講義中の注意

〇講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。

〇進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。

〇質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

電験三種　ライブ講義

第8回　交流回路

2021.08.07 Sat

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

直流と交流の違い

直流回路 $V = RI$

電圧、電流、抵抗 →オームの法則の関係を満たす
→それぞれの“大きさ”のみを考える

交流回路 $v(t) = Zi(t), \quad \dot{V} = \dot{Z}\,\dot{I}, \quad \dot{V} = (R + jX)\,\dot{I},$

$$V\sin(\omega t + \theta') = (R + jX)\,I\sin(\omega t + \theta)$$

電圧、電流、インピーダンス →オームの法則の関係を満たす
→それぞれの“大きさ”と“位相”を考える

位相は“時間”に依存する

位相を表現するために三角関数（正弦波）、複素数、ベクトルを用いる

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN ＆ 電験どうでしょう

位相を求めるために

・三角関数(正弦波)を用いた計算
　→計算が複雑なので電験三種ではほぼ用いられない

・複素数を用いた計算
　→インピーダンス$Z = R + jX$が与えられる場合の電流や電圧を求める場合に有効(0°と90°の成分に分解しやすい)

・ベクトルを用いた計算
　→回路全体または一部の電流と電圧の関係が分かっていて、
　　他の電流や電圧を求める場合に有効
　　(回路全体の位相関係がベクトル図から直感的に分かる)

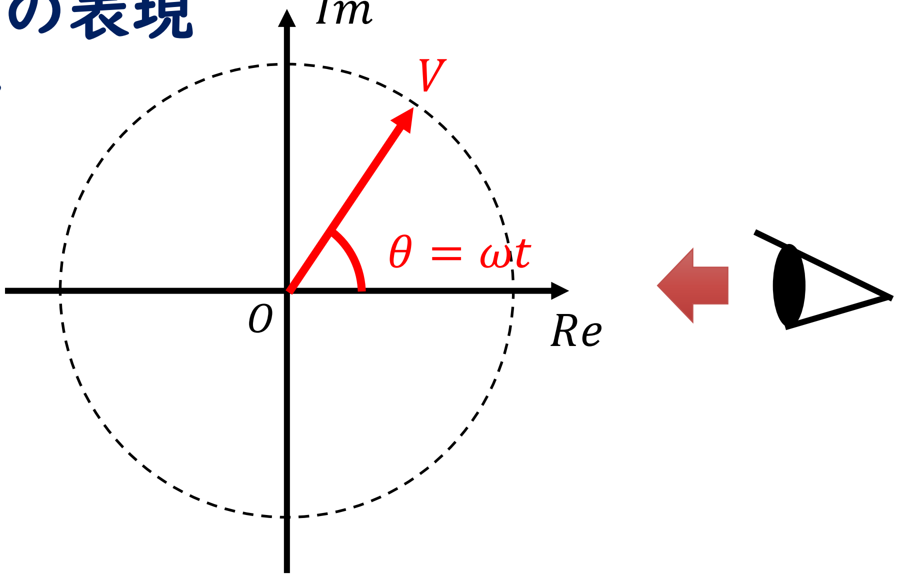
Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

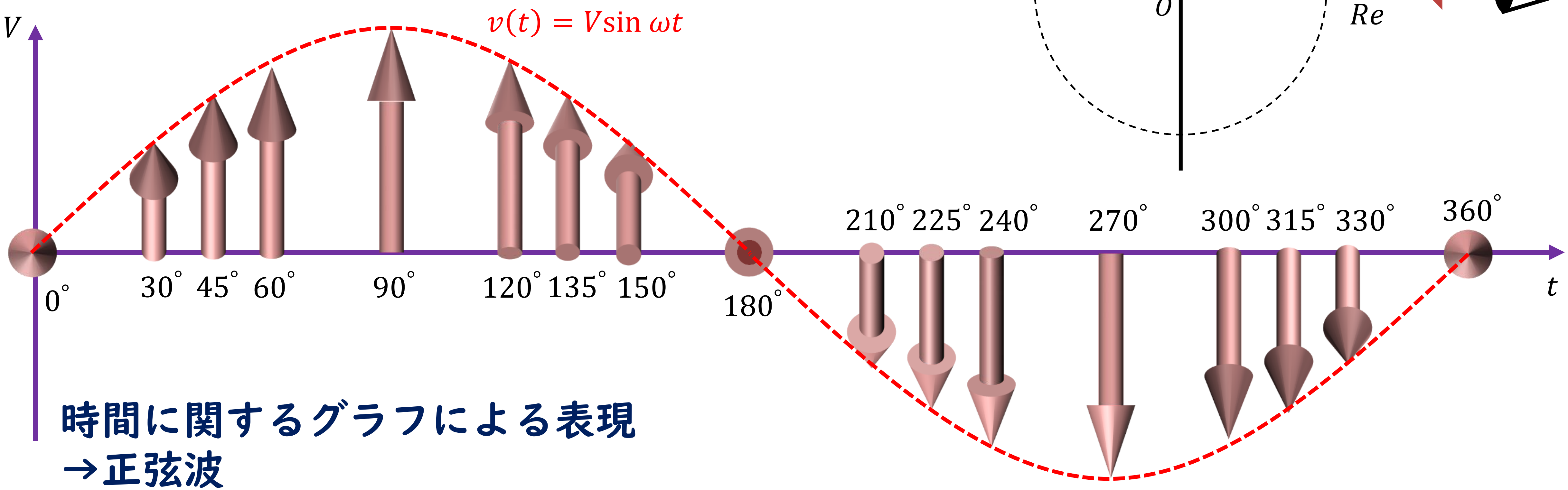
三角関数とベクトル

交流回路の電圧

$$v(t) = \underbrace{V}_{\text{振幅}} \underbrace{sin\omega t}_{\text{位相}} = \sqrt{2}\underbrace{V_{rms}}_{\text{実効値}}\ sin\omega t$$

複素平面上での表現
→ベクトル





時間に関するグラフによる表現
→正弦波

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

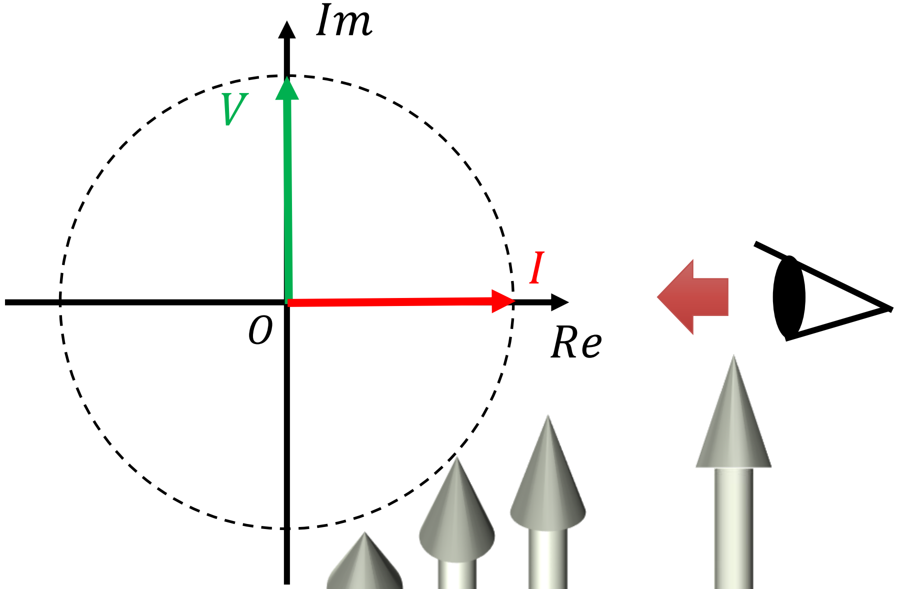
三角関数とベクトル

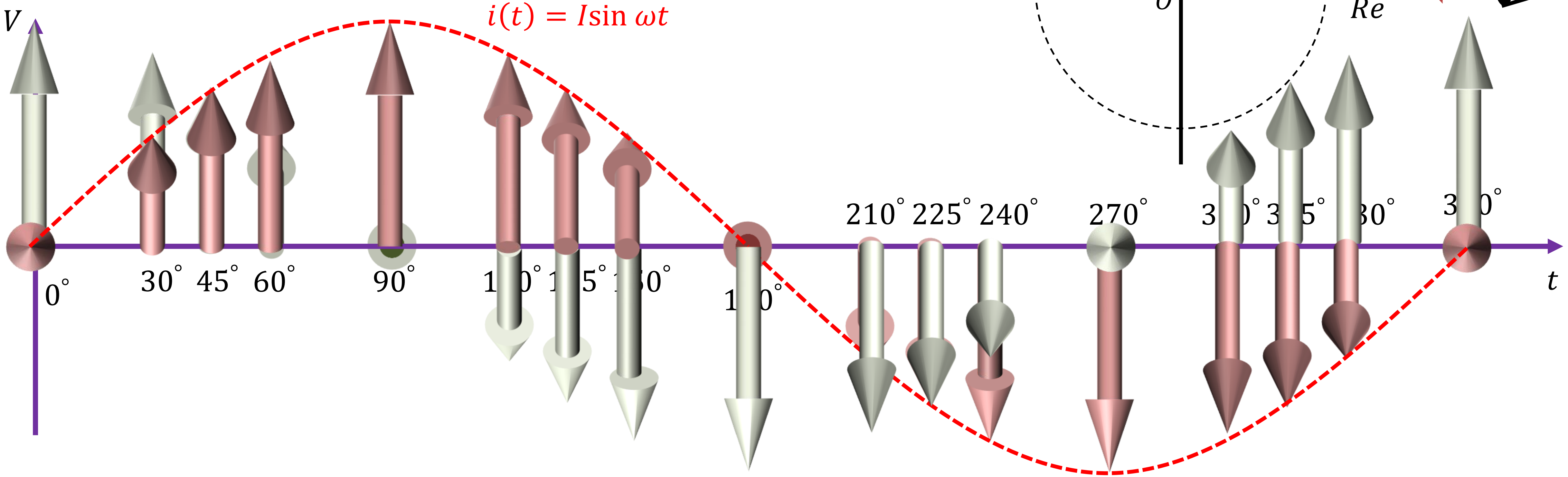
e-DEN【イーデン】 × 電験どうでしょう

交流回路の電圧

$$i(t) = I sin\omega t$$

$$v(t) = j\omega LI sin\omega t$$





三角関数とベクトル

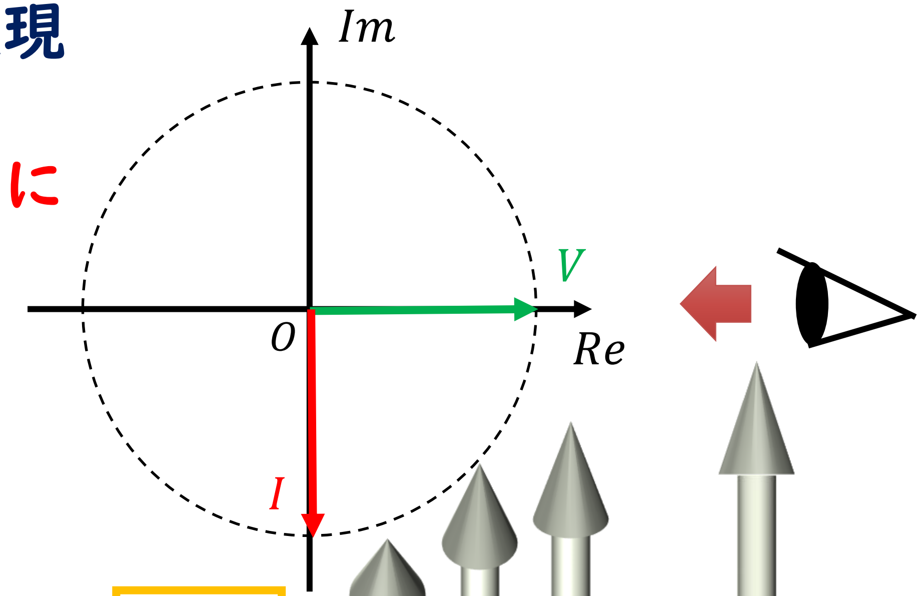
e-DEN【イーデン】× 電験どうでしょう Let me inject Energy to you!

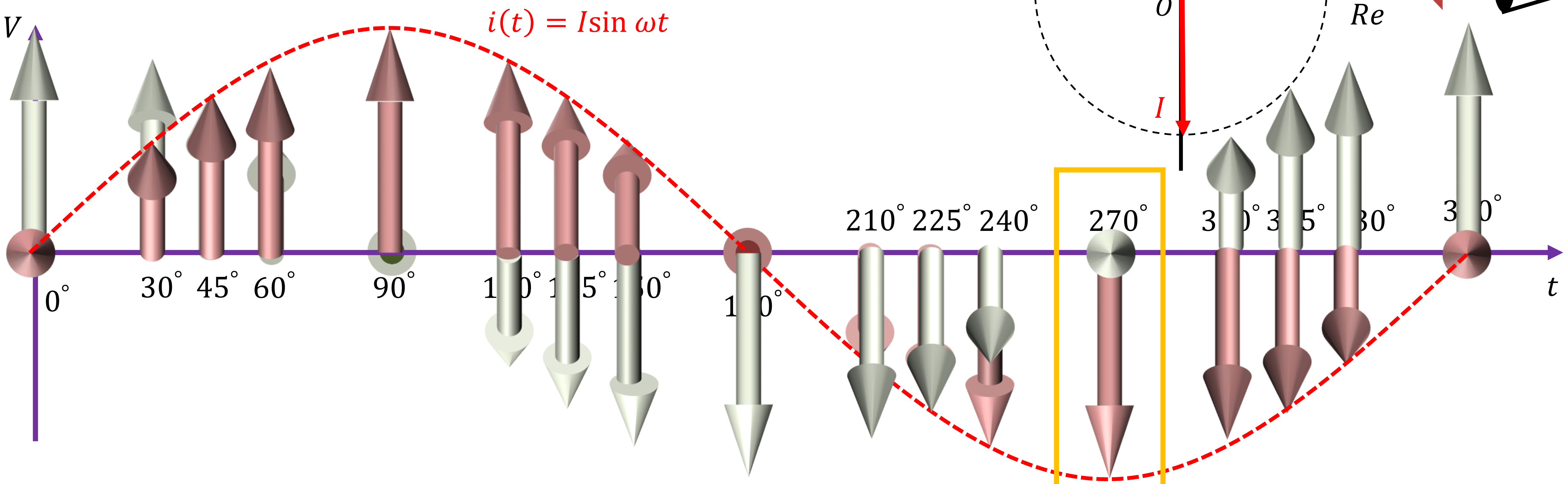
交流回路の電圧

$i(t) = Isin\omega t$

$v(t) = j\omega LIsin\omega t$

複素平面上での表現
→ベクトル
→基準点は自由に決めてよい





Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

複素数

複素数とは実数と虚数成分を含む数

$$\dot{\alpha} = a + jb \ (a, b \text{ 実数})$$

虚数とは2乗して－1になる数

$$j = \sqrt{-1}$$
$$j^2 = -1$$

実部：複素数の実数成分

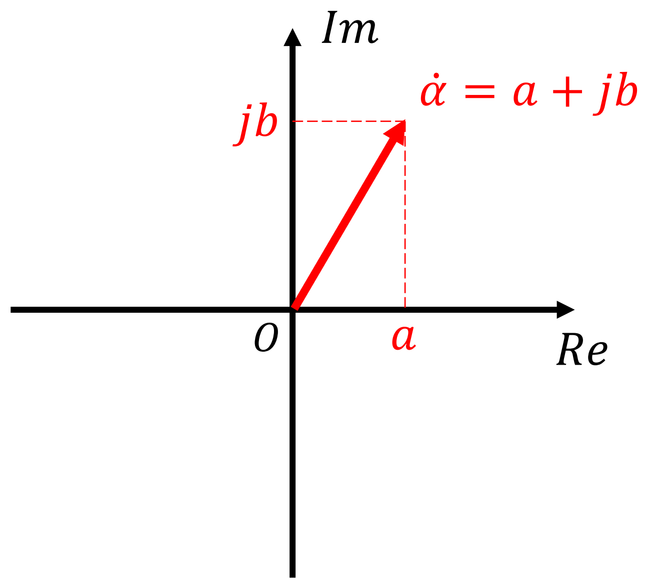
$$Re(\alpha) = a$$

虚部：複素数の虚数成分

$$Im(\alpha) = b$$

複素平面

横軸を複素数の実部（実軸）
縦軸を複素数の虚部（虚軸）
として複素数を表現する平面図



複素数

$\dot{\alpha} = a + jb$ (a, b 実数)

$\dot{\alpha} = \underset{\text{絶対値}}{\underline{\alpha}}\angle\underset{\text{位相}}{\underline{\theta}}$ フェーザ表示

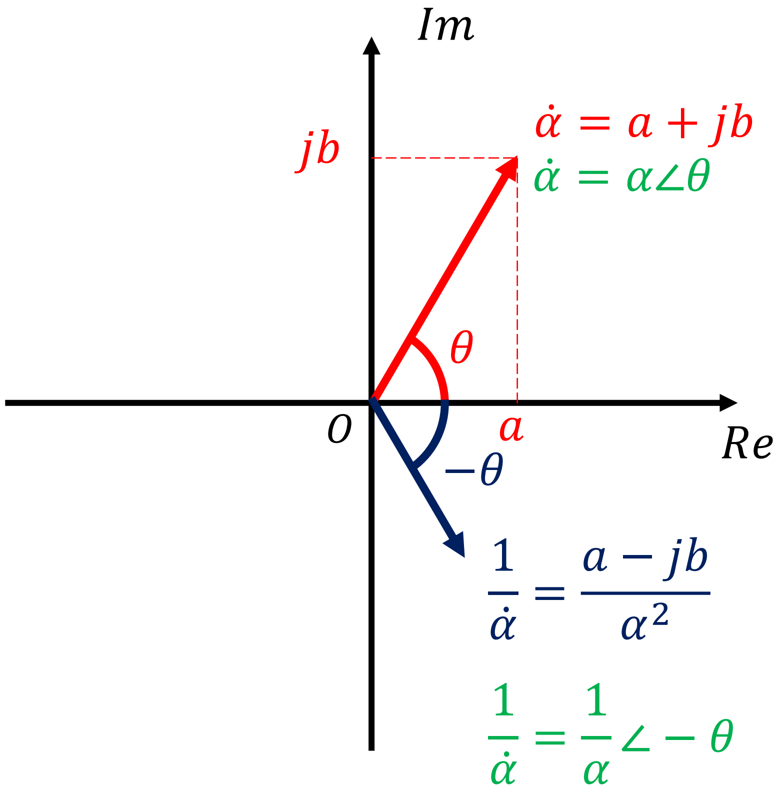
$$\alpha = |\alpha| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\tan\theta = \frac{b}{a}$$

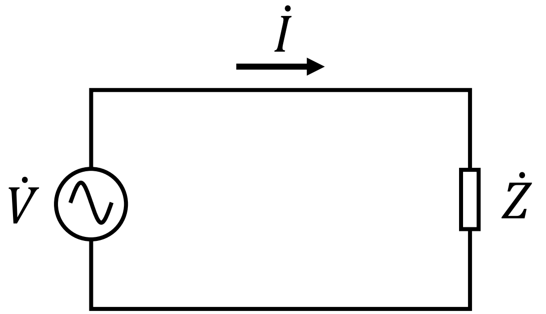
$$\frac{1}{\dot{\alpha}} = \frac{1}{a + jb} = \frac{a - jb}{(a + jb)(a - jb)}$$

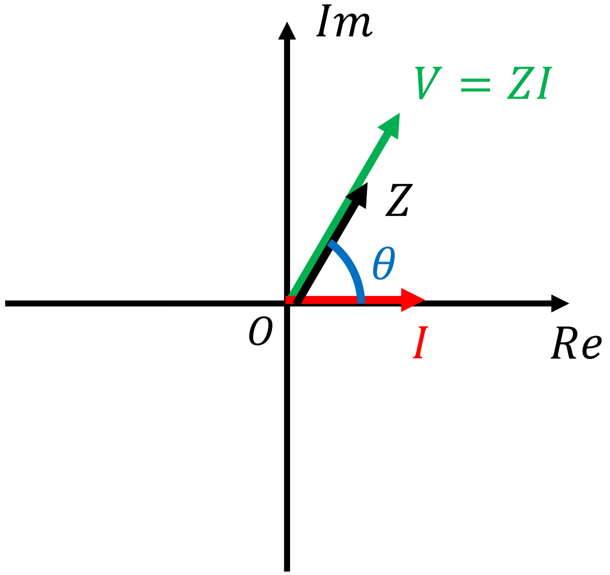
$$= \frac{a - jb}{a^2 + b^2} = \frac{a - jb}{\alpha^2}$$

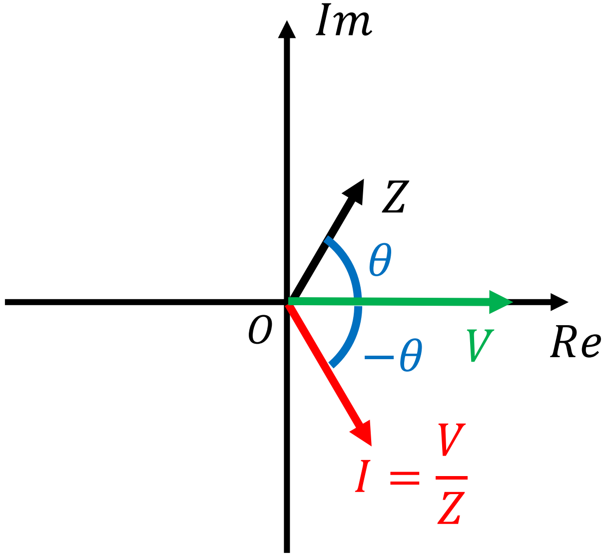
$\dfrac{1}{\dot{\alpha}} = \dfrac{1}{\alpha}\angle - \theta$ フェーザ表示



複素数とベクトル







インピーダンス$\dot{Z}$が遅れの場合

誘導性リアクタンス

$$\dot{Z} = R + jX\ (X > 0)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\dot{Z} = Z\angle\theta$$

電流と電圧の関係（電流基準）

$$\dot{I} = I$$

$$\dot{Z} = Z\angle\theta$$

$$\dot{V} = \dot{Z}\dot{I} = ZI\angle\theta$$

電流と電圧の関係（電圧基準）

$$\dot{V} = V$$

$$\dot{Z} = Z\angle\theta$$

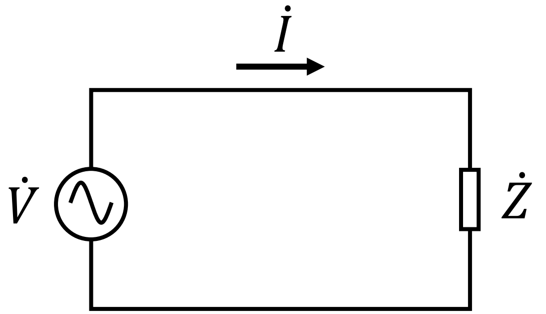
$$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{V}{Z}\angle - \theta$$

ベクトルの大きさは
絶対値の掛け算or割り算

位相
→分子なら正の方向
（反時計まわり）
→分母なら負の方向
（時計まわり）

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

複素数とベクトル



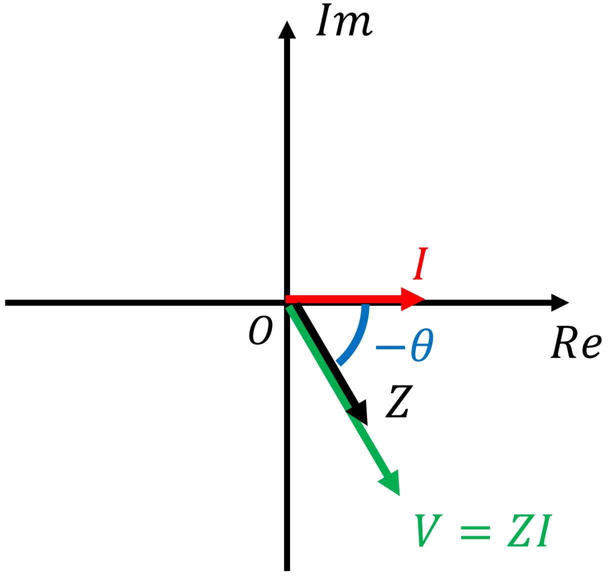
インピーダンス$\dot{Z}$が進みの場合

容量性リアクタンス

$\dot{Z} = R + jX \ (X < 0)$

$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

$\dot{Z} = Z\angle - \theta$

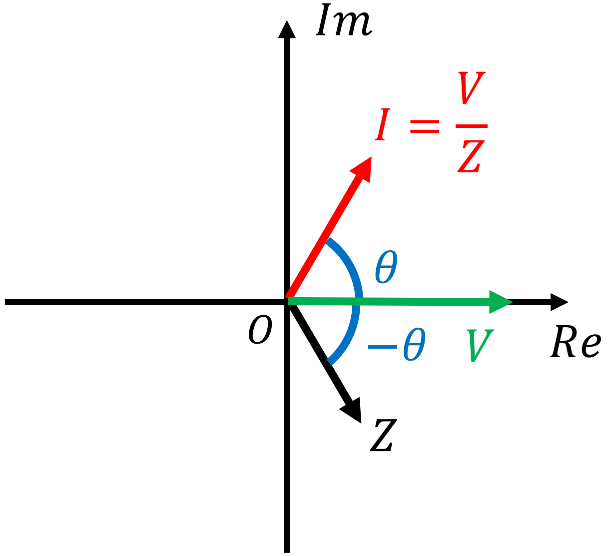


電流と電圧の関係（電流基準）

$\dot{I} = I$

$\dot{Z} = Z\angle - \theta$

$\dot{V} = \dot{Z}\dot{I} = ZI\angle - \theta$



電流と電圧の関係（電圧基準）

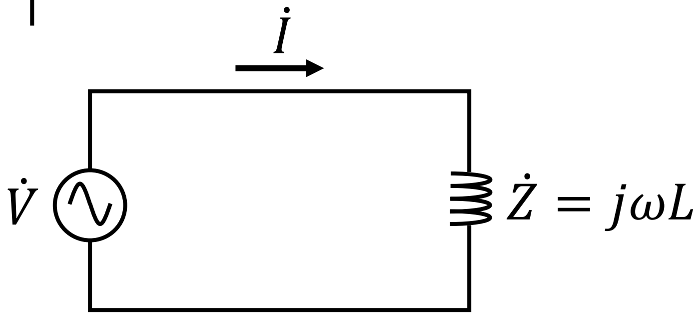
$\dot{V} = V$

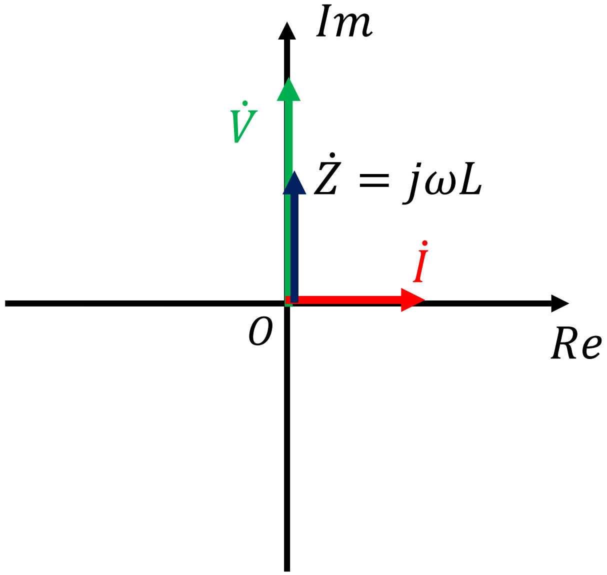
$\dot{Z} = Z\angle - \theta$

$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{V}{Z}\angle\theta$

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

交流回路とベクトル





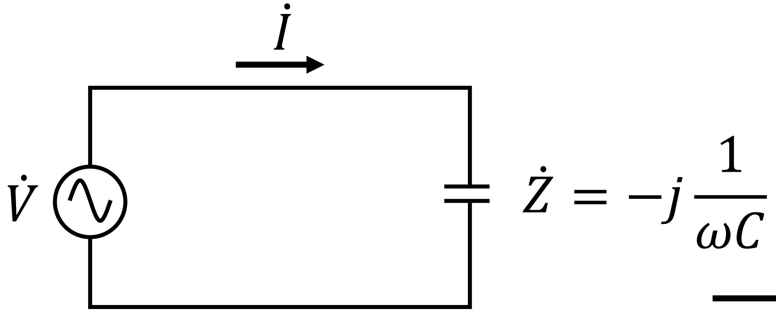
負荷がコイルの場合
誘導性リアクタンス
電流は電圧に比べて遅れる
電圧は電流に比べて進む

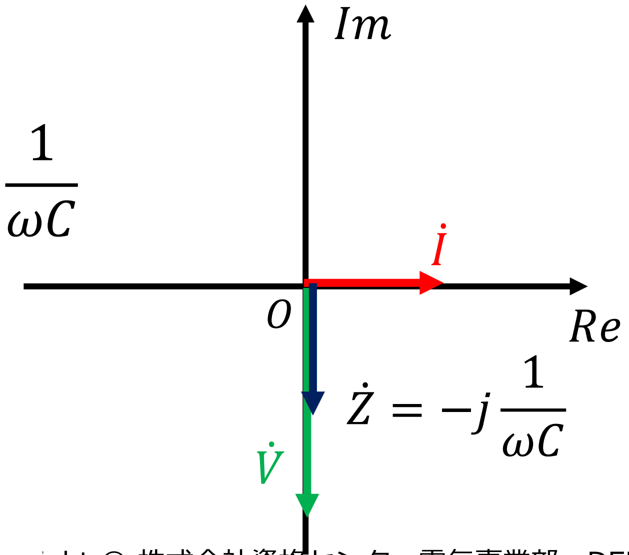
電流と電圧の関係（電流基準）

$$\dot{I} = I$$

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

$$\dot{V} = j\omega LI = \omega LI\angle 90^\circ$$





負荷がコンデンサの場合
容量性リアクタンス
電流は電圧に比べて進む
電圧は電流に比べて遅れる

電流と電圧の関係（電流基準）

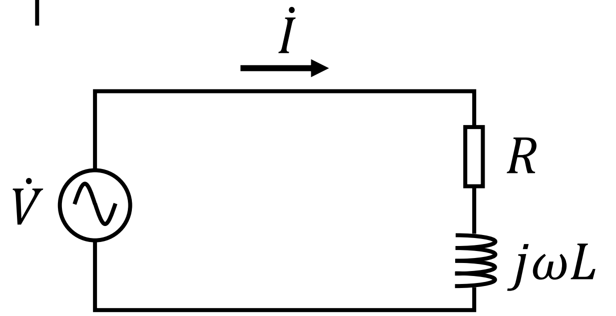
$$\dot{I} = I$$

$$\dot{Z} = -j\frac{1}{\omega C}$$

$$\dot{V} = -j\frac{1}{\omega C}I = \frac{I}{\omega C}\angle -90^\circ$$

ight © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

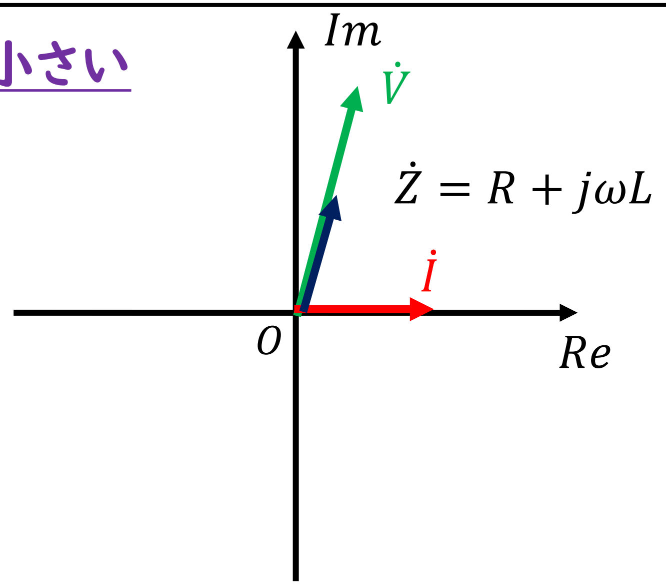
交流回路とベクトル



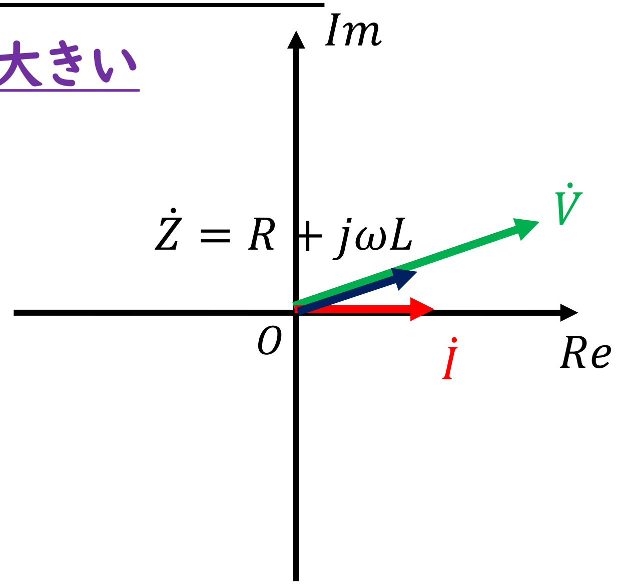
負荷が抵抗とコイルの場合

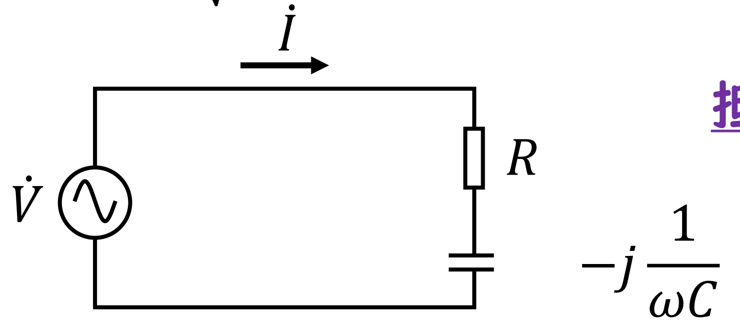
$$\dot{Z} = R + j\omega L$$
$$Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

抵抗が小さい



抵抗が大きい

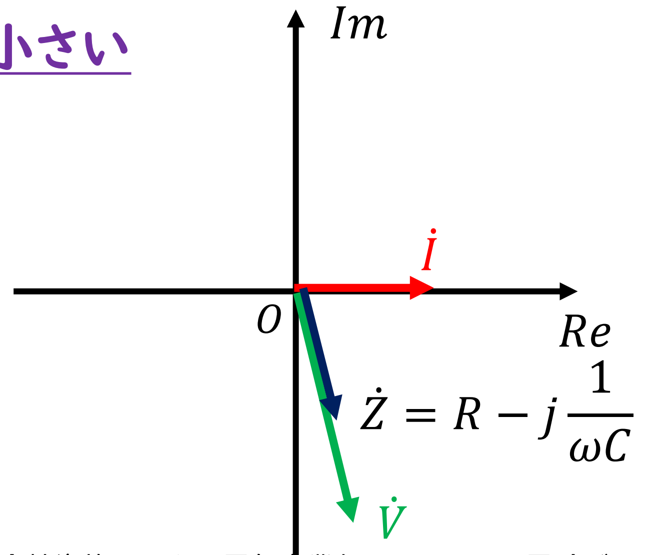




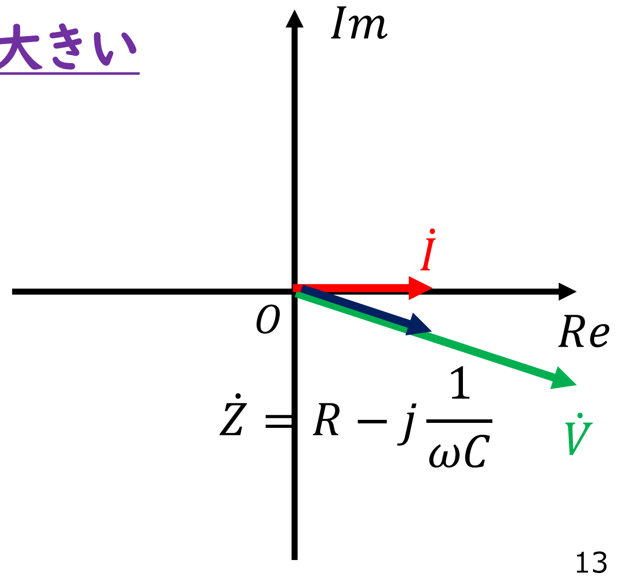
負荷が抵抗とコンデンサの場合

$$\dot{Z} = R - j\frac{1}{\omega C}$$
$$Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}$$

抵抗が小さい



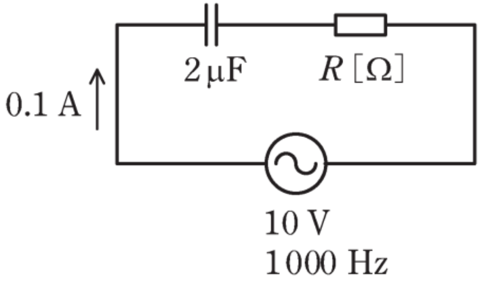
抵抗が大きい



Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

R02 問8

問８　図のように，静電容量 $2\,\mu$F 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。



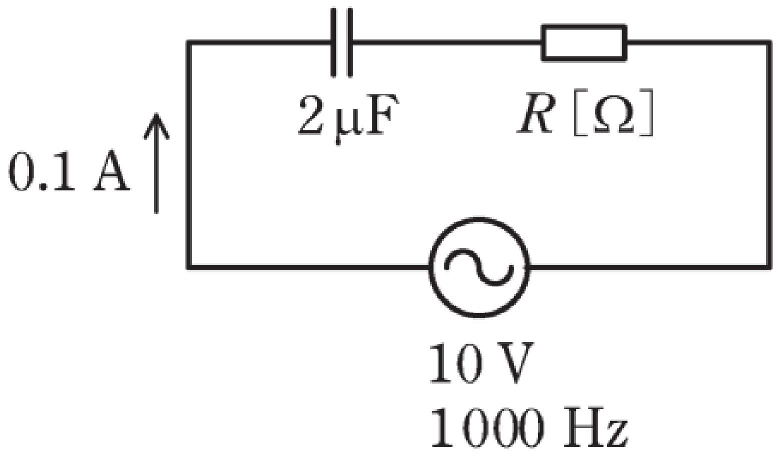
(1)　4.50　(2)　20.4　(3)　30.3　(4)　60.5　(5)　79.6

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

導出のポイント

（１）合成インピーダンス（大きさ）Zを求める

$$Z = \frac{V}{I}$$

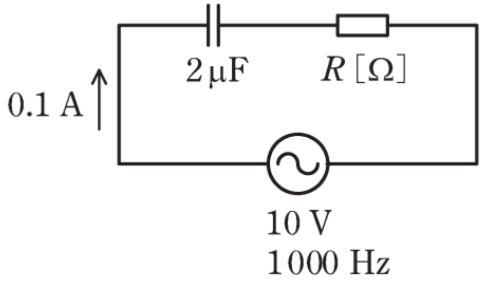


（２）Zを満たすRを求める

$$Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}$$

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

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。

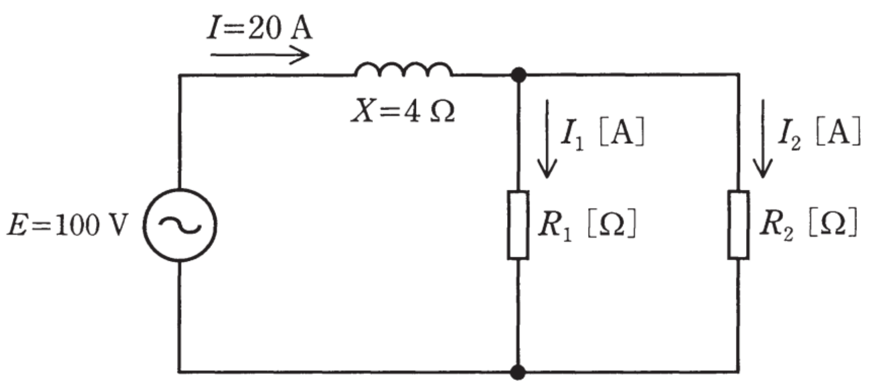


(1)　4.50　　(2)　20.4　　(3)　30.3　　(4)　60.5　　(5)　79.6

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

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 $X=4$ Ω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

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

H29 問8

（１）合成インピーダンス（大きさ）Zを求める

$$Z = \frac{V}{I}$$

（２）Zを満たすRを求める

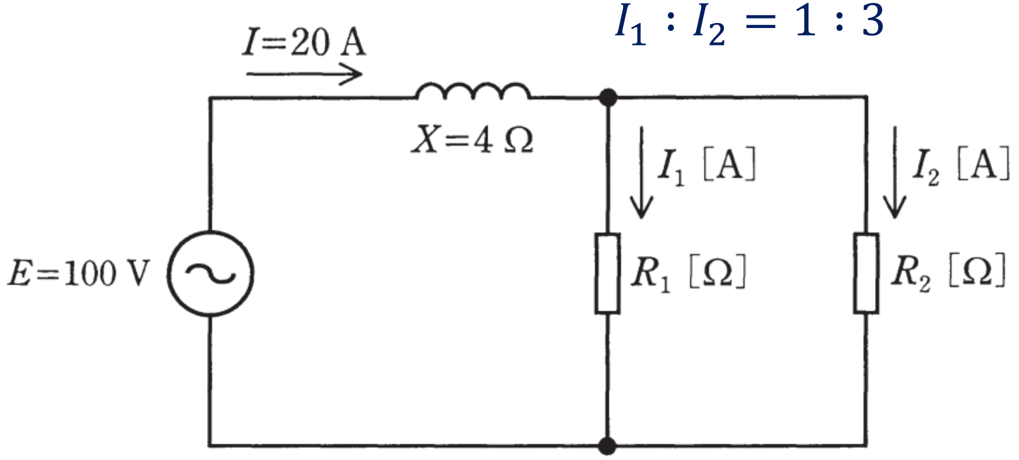
$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

（３）R_1を求める

$$I_1 : I_2 = R_2 : R_1$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$I_1 : I_2 = 1 : 3$

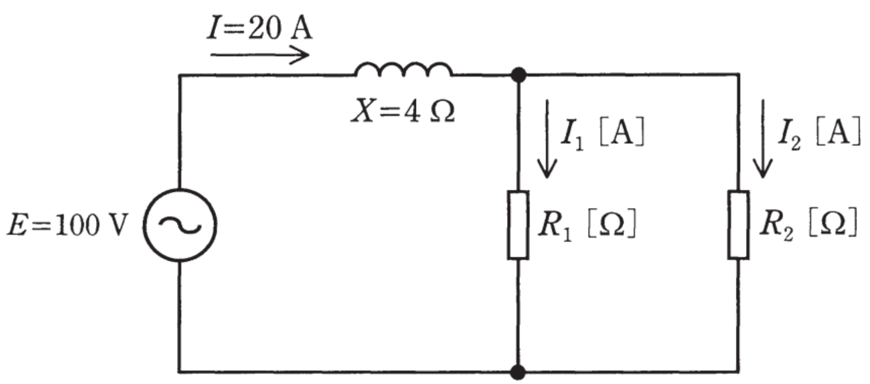


(1) 1.0　(2) 3.0　(3) 4.0　(4) 9.0　(5) 12

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

H29 問8

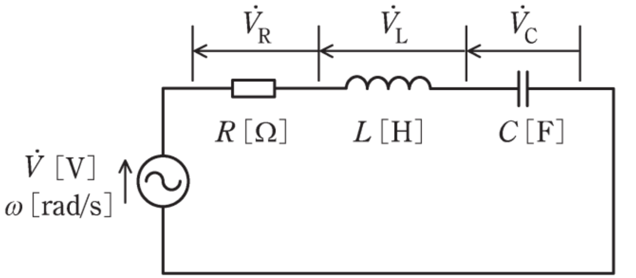
問８　図のように，交流電圧 $E=100$ V の電源，誘導性リアクタンス $X=4\ \Omega$のコイル，$R_1[\Omega]$，$R_2[\Omega]$の抵抗からなる回路がある。いま，回路を流れる電流の値が $I=20$ A であり，また，抵抗 R_1 に流れる電流 I_1[A]と抵抗 R_2 に流れる電流 I_2[A]との比が，$I_1:I_2=1:3$ であった。このとき，抵抗 R_1 の値[Ω]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



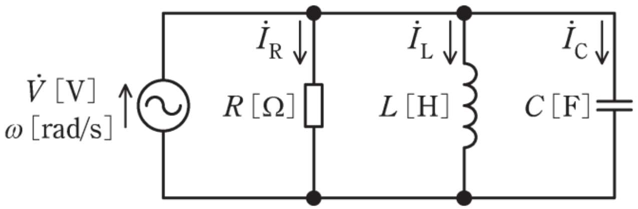
(1) 1.0　(2) 3.0　(3) 4.0　(4) 9.0　(5) 12

R02 問9

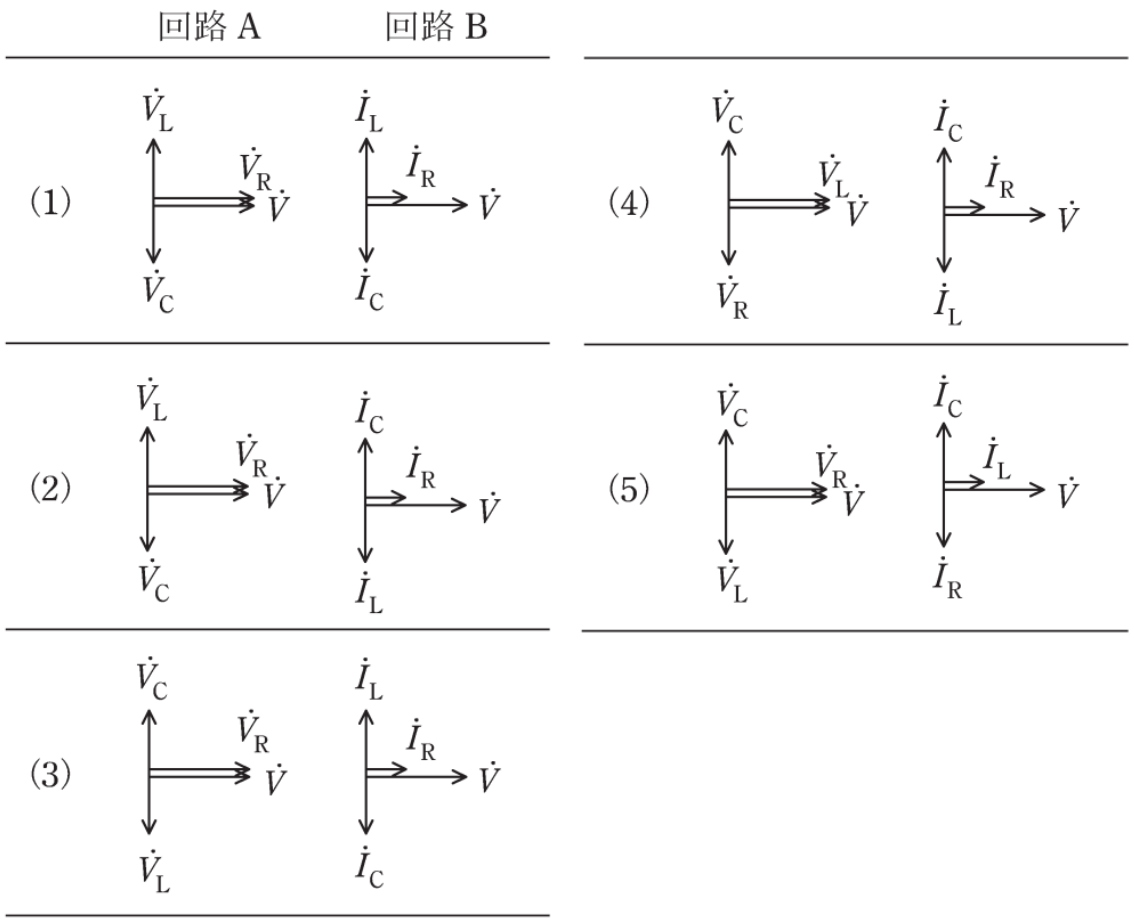
問９　図のように，R［Ω］の抵抗，インダクタンス L［H］のコイル，静電容量 C［F］のコンデンサと電圧 $\dot{V}$［V］，角周波数 ω［rad/s］の交流電源からなる二つの回路 A と B がある。両回路においてそれぞれ $\omega^2 LC = 1$ が成り立つとき，各回路における図中の電圧ベクトルと電流ベクトルの位相の関係として，正しいものの組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし，ベクトル図における進み方向は反時計回りとする。



回路A



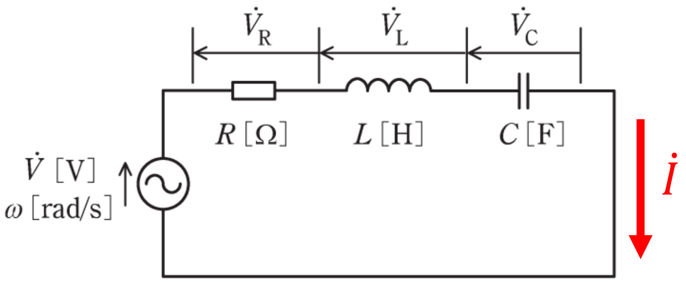
回路B



導出のポイント

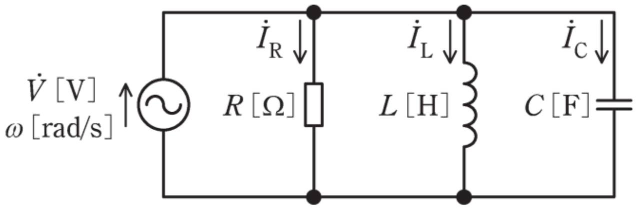
（１） $\omega^2 LC = 1$よりコイルとコンデンサの
インピーダンスの大きさは同じ（共振条件）

（２）回路Aは電流基準で各素子の電圧の位相を考える

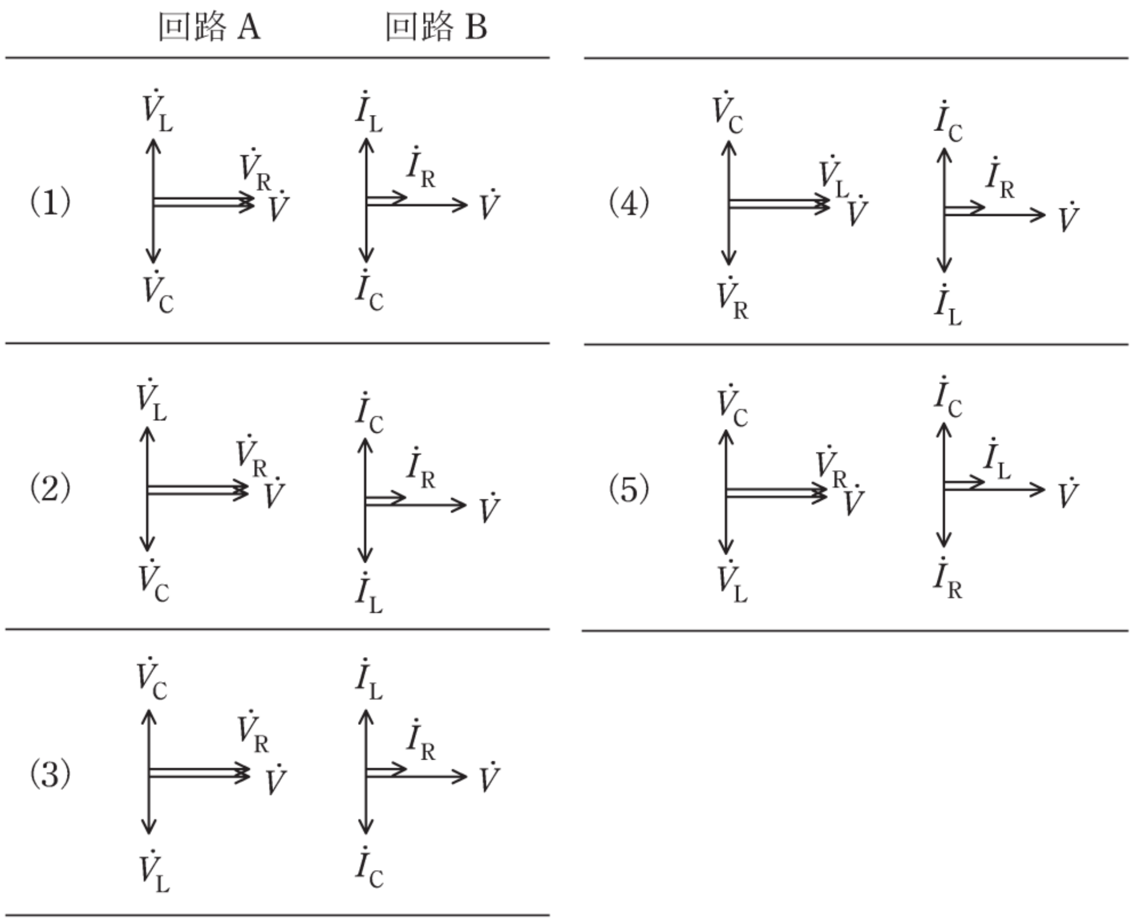


回路A

（３）回路Bは電圧基準で各素子の電流の位相を考える

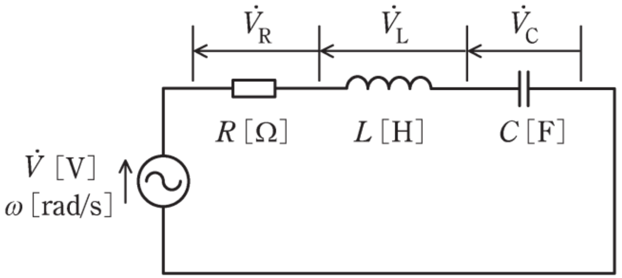


回路B

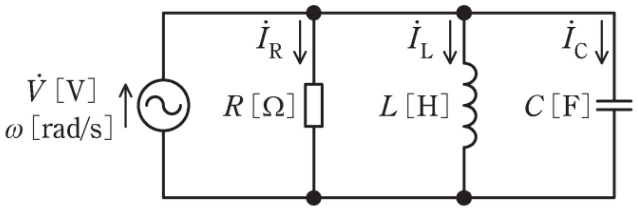


R02 問9

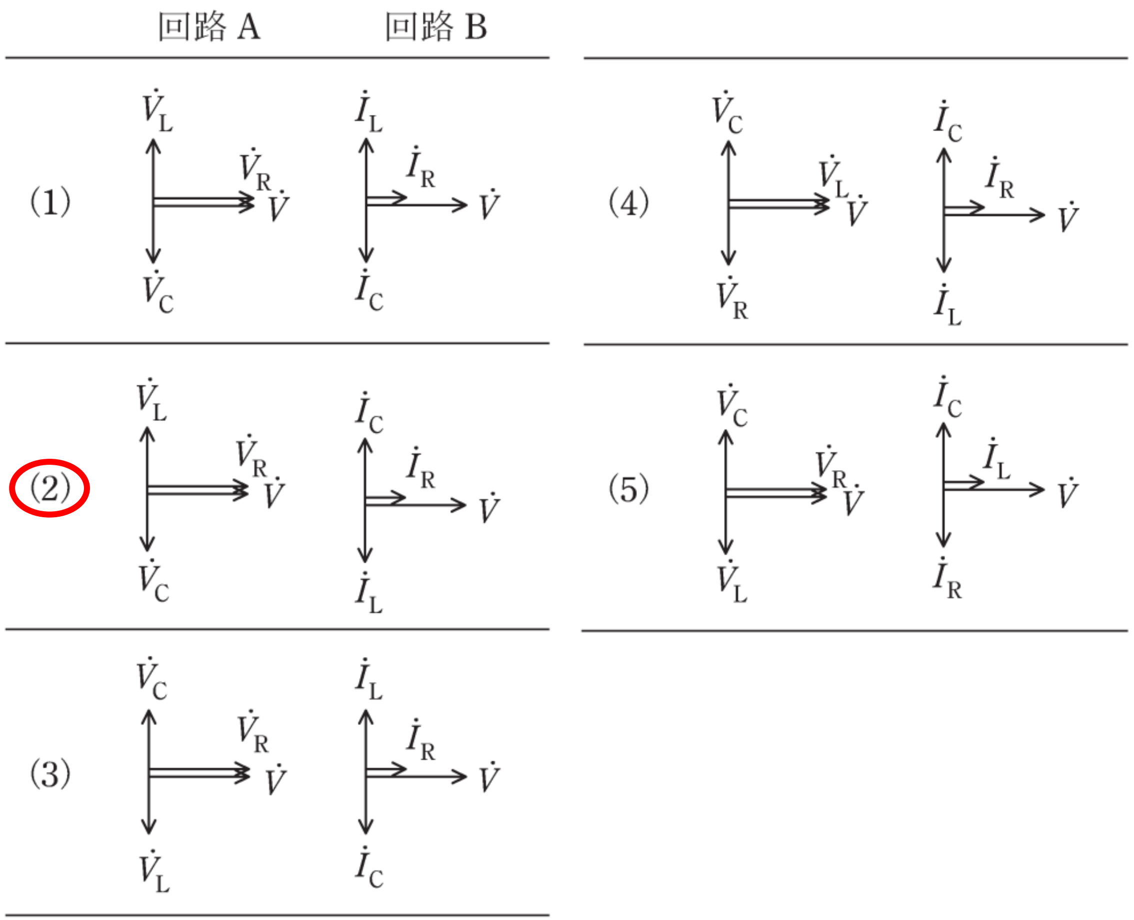
問９　図のように，R [Ω]の抵抗，インダクタンス L [H]のコイル，静電容量 C [F]のコンデンサと電圧 $\dot{V}$ [V]，角周波数 ω [rad/s]の交流電源からなる二つの回路 A と B がある。両回路においてそれぞれ $\omega^2 LC = 1$ が成り立つとき，各回路における図中の電圧ベクトルと電流ベクトルの位相の関係として，正しいものの組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし，ベクトル図における進み方向は反時計回りとする。



回路A

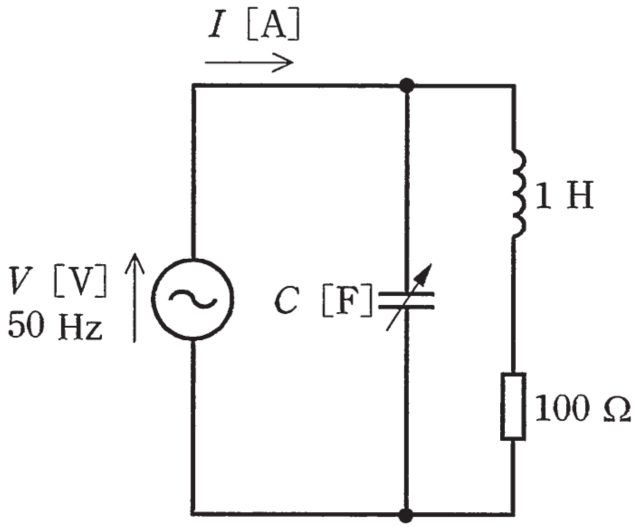


回路B



H26 問8

問８　図の交流回路において，電源を流れる電流 I［A］の大きさが最小となるように静電容量 C［F］の値を調整した。このときの回路の力率の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1)　0.11　　(2)　0.50　　(3)　0.71　　(4)　0.87　　(5)　1

導出のポイント

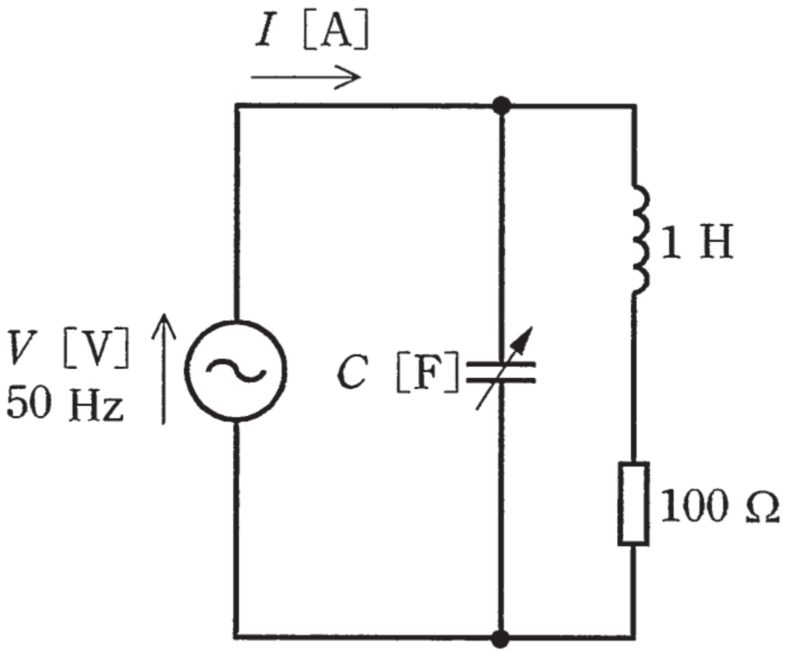
電流が最小　→インピーダンスZが最大
→インピーダンスの逆数$1/Z$が最小
（アドミタンス）

力率　→　電流と電圧の位相差　→位相を求める問題

（１）インピーダンスの逆数$1/Z$を数式で表す

（２）インピーダンスの逆数$1/Z$が最小となる条件を考える

（３）そのときのインピーダンスの逆数$1/Z$の位相を考える

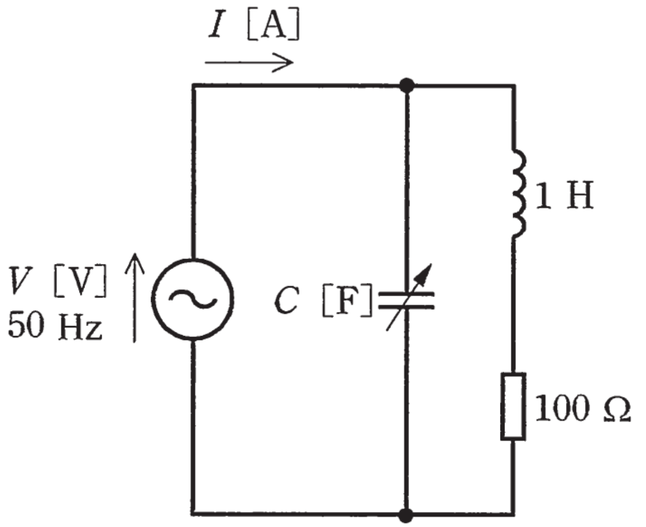


（1） 0.11　（2） 0.50　（3） 0.71　（4） 0.87　（5） 1

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN　&　電験どうでしょう

H26 問8

問８　図の交流回路において，電源を流れる電流 I［A］の大きさが最小となるように静電容量 C［F］の値を調整した。このときの回路の力率の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1)　0.11　　(2)　0.50　　(3)　0.71　　(4)　0.87　　(5)　1

ご聴講ありがとうございました!!