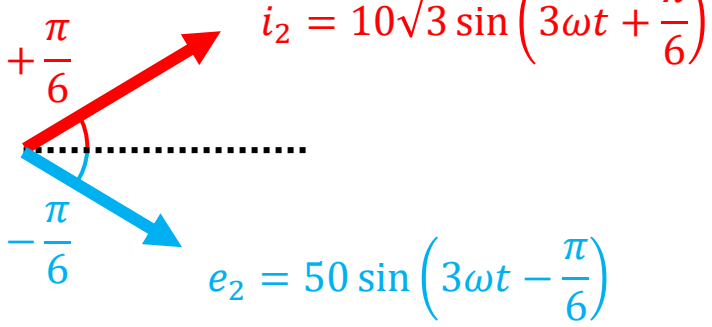
(1) 0.95　(2) 1.08　(3) 1.16　(4) 1.29　(5) 1.34

各周波数毎にベクトル図を考える

角周波数ω



角周波数3ω

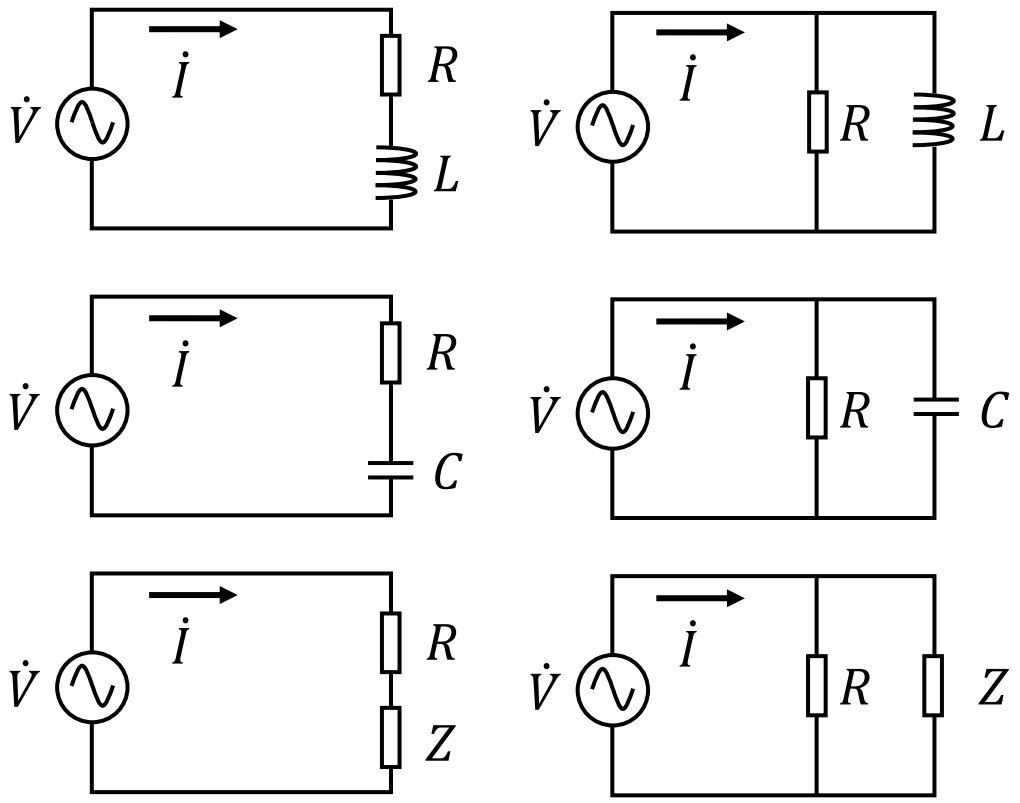


$$P_1 = \frac{100}{\sqrt{2}} \times \frac{20}{\sqrt{2}} \times \cos\frac{\pi}{6} = \frac{100}{\sqrt{2}} \times \frac{20}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2000\sqrt{3}}{4} = 866\ \mathrm{W}$$

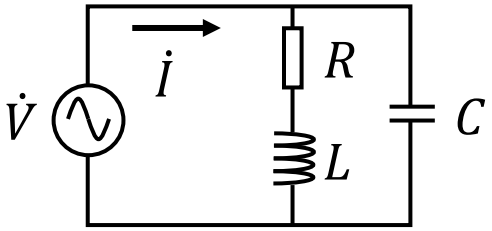
$$P_2 = \frac{50}{\sqrt{2}} \times \frac{10\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \times \cos\frac{\pi}{3} = \frac{50}{\sqrt{2}} \times \frac{10\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \times \frac{1}{2} = \frac{500\sqrt{3}}{4} = 217\ \mathrm{W}$$

$$P_1 + P_2 = 866 + 217 = 1083\ \mathrm{W} \sim 1.08\ \mathrm{kW}$$

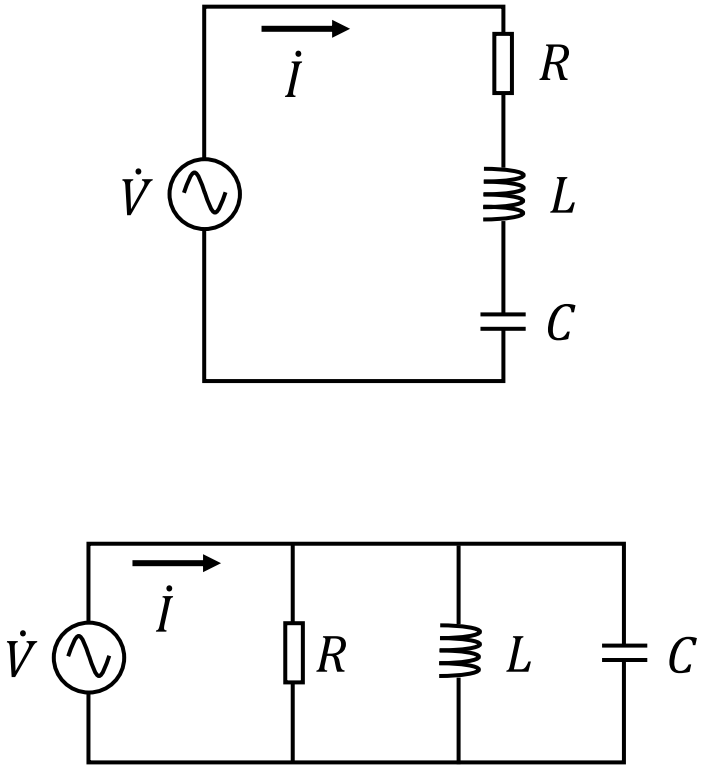
電験三種で出題される交流回路



素子が2種類
→ベクトルで解く



Cによる力率改善
→複素数で解く

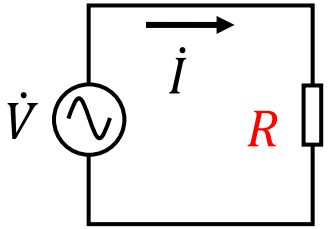


RLC直列/並列
→共振条件で解く

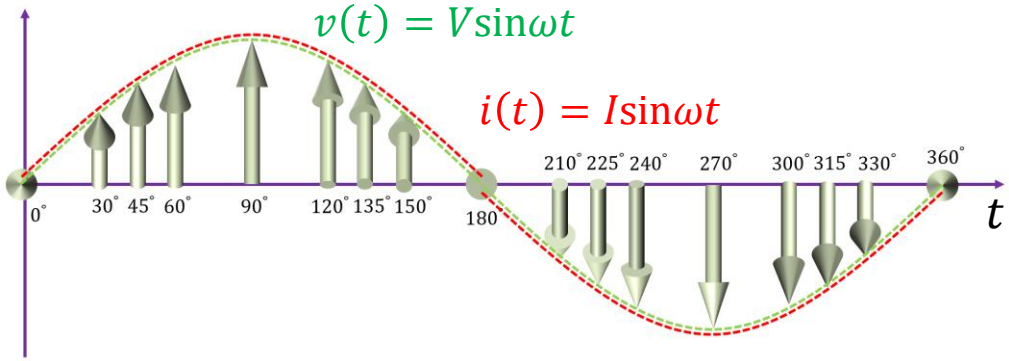
各素子の電圧と電流の関係

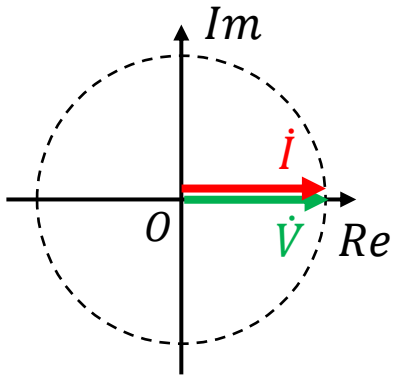
抵抗R

電圧と電流は同相



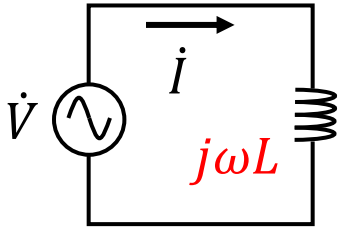
$\dot{V} = R\dot{I}$　　$\dot{I} = \dfrac{\dot{V}}{R}$



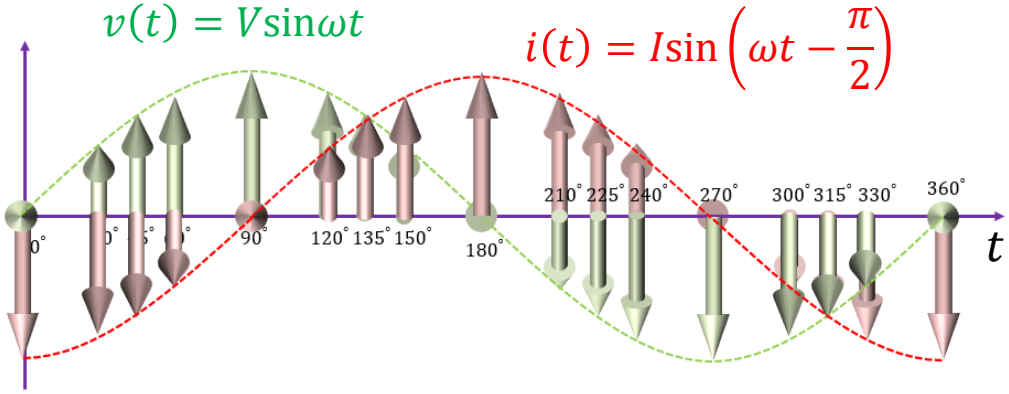


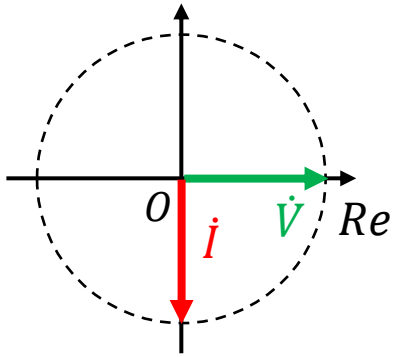
コイルL（誘導性リアクトル）

電圧は電流より進む
電流は電圧より遅れる



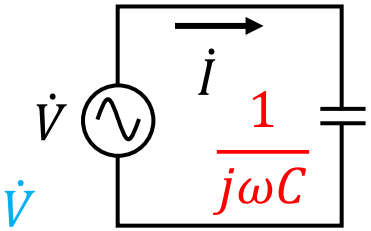
$\dot{V} = j\omega L\dot{I}$　$\dot{I} = -j\dfrac{\dot{V}}{\omega L}$



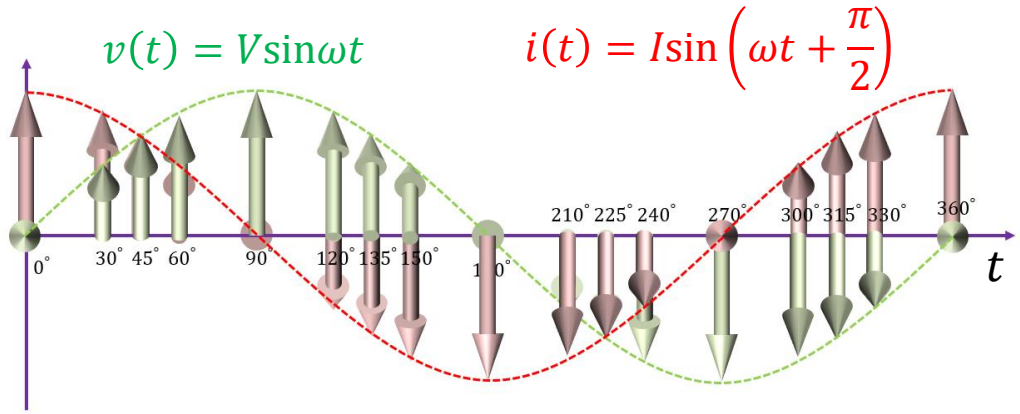


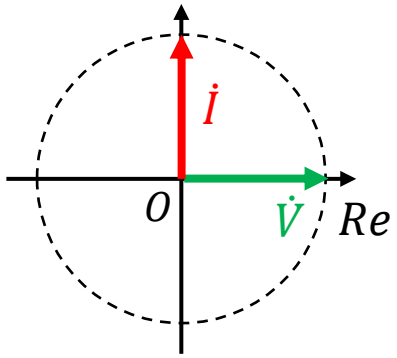
コンデンサC（容量性リアクトル）

電圧は電流より遅れる
電流は電圧より進む

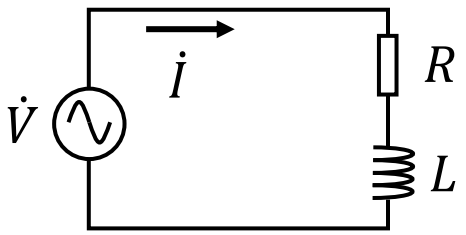


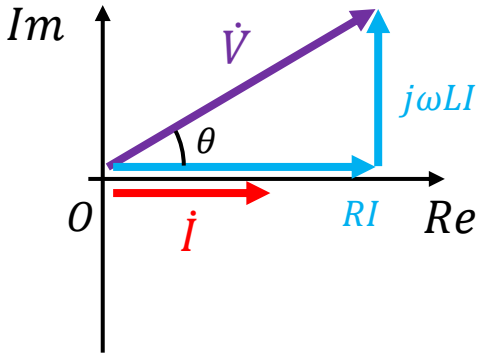
$\dot{V} = -j\dfrac{\dot{I}}{\omega C}$　$\dot{I} = j\omega C\dot{V}$



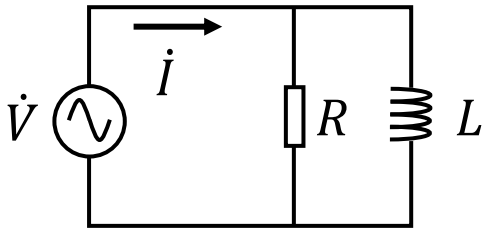


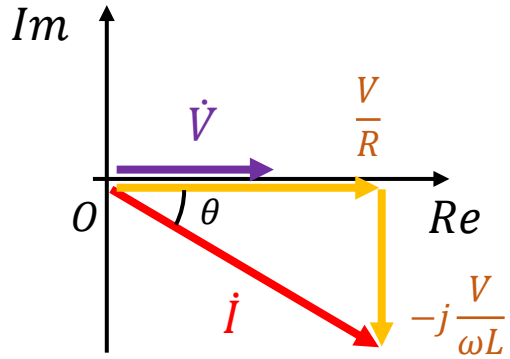
回路とベクトル



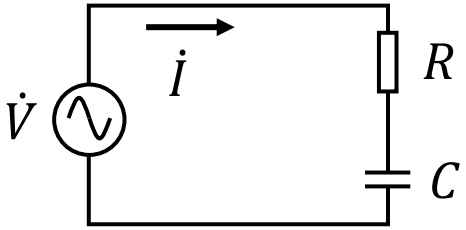


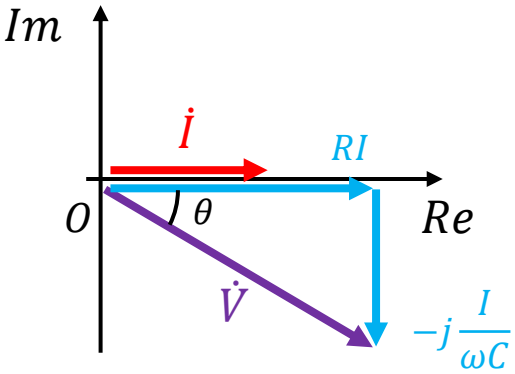
電流は電圧より遅れる



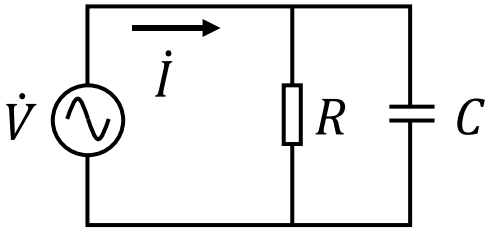


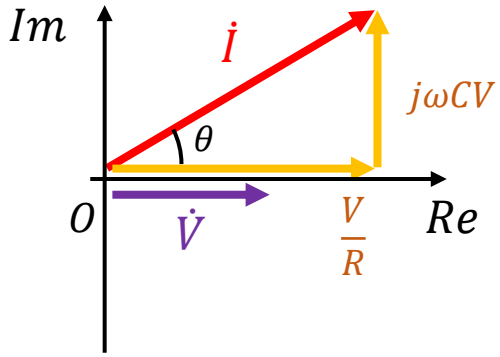
電流は電圧より遅れる





電流は電圧より進む





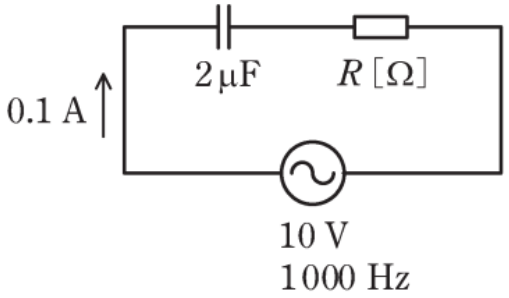
電流は電圧より進む

直列回路は**電流を基準**に作図

並列回路は**電圧を基準**に作図

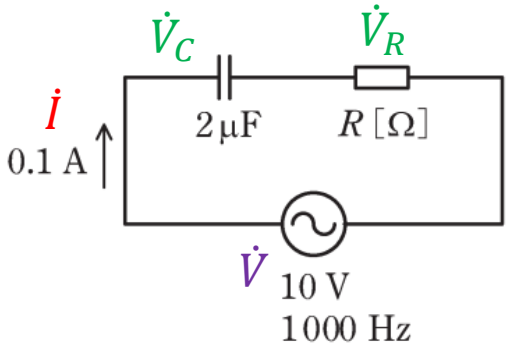
R02 問8

問８　図のように，静電容量 2 μF のコンデンサ，R[Ω]の抵抗を直列に接続した。この回路に，正弦波交流電圧 10 V，周波数 1 000 Hz を加えたところ，電流 0.1 A が流れた。抵抗 R の値[Ω]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



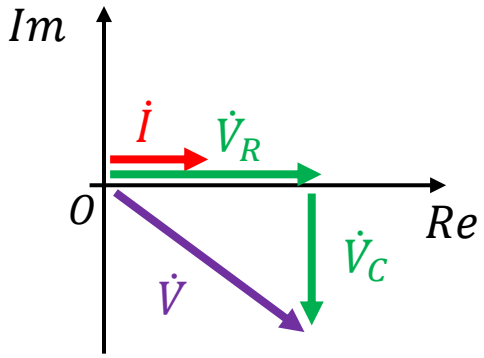
(1) 4.50　(2) 20.4　(3) 30.3　(4) 60.5　(5) 79.6

R02 問8



直列回路でベクトルを描く場合
→電流基準が描くやすい

抵抗の電圧$\dot{V}_R$ →電圧と電流は同相
コンデンサの電圧$\dot{V}_C$ →電圧は電流より遅れる



$\dot{V}_R$と$\dot{V}_C$を式で表す

$$\dot{V}_R = R\dot{I}$$

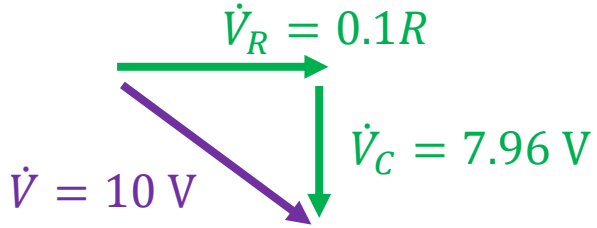
$$\dot{V}_c = \frac{1}{j\omega C}\dot{I} = -j\frac{1}{\omega C}\dot{I}$$

$\dot{V}_R$と$\dot{V}_C$の大きさをそれぞれ求める

$$V_R = R \times I = R \times 0.1 = 0.1R$$

$$V_C = \frac{I}{\omega C} = \frac{0.1}{2\pi \times 1000 \times 2 \times 10^{-6}} = 7.96\ \mathrm{V}$$

ベクトル図で$\dot{V}, \dot{V}_R, \dot{V}_C$の大きさを結びつける



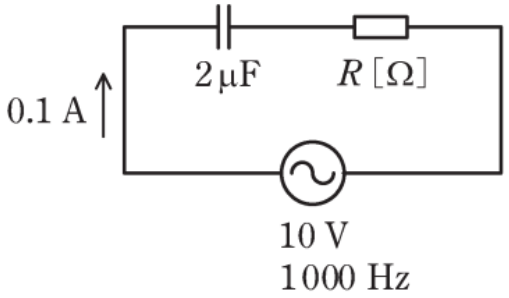
$$V_R = 0.1R = \sqrt{10^2 - 7.96^2} = 6.053\ \mathrm{V}$$

$$\therefore R = 60.53\ \Omega$$

＜ベクトルによる計算のポイント＞
→各成分の大きさと位相の計算を分けて考える
・大きさの計算→オームの法則に従う
・位相の計算→ベクトル図を描く

R02 問8

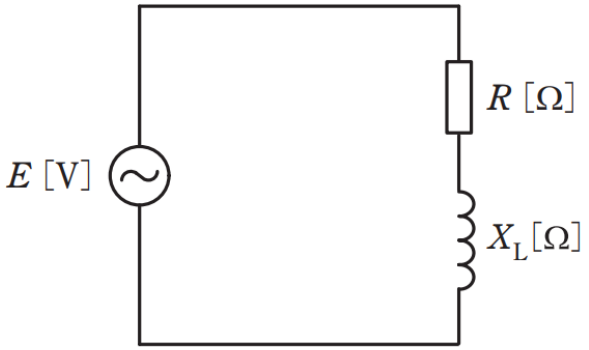
問８　図のように，静電容量 2 μF のコンデンサ，R[Ω]の抵抗を直列に接続した。この回路に，正弦波交流電圧 10 V，周波数 1 000 Hz を加えたところ，電流 0.1 A が流れた。抵抗 R の値[Ω]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 4.50　(2) 20.4　(3) 30.3　(4) 60.5　(5) 79.6

R05上　問9

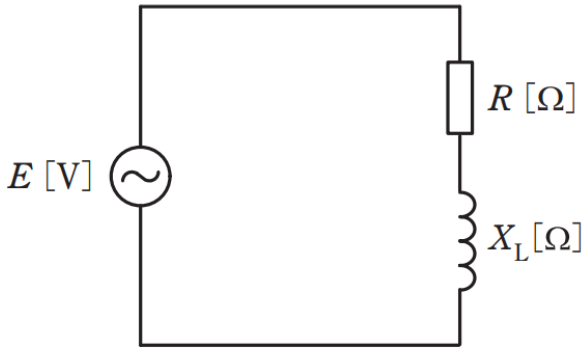
問９　図のように，抵抗 R [Ω]と誘導性リアクタンス X_L [Ω]が直列に接続された交流回路がある。$\dfrac{R}{X_L}=\dfrac{1}{\sqrt{2}}$ の関係があるとき，この回路の力率 $\cos\phi$ の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 0.43　　(2) 0.50　　(3) 0.58　　(4) 0.71　　(5) 0.87

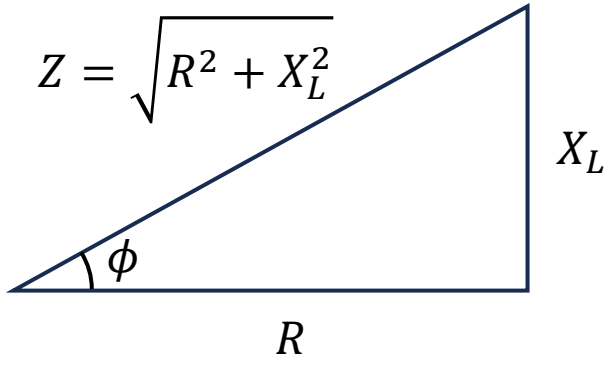
R05上 問9

問９　図のように，抵抗 R [Ω]と誘導性リアクタンス X_L [Ω]が直列に接続された交流回路がある。$\frac{R}{X_L}=\frac{1}{\sqrt{2}}$ の関係があるとき，この回路の力率 $\cos\phi$ 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) 0.43　　(2) 0.50　　(3) 0.58　　(4) 0.71　　(5) 0.87

インピーダンス三角形を考える



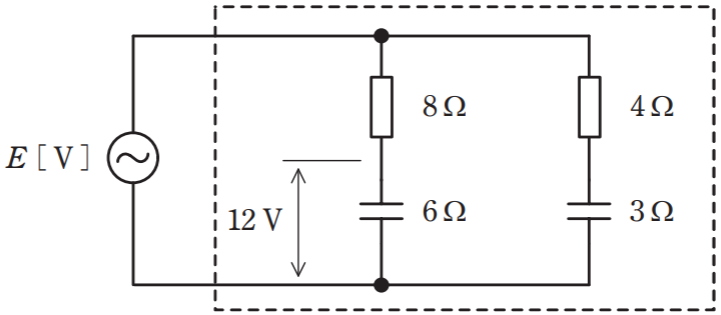
$$\frac{R}{X_L}=\frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow X_L=\sqrt{2}R$$

$$Z=\sqrt{R^2+X_L^2}=\sqrt{R^2+2R^2}=\sqrt{3}R$$

$$\cos\phi=\frac{R}{Z}=\frac{R}{\sqrt{3}R}=\frac{1}{\sqrt{3}}\sim 0.58$$

R04下　問9

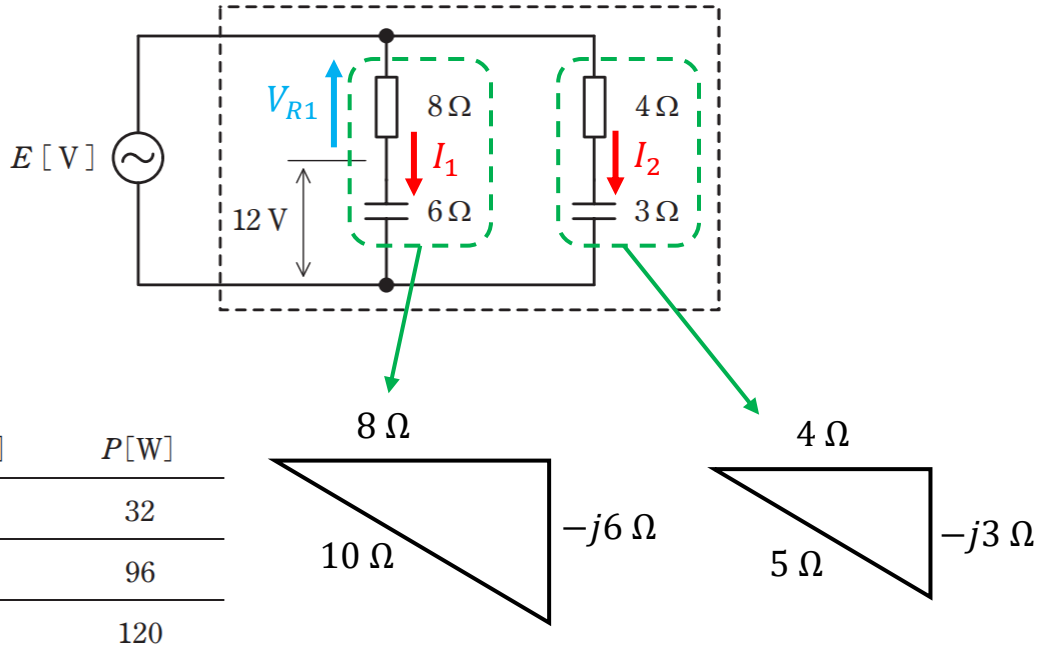
問９　図のような RC 交流回路がある。この回路に正弦波交流電圧 E[V]を加えたとき，容量性リアクタンス 6 Ωのコンデンサの端子間電圧の大きさは 12 V であった。このとき，E[V]と図の破線で囲んだ回路で消費される電力 P[W]の値の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



	E[V]	P[W]
(1)	20	32
(2)	20	96
(3)	28	120
(4)	28	168
(5)	40	309

R04下　問9

問９　図のような RC 交流回路がある。この回路に正弦波交流電圧 E[V]を加えたとき，容量性リアクタンス 6 Ωのコンデンサの端子間電圧の大きさは 12 V であった。このとき，E[V]と図の破線で囲んだ回路で消費される電力 P[W]の値の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



	E[V]	P[W]
(1)	20	32
(2)	20	96
(3)	28	120
(4)	28	168
(5)	40	309

コンデンサに流れる電流I_1は

$$I_1 = \frac{12}{6} = 2\ \mathrm{A}$$

抵抗8 Ωの消費電力P_1は

$$P_1 = 8 \times I_1^2 = 8 \times 2^2 = 32\ \mathrm{W}$$

抵抗8Ωの電圧降下V_{R1}は

$$V_{R1} = 8 \times 2 = 16\ \mathrm{V}$$

電源電圧は

$$E = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20\ \mathrm{V}$$

抵抗4 Ωに流れる電流I_2は

$$I_2 = \frac{E}{\sqrt{4^2 + 3^2}} = \frac{20}{5} = 4\ \mathrm{A}$$

抵抗4 Ωの消費電力P_2は

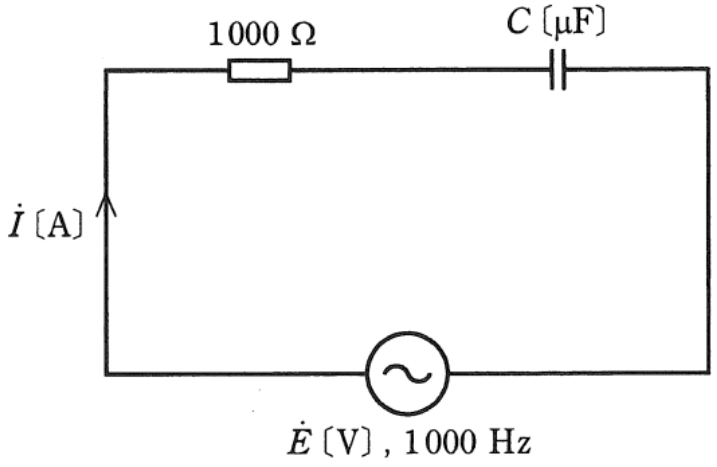
$$P_2 = 4 \times I_2^2 = 4 \times 4^2 = 64\ \mathrm{W}$$

全体の消費電力Pは

$$P = P_1 + P_2 = 32 + 64 = 96\ \mathrm{W}$$

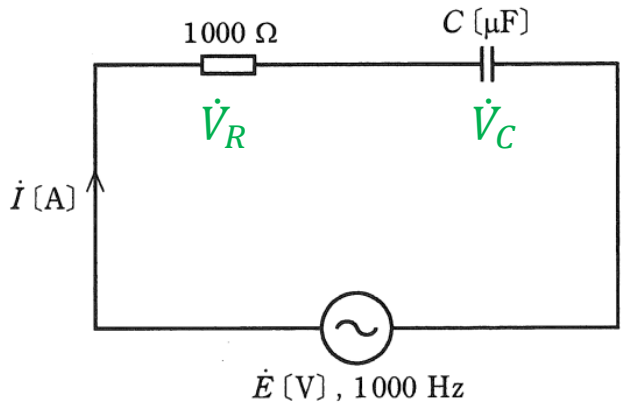
H23 問9

問９　図のように，1000〔Ω〕の抵抗と静電容量 C〔μF〕のコンデンサを直列に接続した交流回路がある。いま，電源の周波数が1000〔Hz〕のとき，電源電圧 $\dot{E}$〔V〕と電流 $\dot{I}$〔A〕の位相差は $\frac{\pi}{3}$〔rad〕であった。このとき，コンデンサの静電容量 C〔μF〕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)　0.053　　(2)　0.092　　(3)　0.107　　(4)　0.159　　(5)　0.258

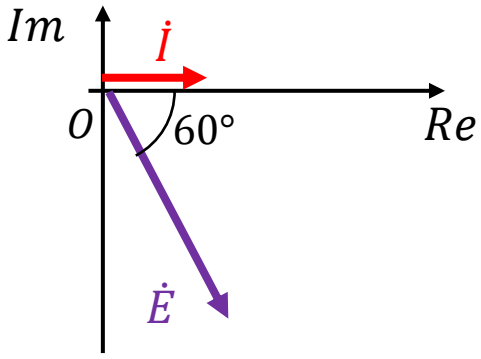
H23 問9

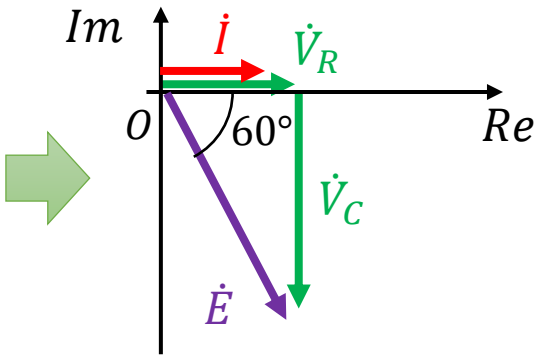


直列回路でベクトルを描く場合
→電流基準が描くやすい

抵抗の電圧$\dot{V}_R$
→電圧と電流は同相

コンデンサの電圧$\dot{V}_C$
→電圧は電流より遅れる





$\dot{V}_R$と$\dot{V}_C$を式で表す

$$\dot{V}_R = R\dot{I}$$

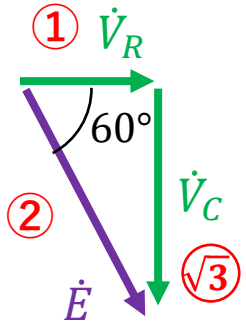
$$\dot{V}_c = \frac{1}{j\omega C}\dot{I} = -j\frac{1}{\omega C}\dot{I}$$

$\dot{V}_R$と$\dot{V}_C$の大きさをそれぞれ求める

$$V_R = R \times I = 1000I$$

$$V_C = \frac{I}{\omega C} = \frac{I}{2\pi \times 1000 \times C}$$

ベクトル図で$\dot{E}, \dot{V}_R, \dot{V}_C$の大きさを結びつける

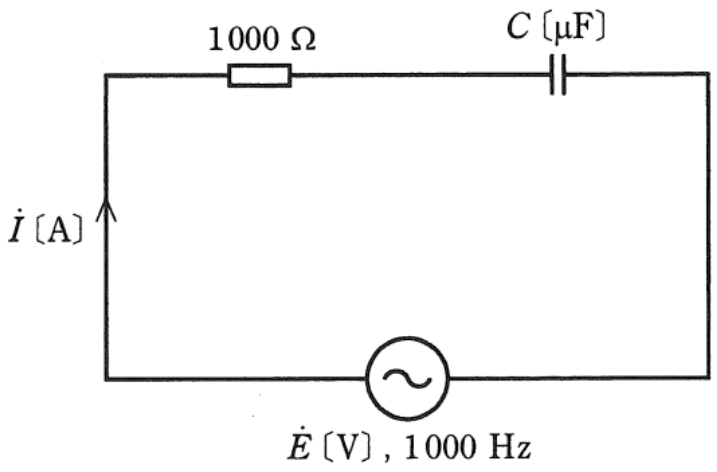


$$\frac{V_C}{V_R} = \frac{\frac{I}{2\pi \times 1000 \times C}}{1000I} = \frac{1}{2\pi \times 1000^2 \times C} = \frac{\sqrt{3}}{1}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \times 1000^2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.092\ \mu\mathrm{F}$$

H23 問9

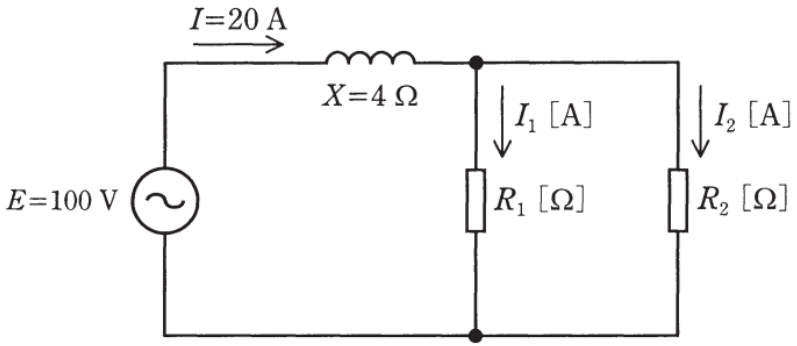
問９　図のように，1000〔Ω〕の抵抗と静電容量 C〔μF〕のコンデンサを直列に接続した交流回路がある。いま，電源の周波数が1000〔Hz〕のとき，電源電圧 $\dot{E}$〔V〕と電流 $\dot{I}$〔A〕の位相差は $\frac{\pi}{3}$〔rad〕であった。このとき，コンデンサの静電容量 C〔μF〕の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1)　0.053　　(2)　0.092　　(3)　0.107　　(4)　0.159　　(5)　0.258

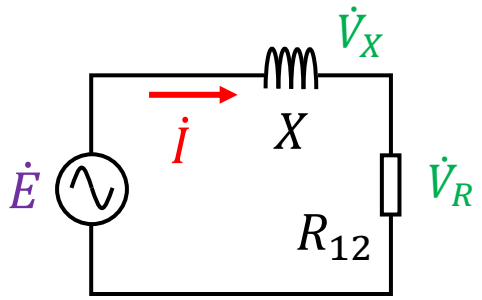
H29 問8

問８　図のように，交流電圧 $E=100$ V の電源，誘導性リアクタンス $X=4\ \Omega$ のコイル，R_1[Ω]，R_2[Ω]の抵抗からなる回路がある。いま，回路を流れる電流の値が $I=20$ A であり，また，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1[A]と抵抗 R_2 に流れる電流 I_2[A]との比が，$I_1 : I_2=1 : 3$ であった。このとき，抵抗 R_1 の値[Ω]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 1.0　　(2) 3.0　　(3) 4.0　　(4) 9.0　　(5) 12

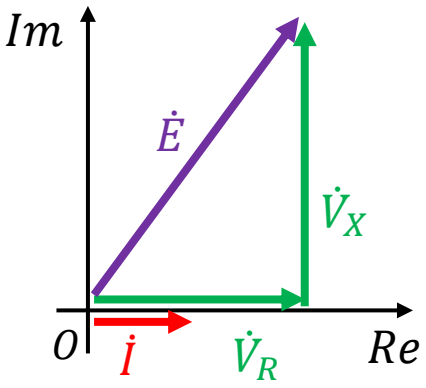
H29 問8



直列回路でベクトルを描く場合
→電流基準が描くやすい

抵抗の電圧
→電圧と電流は同相

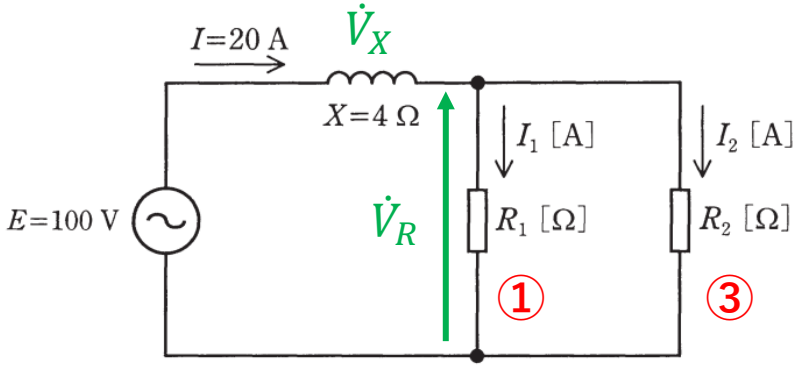
コイルの電圧
→電圧は電流より進む



$$V_R = \sqrt{E^2 - V_X^2}$$

V_Rを求める

$$V_R = 20R_{12} = \sqrt{E^2 - V_X^2}$$
$$= \sqrt{100^2 - 80^2} = 60\ \mathrm{V}$$



V_XとV_Rを式で表す

$\dot{V}_X = jX\dot{I}$
$\rightarrow V_L = XI = 4 \times 20 = 80\ \mathrm{V}$

$\dot{V}_R = R_{12}\dot{I}$
$\rightarrow V_R = R_{12}I = 20R_{12}$

R_1を求める

$V_R = 20R_{12} = 60 \rightarrow R_{12} = 3\ \Omega$

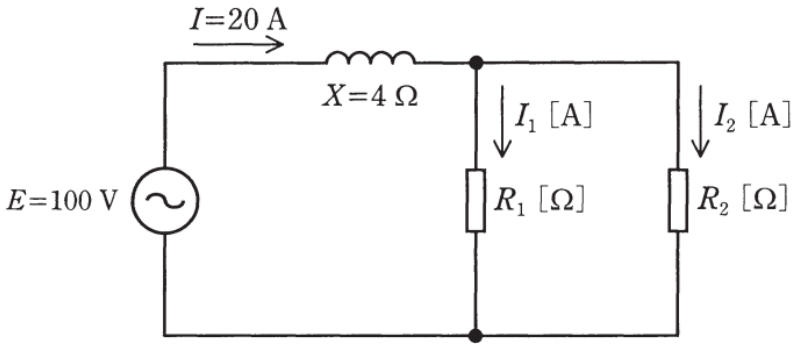
$$I_1 : I_2 = 1 : 3 = R_2 : R_1 \rightarrow R_1 = 3R_2 \rightarrow R_2 = \frac{1}{3}R_1$$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 \frac{1}{3}R_1}{R_1 + \frac{1}{3}R_1} = \frac{R_1^2}{4R_1} = \frac{R_1}{4}$$

$$\rightarrow R_1 = 4R_{12} = 4 \times 3 = 12\ \Omega$$

H29 問8

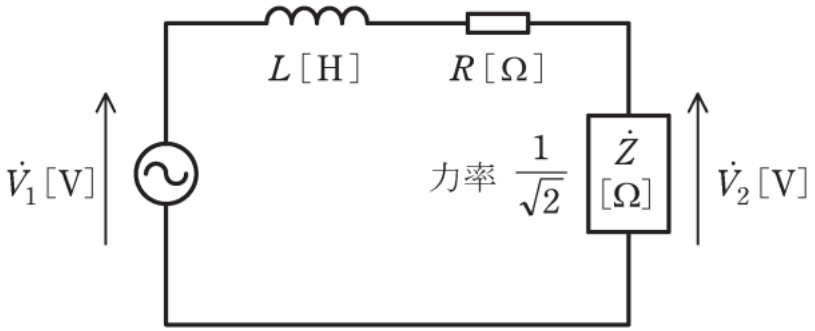
問８　図のように，交流電圧 $E=100$ V の電源，誘導性リアクタンス $X=4\ \Omega$ のコイル，R_1[Ω]，R_2[Ω]の抵抗からなる回路がある。いま，回路を流れる電流の値が $I=20$ A であり，また，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1[A]と抵抗 R_2 に流れる電流 I_2[A]との比が，$I_1 : I_2=1 : 3$ であった。このとき，抵抗 R_1 の値[Ω]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 1.0　　(2) 3.0　　(3) 4.0　　(4) 9.0　　(5) 12

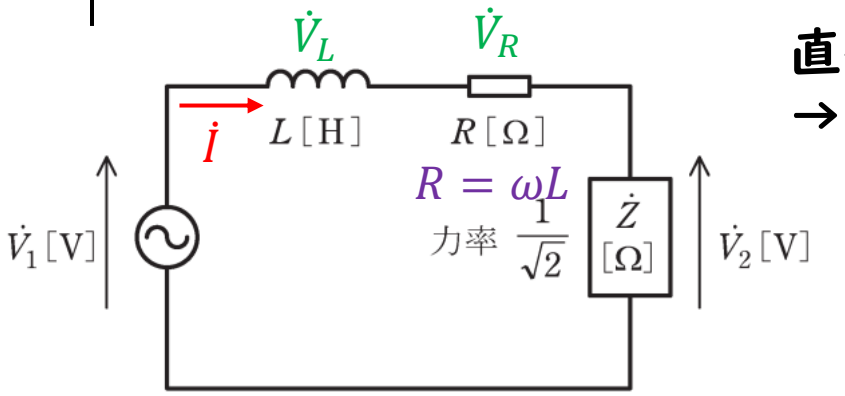
H30 問8

問８　図のように，角周波数ω［rad/s］の交流電源と力率$\dfrac{1}{\sqrt{2}}$の誘導性負荷$\dot{Z}$［Ω］との間に，抵抗値R［Ω］の抵抗器とインダクタンスL［H］のコイルが接続されている。$R=\omega L$ とするとき，電源電圧$\dot{V}_1$［V］と負荷の端子電圧$\dot{V}_2$［V］との位相差の値［°］として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 0　　(2) 30　　(3) 45　　(4) 60　　(5) 90

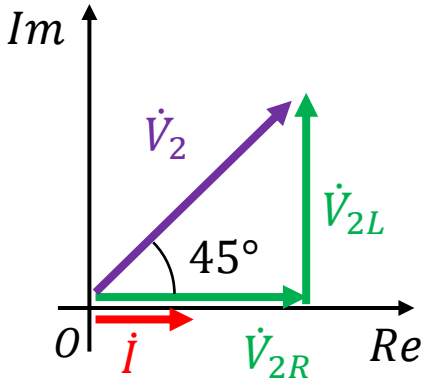
H30 問8

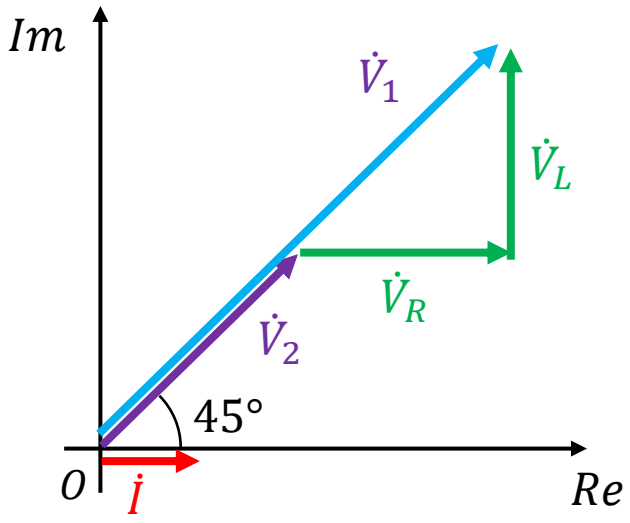


直列回路でベクトルを描く場合
→電流基準が描くやすい

抵抗の電圧
→電圧と電流は同相

コイルの電圧
→電圧は電流より進む





力率→角度に換算する

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \cos\theta \ \rightarrow \theta = \frac{\pi}{4}\ [\mathrm{rad}] = 45°$$

誘導性負荷→抵抗とコイルの直列負荷
容量性負荷→抵抗とコンデンサの直列負荷

$\dot{V}_2$の成分V_{2R}とV_{2L}を式で表す

$$V_{2R} = \frac{V_2}{\sqrt{2}}$$

$$V_{2L} = \frac{V_2}{\sqrt{2}}$$

V_LとV_Rを式で表す

$$\dot{V}_L = j\omega L\dot{I} \ \rightarrow V_L = \omega LI$$

$$\dot{V}_R = R\dot{I} \ \rightarrow V_R = \omega LI$$

$\dot{V}_1$を実数成分と虚数成分に分解する

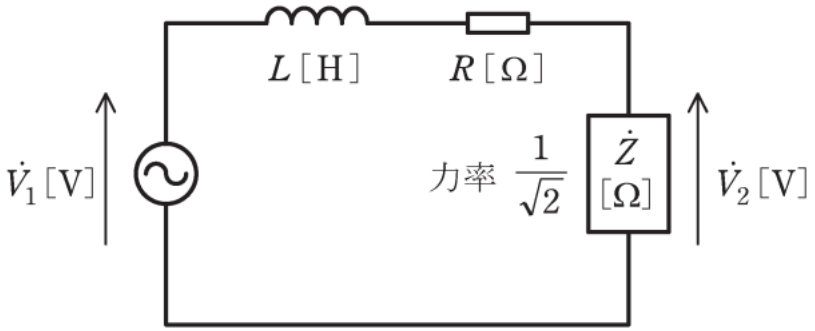
$$Re(\dot{V}_1) = V_{2R} + V_R = \frac{V_2}{\sqrt{2}} + \omega LI$$

$$Im(\dot{V}_1) = V_{2L} + V_L = \frac{V_2}{\sqrt{2}} + \omega LI$$

実数成分と虚数成分の大きさが等しいので$\dot{V}_1$の位相は45°
→従って、$\dot{V}_1$と$\dot{V}_2$は同相（位相差0°）

H30 問8

問８　図のように，角周波数ω［rad/s］の交流電源と力率$\frac{1}{\sqrt{2}}$の誘導性負荷$\dot{Z}$［Ω］との間に，抵抗値R［Ω］の抵抗器とインダクタンスL［H］のコイルが接続されている。$R=\omega L$ とするとき，電源電圧$\dot{V}_1$［V］と負荷の端子電圧$\dot{V}_2$［V］との位相差の値［°］として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 0　　(2) 30　　(3) 45　　(4) 60　　(5) 90

H25 問9

問９　図１のように，R〔Ω〕の抵抗，インダクタンスL〔H〕のコイル，静電容量C〔F〕のコンデンサからなる並列回路がある。この回路に角周波数ω〔rad/s〕の交流電圧v〔V〕を加えたところ，この回路に流れる電流はi〔A〕であった。電圧v〔V〕及び電流i〔A〕のベクトルをそれぞれ電圧$\dot{V}$〔V〕と電流$\dot{I}$〔A〕とした場合，両ベクトルの関係を示す図２（ア，イ，ウ）及びv〔V〕とi〔A〕の時間t〔s〕の経過による変化を示す図３（エ，オ，カ）の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，$R \gg \omega L$ 及び $\omega L = \dfrac{2}{\omega C}$ とし，一切の過渡現象は無視するものとする。

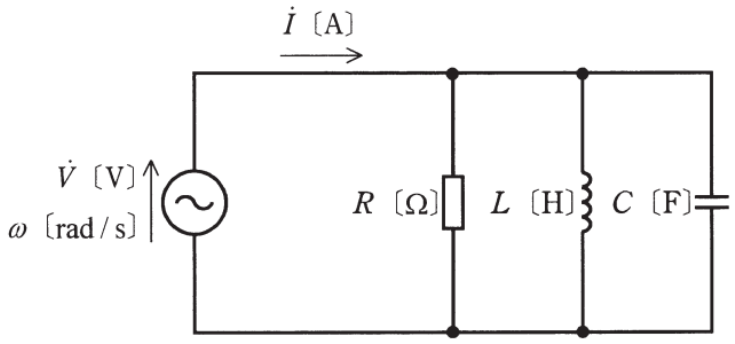


図１

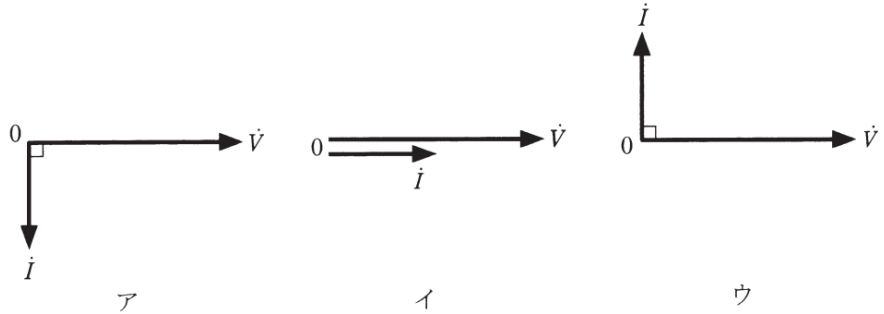


図２

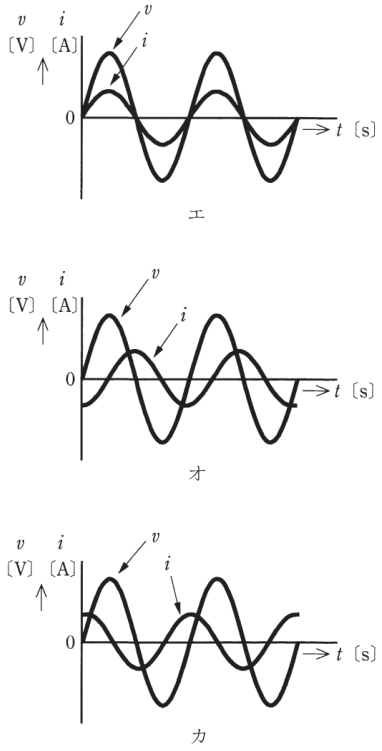
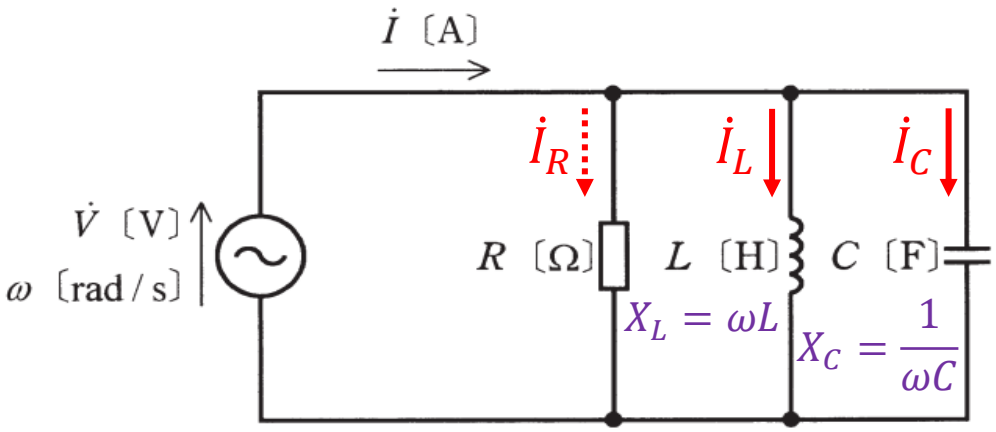


図３

	図２	図３
(1)	ア	オ
(2)	ア	カ
(3)	イ	エ
(4)	ウ	オ
(5)	ウ	カ

H25 問9



$R \gg \omega L \rightarrow R \gg X_L$

$\omega L = \frac{2}{\omega C} \rightarrow X_L = 2X_C$

並列回路でベクトルを描く場合
→電圧基準が描くやすい

抵抗の電流　→電流と電圧は同相

コイルの電流　→電流は電圧より遅れる

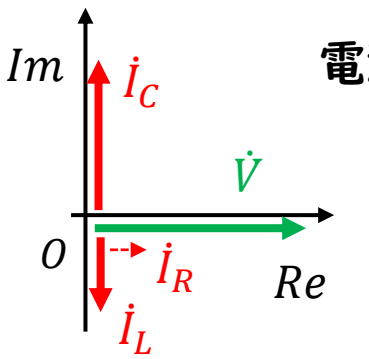
コンデンサの電流　→電流は電圧より進む

I_R, I_L, I_Cを式で表す

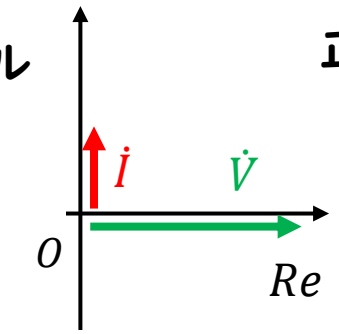
$$I_R = \frac{V}{R} \sim 0$$

$$I_C = \frac{V}{X_C}$$

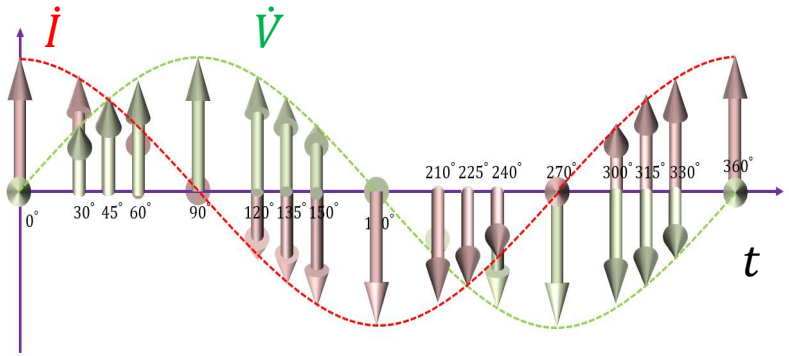
$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{V}{2X_C} = \frac{I_C}{2}$$



電流ベクトルを合成



正弦波で表現



H25 問9

問９　図１のように，R〔Ω〕の抵抗，インダクタンスL〔H〕のコイル，静電容量C〔F〕のコンデンサからなる並列回路がある。この回路に角周波数ω〔rad/s〕の交流電圧v〔V〕を加えたところ，この回路に流れる電流はi〔A〕であった。電圧v〔V〕及び電流i〔A〕のベクトルをそれぞれ電圧$\dot{V}$〔V〕と電流$\dot{I}$〔A〕とした場合，両ベクトルの関係を示す図２（ア，イ，ウ）及びv〔V〕とi〔A〕の時間t〔s〕の経過による変化を示す図３（エ，オ，カ）の組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，$R \gg \omega L$ 及び $\omega L = \dfrac{2}{\omega C}$ とし，一切の過渡現象は無視するものとする。

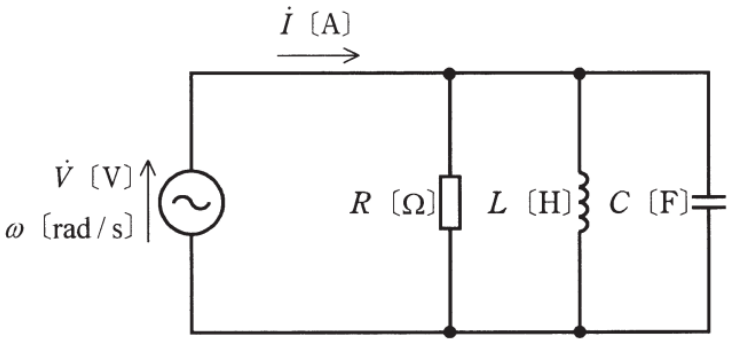


図１

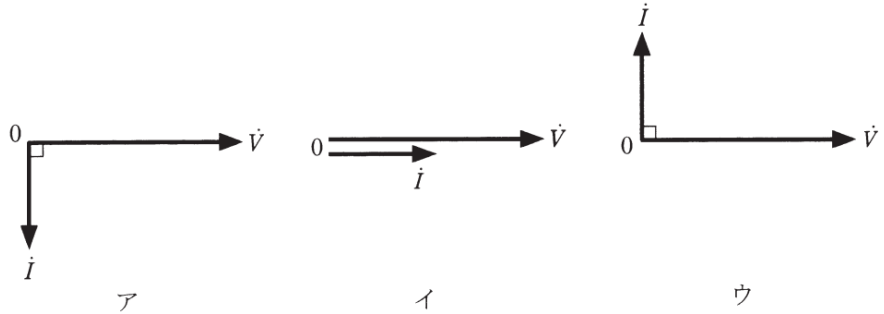


図２

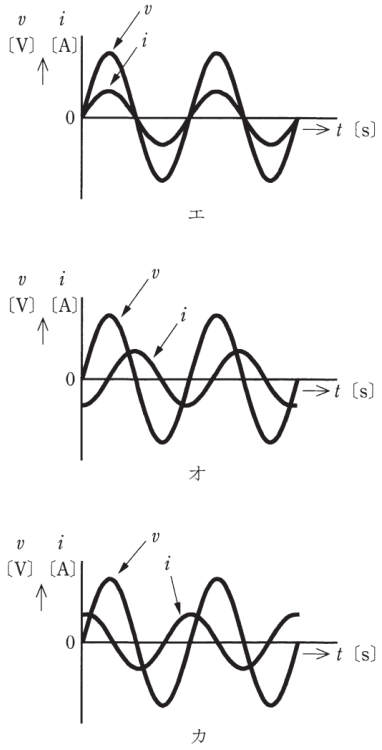


図３

	図２	図３
(1)	ア	オ
(2)	ア	カ
(3)	イ	エ
(4)	ウ	オ
(5)	ウ	カ

H19 問9

問９　図１に示す，R〔Ω〕の抵抗，インダクタンスL〔H〕のコイル，静電容量C〔F〕のコンデンサからなる並列回路がある。この回路に角周波数ω〔rad/s〕の交流電圧$\dot{E}$〔V〕を加えたところ，この回路に流れる電流$\dot{I}$〔A〕，$\dot{I}_R$〔A〕，$\dot{I}_L$〔A〕，$\dot{I}_C$〔A〕のベクトル図が図２に示すようになった。このときのLとCの関係を表す式として，正しいのは次のうちどれか。

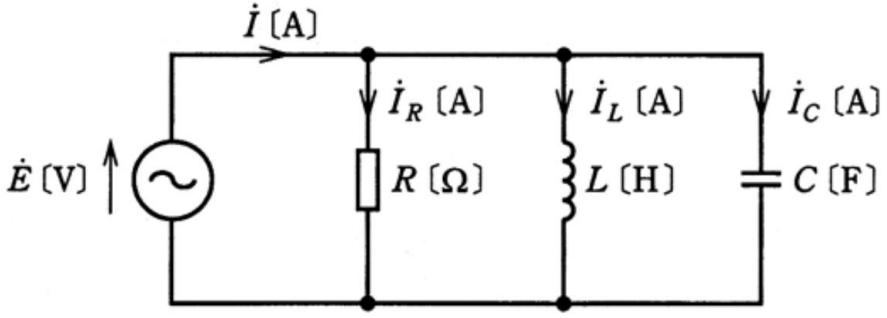


図 1

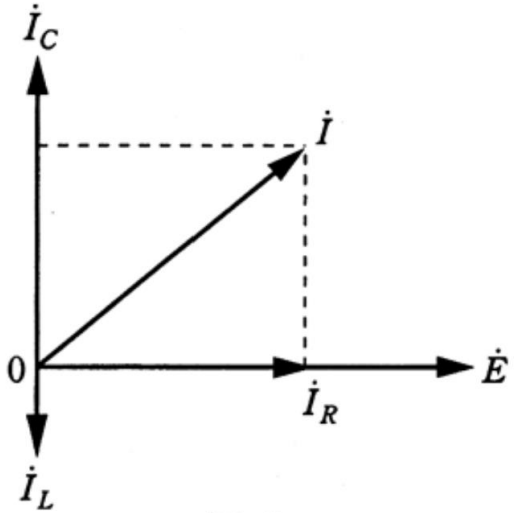


図 2

(1)　$\omega L < \dfrac{1}{\omega C}$　　(2)　$\omega L > \dfrac{1}{\omega C}$　　(3)　$\omega^2 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

(4)　$\omega L = \dfrac{1}{\omega C}$　　(5)　$R = \sqrt{\dfrac{L}{C}}$

H19 問9

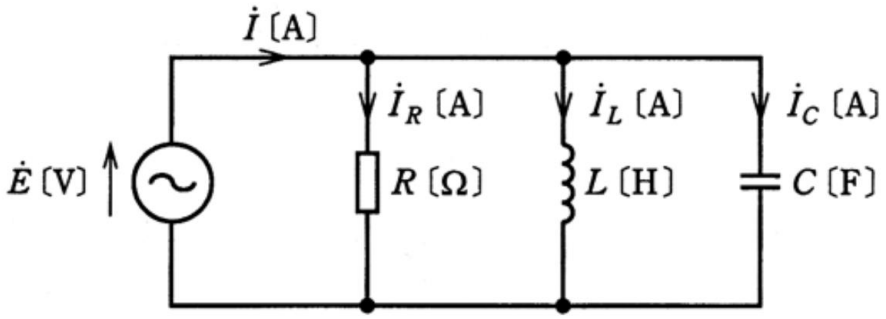


図 1

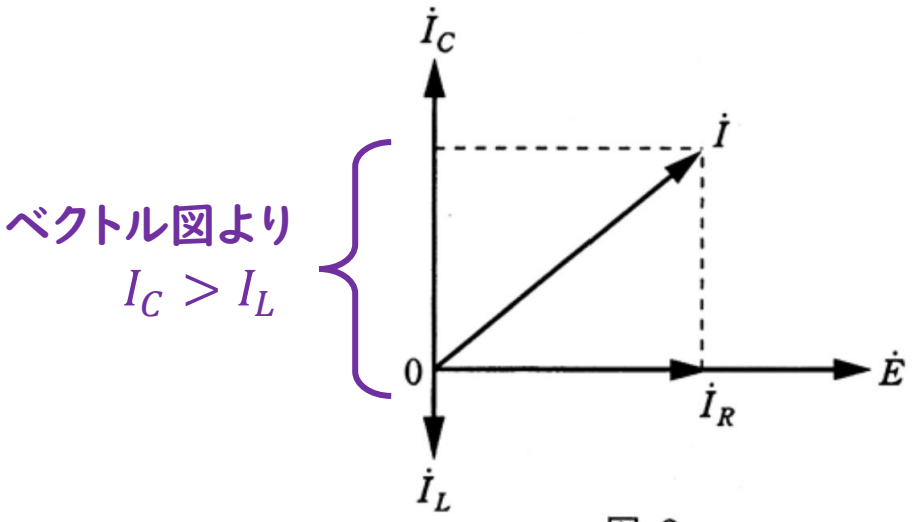


図 2

$$I_C = \frac{E}{1\omega C} = \omega CE$$

$$I_L = \frac{E}{\omega L}$$

$$I_C > I_L \rightarrow \omega CE > \frac{E}{\omega L} \rightarrow \omega C > \frac{1}{\omega L}$$

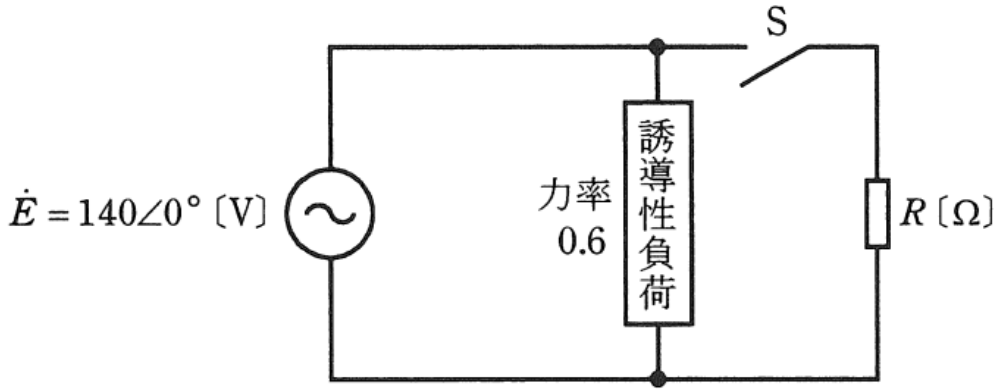
$$\therefore \omega L > \frac{1}{\omega C}$$

(1) $\omega L < \frac{1}{\omega C}$　(2) $\omega L > \frac{1}{\omega C}$　(3) $\omega^2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

(4) $\omega L = \frac{1}{\omega C}$　(5) $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$

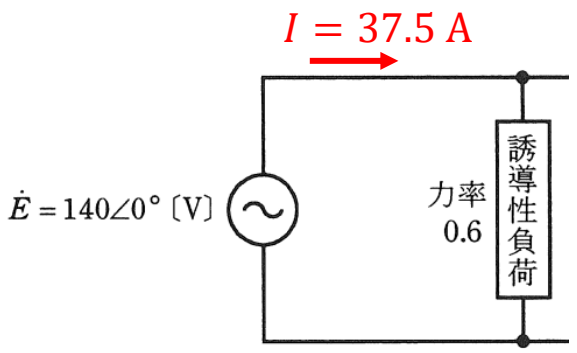
H23 問8

問８　図の交流回路において，電源電圧を$\dot{E}=140\angle 0°$〔V〕とする。いま，この電源に力率 0.6 の誘導性負荷を接続したところ，電源から流れ出る電流の大きさは 37.5〔A〕であった。次に，スイッチ S を閉じ，この誘導性負荷と並列に抵抗 R〔Ω〕を接続したところ，電源から流れ出る電流の大きさが 50〔A〕となった。このとき，抵抗 R〔Ω〕の大きさとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



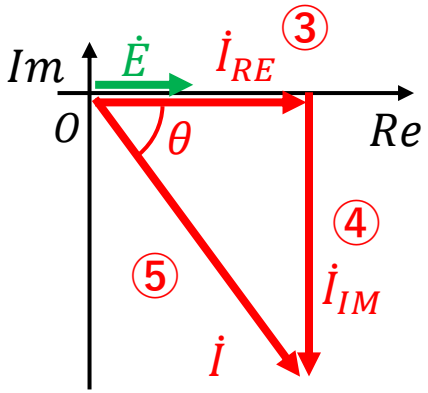
(1) 3.9　　(2) 5.6　　(3) 8.0　　(4) 9.6　　(5) 11.2

H23 問8

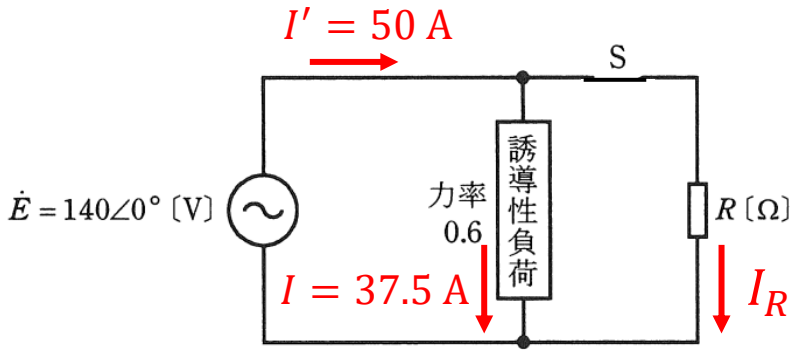


力率0.6 → $\cos\theta = 0.6$となる角度
→3:4:5の直角三角形

誘導性負荷→抵抗とコイルの直列負荷
→電流は電圧より遅れる

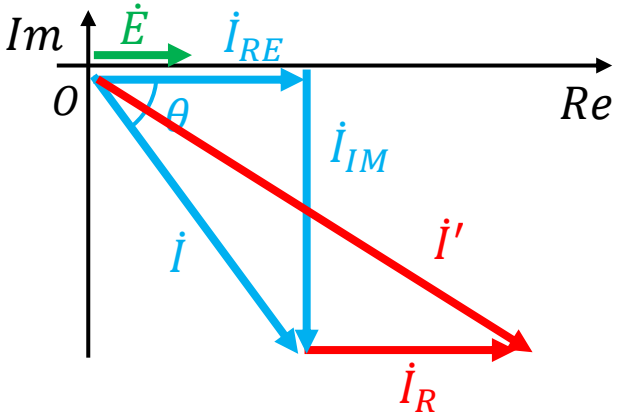


$$I = 37.5 \text{ A}$$
$$I_{RE} = \frac{3}{5} I = 22.5 \text{ A}$$
$$I_{IM} = \frac{4}{5} I = 30 \text{ A}$$



スイッチを閉じるとだけ電流$\dot{I}_R$が増える

$$\dot{I}' = \dot{I} + \dot{I}_R$$



$$I'^2 = (I_{RE} + I_R)^2 + I_{IM}^2 = 50^2$$

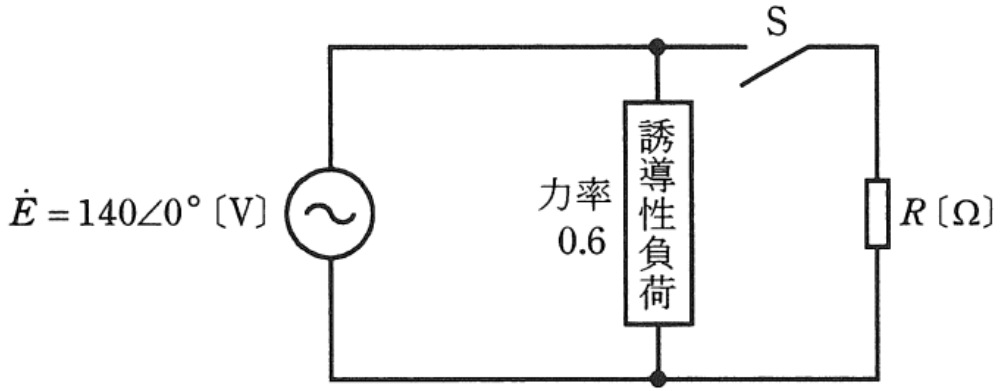
$$(22.5 + I_R)^2 + 30^2 = 50^2$$
$$(22.5 + I_R)^2 = 1600 = 40^2$$

$$22.5 + I_R = 40 \rightarrow I_R = 17.5 \text{ A}$$

$$R = \frac{E}{I_R} = \frac{140}{17.5} = 8\ \Omega$$

H23 問8

問８　図の交流回路において，電源電圧を$\dot{E}=140\angle 0°$〔V〕とする。いま，この電源に力率 0.6 の誘導性負荷を接続したところ，電源から流れ出る電流の大きさは 37.5〔A〕であった。次に，スイッチ S を閉じ，この誘導性負荷と並列に抵抗 R〔Ω〕を接続したところ，電源から流れ出る電流の大きさが 50〔A〕となった。このとき，抵抗 R〔Ω〕の大きさとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 3.9　　(2) 5.6　　(3) 8.0　　(4) 9.6　　(5) 11.2

ご聴講ありがとう
ございました！！