

# 2018/10/15 回路シミュレーション(1)

## issue

- ✓ 単位にかぎかっこ
- ✓ 実験書の表を作る
- ✓ ベクトル図の修正
- ✓ ベクトル図にシンボルがない
- ✓ 値 が抜けてる
- ✓ 表キャプション位置修正

## 目的

2年、3年で学習した電気回路や電子回路およびその応用回路についてパソコンによるシミュレーションを行い、その回路の動作をより深く理解することを目的とする。

具体的には回路解析シミュレーション・ソフトウェアの使い方をマスターするとともに、電気回路のシミュレーションの結果を解析し、考察するところにある。

## 使用するソフトウェア

OrCAD Capture CIS Lite Editionを用いる。

## 演習1

交流正弦波起電力 $e[V]$ の電源にインダクタンス $L[H]$ のコイルを接続した回路を考え、コイルの両端に発生する電圧 $V$ と、コイルに流れる電流 $i[A]$ をシミュレーションにより求める。

この波形から両者の大きさ(実効値)と位相の関係を示すベクトル図を書け。

交流正弦波起電力は $V_{off} = 0[V]$ 、 $V_{amp} = 10[V]$ 、 $Freq = 100[Hz]$ および $200[Hz]$ に設定する。

## シミュレーション結果

100[Hz]におけるシミュレーション結果を図1.1に示す。

また、200[Hz]におけるシミュレーション結果を図1.2に示す。

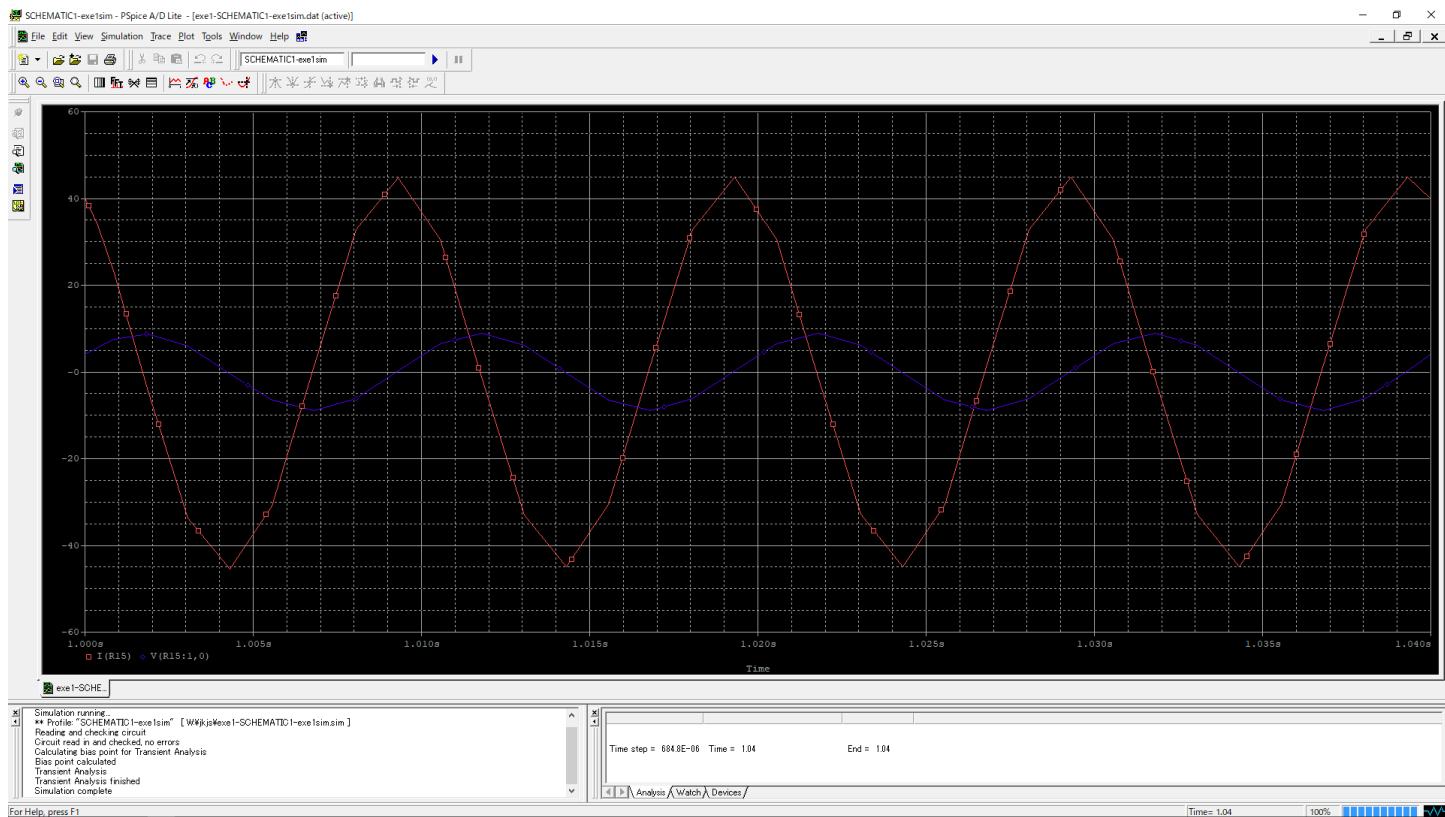


図1.1 100[Hz]におけるシミュレーション結果

200[Hz]におけるシミュレーション結果を図1.2に示す。

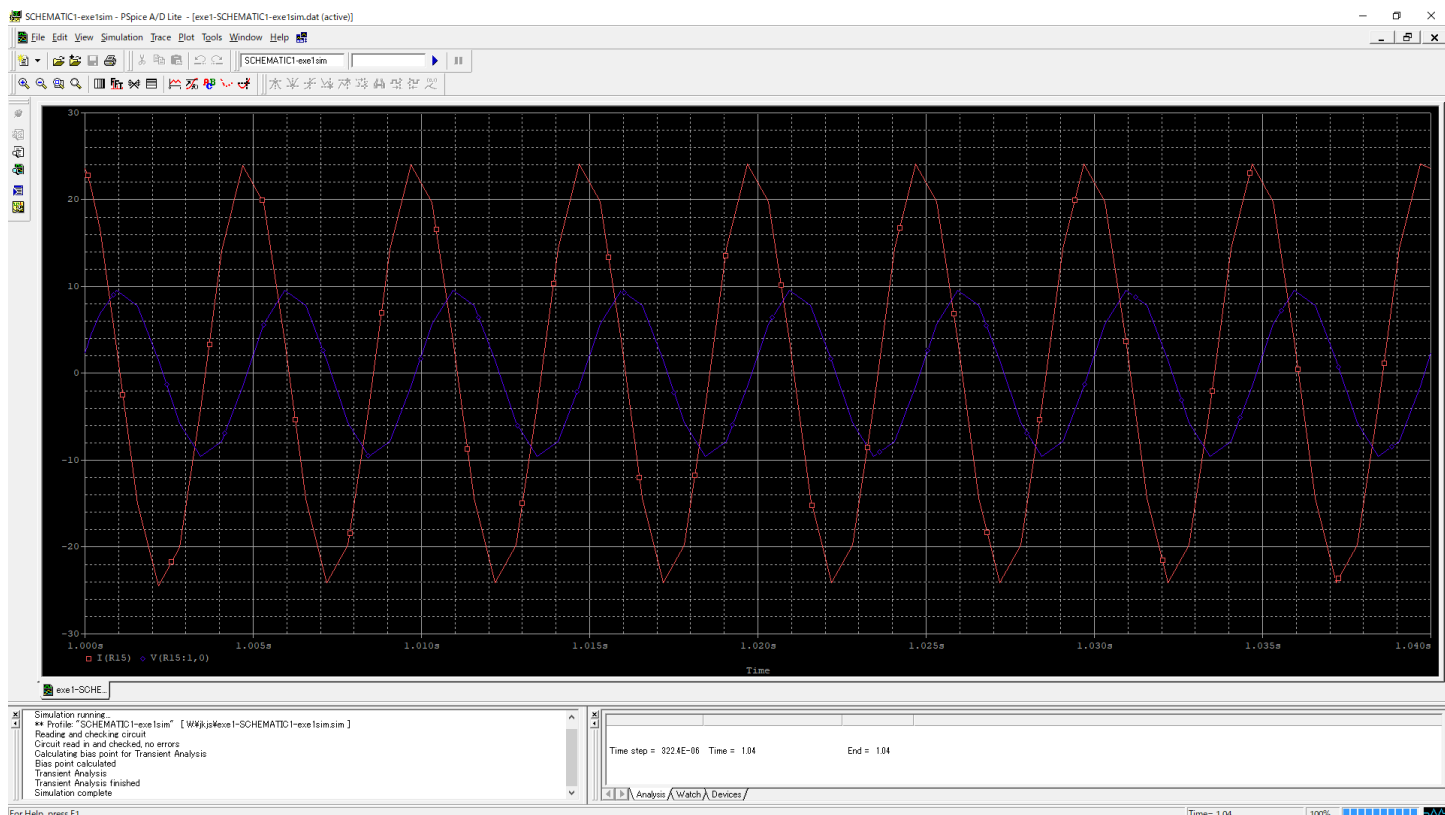


図1.2 200[Hz]におけるシミュレーション結果

## 電圧、電流の理論的計算値

$$f = 100[\text{Hz}], V = 10[\text{V}], L = 0.23[\text{mH}], R = 0.1[\Omega]$$

$$\begin{aligned}\dot{Z} &= 0.1 + 2\pi \times 100 \times 0.22 \times 10^{-3} \\ &= \sqrt{0.1^2 + 0.145^2} \angle \tan^{-1} \frac{0.145}{0.1} \\ &= 0.176 \angle 55^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{I} &= \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{10 \angle 0^\circ}{0.176 \angle 55^\circ} = 56.8 \angle -55^\circ \\ \text{実効値の場合は} &\frac{56.8}{\sqrt{2}} = 40.2 \angle -55^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{V}_L &= \dot{I} \times \dot{Z}_L = 41.6 \angle -55^\circ \times 0.145 \angle 90^\circ \\ &= 6.032 \angle 35^\circ\end{aligned}$$

$$f = 200[\text{Hz}], V = 10[\text{V}], L = 0.23[\text{mH}], R = 0.1[\Omega]$$

$$\begin{aligned}\dot{Z} &= 0.1 + 2\pi \times 200 \times 0.23 \times 10^{-3} \\ &= \sqrt{0.1^2 + 0.289^2} \angle \tan^{-1} \frac{0.289}{0.1} \\ &= 0.306 \angle 70.1^\circ\end{aligned}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{10 \angle 0^\circ}{0.289 \angle 70.1^\circ} = 34.6 \angle -70.1^\circ$$

$$\text{実効値の場合は} \frac{34.6}{\sqrt{2}} = 24.5$$

$$\dot{I} = 24.5 \angle -70.1^\circ$$

$$\begin{aligned}\dot{V}_L &= \dot{I} \times \dot{Z}_L = 24.5 \angle -70.1^\circ \times 0.276 \angle 90^\circ \\ &= 6.762 \angle 19.9^\circ\end{aligned}$$

## グラフから読み取る実効値

100[Hz]の場合、プリントアウトされたグラフの50[mA]まで6.9[cm]だった。また、波の最高点までが5.2[cm]であった。

$$6.9 : 50 = 6.2 : x$$

$$6.9x = 50 \times 6.2$$

$$x = \frac{50 \times 6.2}{6.9} = 44.9$$

∴最大値は44.9[mA]

実効値の場合

$$\frac{44.9}{\sqrt{2}} = 31.7[\text{mA}]$$

$V_L$ はプリントアウトされた50[V]までが6.9[cm]だった。また、波の最高点までが1.2[cm]であった。

$$6.9 : 50 = 1.2 : x$$

$$6.9x = 50 \times 1.2$$

$$x = \frac{50 \times 1.2}{6.9} = 8.7[\text{V}]$$

位相差は88.5°だった。

200[Hz]の場合、プリントアウトされたグラフの30[mA]まで6.9[cm]だった。

また、波の最高点までが5.1[cm]だった。

$$6.9 : 30 = 5.1 : x$$

$$6.9x = 30 \times 5.1$$

$$x = \frac{30 \times 5.1}{6.9} = 22.2$$

∴最大値は22.2[mA]

実効値の場合

$$\frac{22.2}{\sqrt{2}} = 15.7[\text{mA}]$$

$V_L$ はプリントアウトされた30Vまでが6.9[cm]だった。また、波の最高点までが2.2[cm]だった。

$$6.9 : 30 = 2.2 : x$$

$$x = \frac{30 \times 2.2}{6.9} = 9.6[\text{V}]$$

位相差は $81.3^\circ$

## ベクトル図

演習1における位相の関係を表すベクトル図を図1.3に示す。

尚基準は電流のベクトルである。

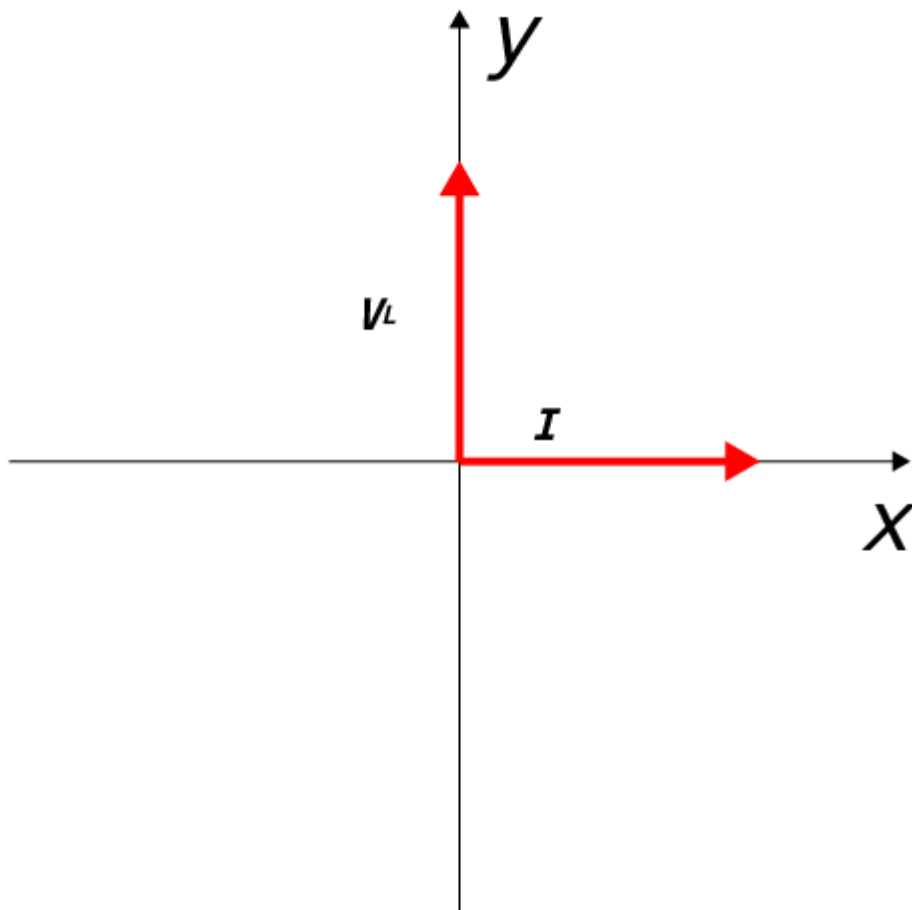


図1.3 位相の関係を表すベクトル図

# 演習2

図9のように交流起電力 $e[V]$ の電源に、静電容量 $C[F]$ のキャパシタンスを接続した回路を考え、コンデンサの両端に生ずる電圧 $V$ と、コンデンサーに流れる電流 $i[A]$ をシミュレーションにより求めなさい。

さらに、この波形より両者の大きさ(実効値)と位相の関係を示すベクトル図を書け。

## シミュレーション結果

100[Hz]におけるシミュレーション結果を図2.1に示す。

また、200[Hz]におけるシミュレーション結果を図1.2に示す。

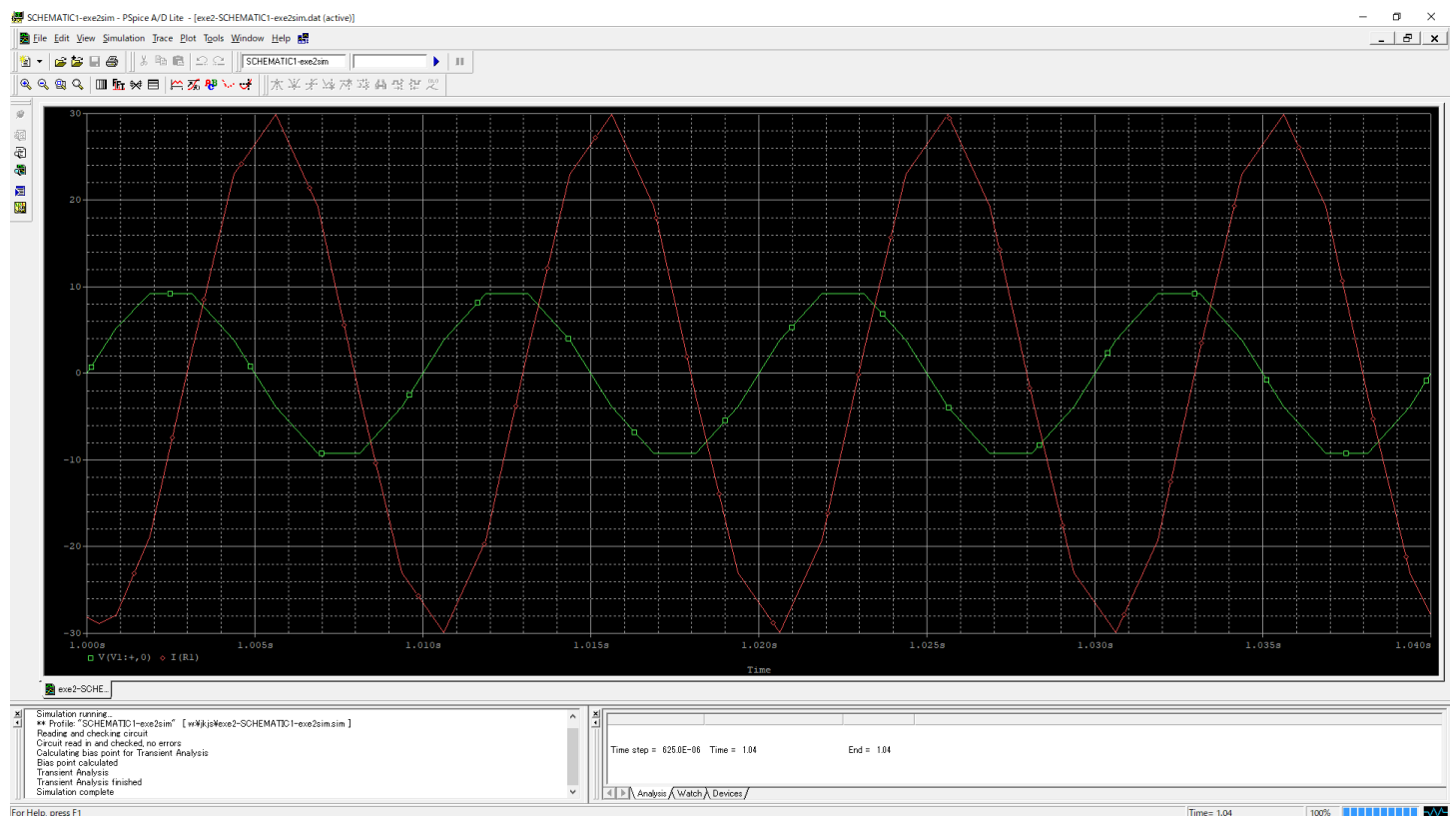


図2.1 100[Hz]におけるシミュレーション結果

200[Hz]におけるシミュレーション結果を図2.2に示す。

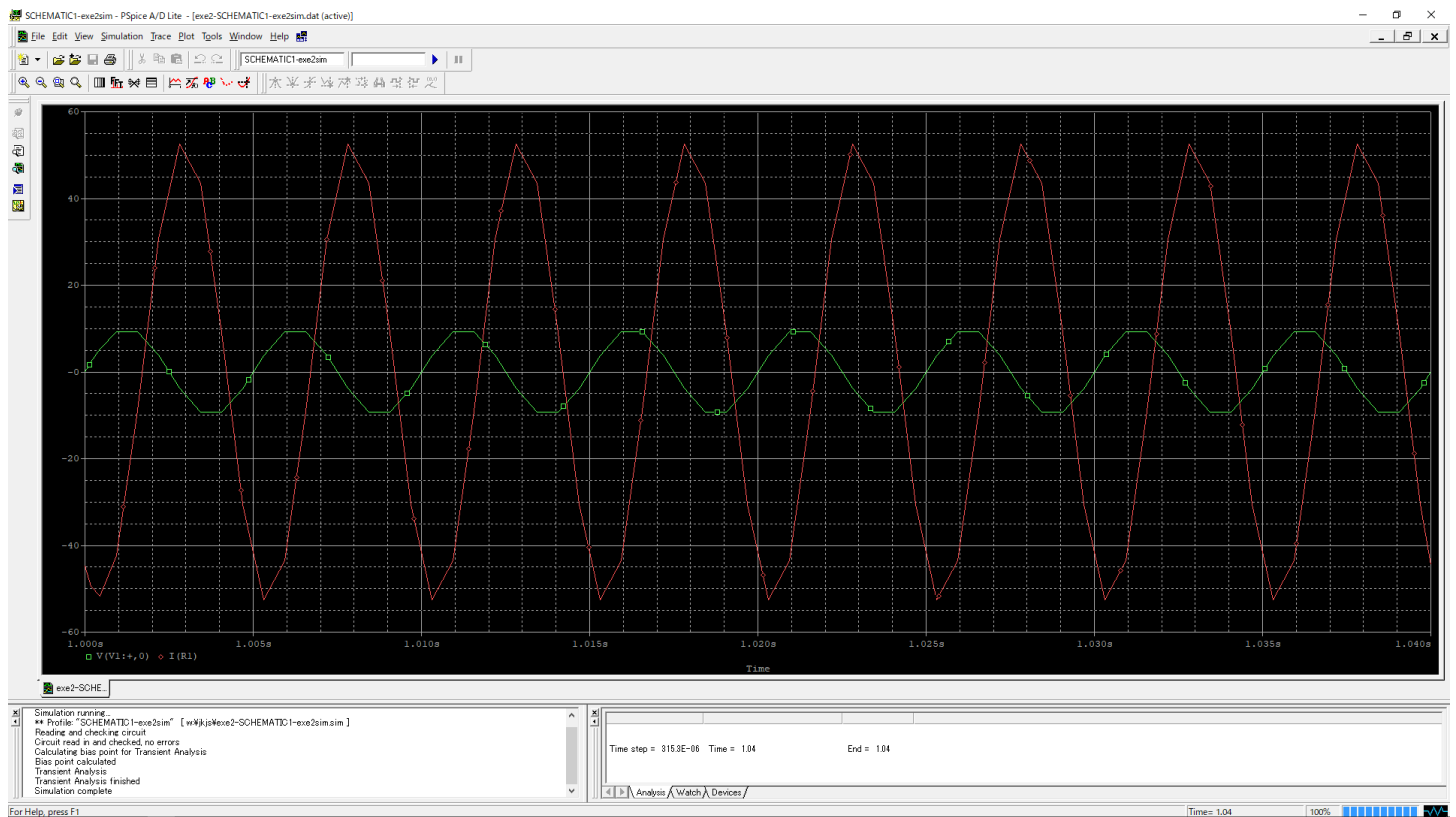


図2.2 200[Hz]におけるシミュレーション結果

## 電圧、電流の理論的計算値

$$f = 100[\text{Hz}], V = 10[\text{V}], C = 9.85[\text{mF}], R = 0.1[\Omega]$$

$$\begin{aligned} \dot{Z} &= 0.1 - \frac{1}{2\pi \times 100 \times 9.85 \times 10^{-3}} \\ &= \sqrt{0.1^2 + 0.162^2} \angle \tan^{-1} \frac{0.162}{0.1} \\ &= 0.190 \angle 58.3^\circ \end{aligned}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{10 \angle 0^\circ}{0.190 \angle 58.3^\circ} = 52.6 \angle -58.3^\circ$$

$$\text{実効値の場合は } \frac{52.6}{\sqrt{2}} = 37.2$$

$$\dot{I} = 37.2 \angle 58.3^\circ$$

$$\begin{aligned} \dot{V}_C &= \dot{I} \times \dot{Z}_C = 37.2 \angle 58.3^\circ \times 0.162 \angle -90^\circ \\ &= 6.03 \angle -31.7^\circ \end{aligned}$$

$$f = 200[\text{Hz}], V = 10[\text{V}], C = 9.85[\text{mF}], R = 0.1[\Omega]$$

$$\begin{aligned} \dot{Z} &= 0.1 - \frac{1}{2\pi \times 200 \times 9.85 \times 10^{-3}} \\ &= \sqrt{0.1^2 + 0.081^2} \angle \tan^{-1} \frac{0.081}{0.1} \\ &= 0.13 \angle 39^\circ \end{aligned}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{10 \angle 0^\circ}{0.13 \angle 39^\circ} = 76.9 \angle -39^\circ$$

実効値の場合は  $\frac{76.9}{\sqrt{2}} = 54.4$

$$\dot{I} = 54.4\angle - 39^\circ$$

$$\begin{aligned}\dot{V}_C &= \dot{I} \times \dot{Z}_C = 54.4\angle - 39 \times 0.081\angle - 90 \\ &= 4.4\angle - 129^\circ\end{aligned}$$

## グラフから読み取る実効値

100[Hz]の場合、プリントアウトされたグラフの30[mA]まで6.9[cm]だった。

また、波の最高点も6.9[cm]であった。

$$6.9 : 30 = 6.9 : x$$

$$6.9x = 30 \times 6.9$$

$$x = 30\text{v}$$

実効値の場合

$$\frac{30}{\sqrt{2}} = 21.2[\text{mA}]$$

また、 $V_C$ は

$$6.9 : 30 = 2.1 : x$$

$$x = \frac{30 \times 2.1}{6.9} = 9.13[\text{V}]$$

位相差は106.23°だった。

200[Hz]の場合、プリントアウトされたグラフの60[mA]まで6.9[cm]だった。

波の最高点までが6.0[cm]までだった。

$$60 : 6.9 = x : 6.0$$

$$6.9x = 60 \times 6.0$$

$$x = \frac{60 \times 6.0}{6.9} = 52.2[\text{mA}]$$

実効値の場合

$$\frac{52.2}{\sqrt{2}} = 36.9[\text{mA}]$$

また、 $V_C$ は

$$60 : 6.9 = x : 1.1$$

$$x = \frac{60 \times 1.1}{6.9} = 9.56[\text{V}]$$

位相差は116.13°

## ベクトル図

演習2における位相の関係を表すベクトル図を図1.3に示す。

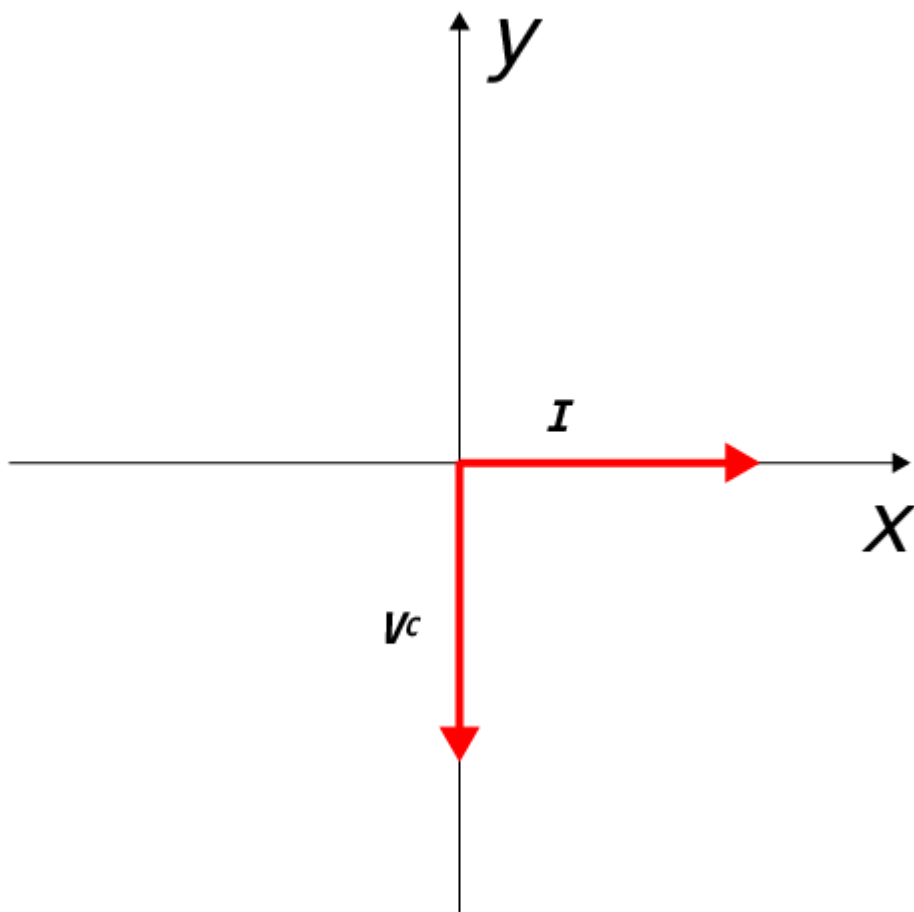


図1.3 位相の関係を表すベクトル図

# 演習1、2のまとめ

実験書の表1を表1.2に示す。

表1.2 演習1、演習2のまとめ

周波数		理論値	シミュレーション値
100Hz	$I_L$	$40.2\angle -55^\circ$	$31.7\angle 0^\circ$
	$V_L$	$6.032\angle 35^\circ$	$8.7\angle 88.5^\circ$
	$I_C$	$37.2\angle 58.3^\circ$	$21.2\angle 0^\circ$
	$V_C$	$6.03\angle -31.7^\circ$	$9.13\angle 106.23^\circ$
200Hz	$I_L$	$24.5\angle -70.1^\circ$	$15.7\angle 0^\circ$
	$V_L$	$24.5\angle -70.1^\circ$	$9.6\angle 81.3^\circ$
	$I_C$	$54.4\angle -39^\circ$	$36.9\angle 0^\circ$
	$V_C$	$4.4\angle -129^\circ$	$9.56\angle 116.13^\circ$



