

基礎工学実験

# 交流回路

担当 森下 武志

学籍番号 \_\_\_\_\_

氏 名 \_\_\_\_\_

# 1. RLC回路の実験

## 1. 学習目的

交流回路におけるRLC（抵抗、コイル、コンデンサ）のふるまいや性質を実験によって体験的に理解し、ME や国試の出題パターンと関連付けて、理論と問題の理解を深める。

～ 出題されている基本的な交流回路の問題パターン ～

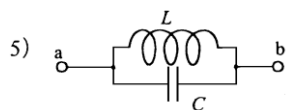
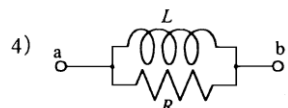
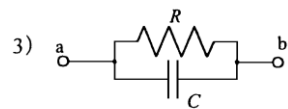
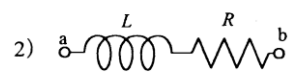
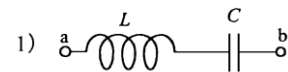
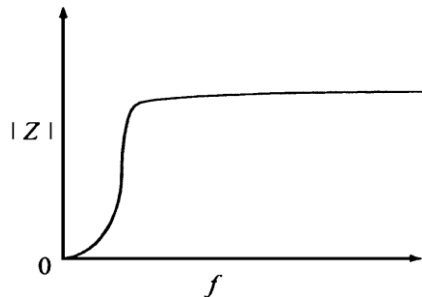
【ME 問題 26-23】  $v(t) = 282 \sin(200\pi t + \frac{\pi}{4})$  [V] で表される交流について誤っているものはどれか。

- 1) 周波数 : 200Hz
- 2) 実効値 : 200V
- 3) 位相進み :  $45^\circ$
- 4) 振幅 : 282V
- 5) 角周波数 : 628rad/s

答 \_\_\_\_\_

答 1)

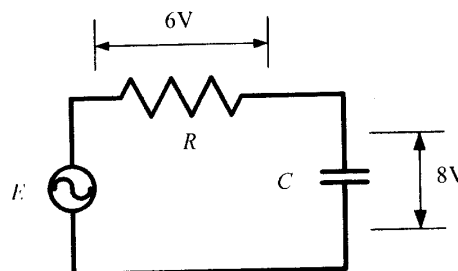
【問題21-30】 端子ab間のインピーダンスの大きさ ( $|Z|$ ) が周波数  $f$  によって図のように変化するものはどれか。



答 4)

【問題 24-23】 図の回路でRとCの両端間の電圧（実効値）を測定したところ、図のような値を得た。正弦波電圧E[V]（実効値）の値はどれか。

- 1) 2
- 2) 7
- 3) 10
- 4) 14
- 5) 16



答 3)

**【課題 1】** (作図した 3 ページの方眼紙はレポートになります)

$y = \sin x$  の正弦波を 1 周期分を描き、更に下図のように正弦波と点 a を始点とした矢印の円運動との関係を P3 の方眼紙にグラフを描いてください。ただし、正弦波の曲線はできるだけ丁寧な線で描き、円中の  $H_m$  は太い矢印で書いてください。

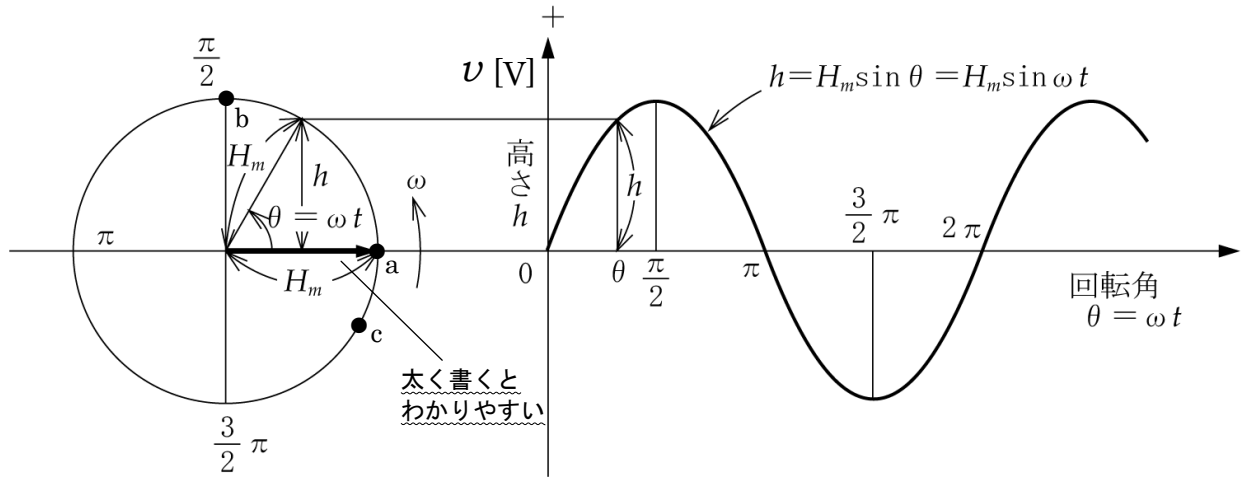


図2-2

**【課題 2】**

次に、点 b ( $\frac{\pi}{2}$ ) を始点とした場合と、点 c ( $-\frac{\pi}{6}$ ) を始点とした場合の回転角と高さの関係を表す波形を、上記のグラフに書き加えてください。

**【課題 1 の考察】**：波形と回転ベクトルの関係を考察してください。

交流波形は、 
$$h = H_m \sin \theta = H_m \sin \omega t$$

となっていることがわかります。

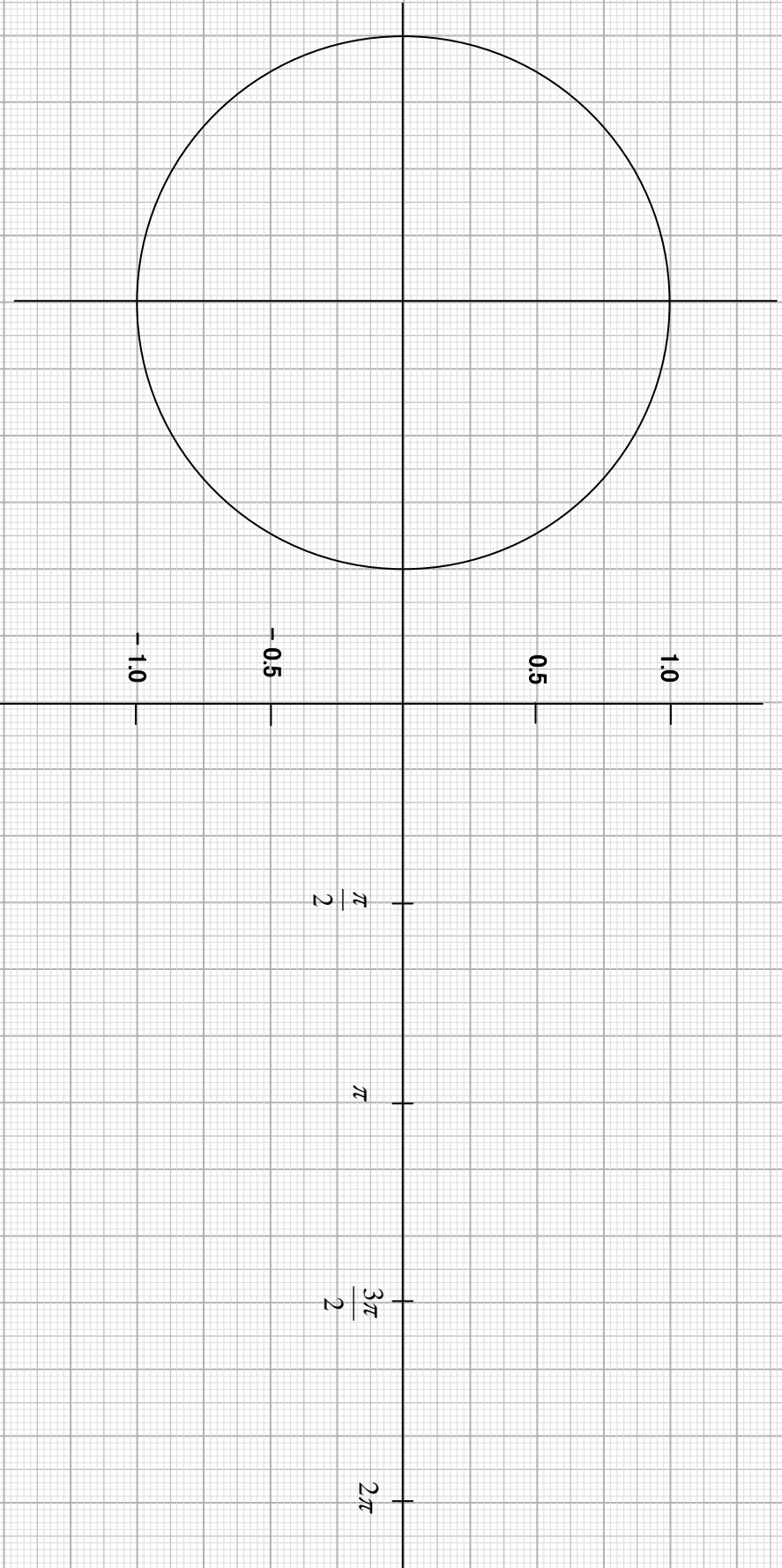
つまり、時間  $t$  に対して、その瞬間の高さ  $h$  (= 電圧  $v$  [V]) と角度  $\theta$  が対応しています。波形は波の形をしています。実は  $x$  軸 (時間軸  $t$ ) の “直線上に並んでいる角度の値” とその角度の縦軸の値 (電圧の大きさ) を、回転ベクトルと対応させると、視覚的に回転ベクトル側から波形の “角度” を見ることができます。

改めて、このことをグラフから確認し、考察してください。

**【課題 1 の考察】**

学番

氏名



## 1-2、交流波形の観測と計測実験【実験1】

### 実験1の手順

- 1) 抵抗回路図(図 3-1)を参考にしながら、シミュレータにこの回路図を描き、
- 2) シミュレータ上の電源電圧を周波数 50Hz に、最大電圧 1.41V に設定します。
- 3) シミュレータ上に表示される波形から、最大値  $E_m$ 、周期 T (時間) を読み、
- 4) 計測結果を下表に記録し、電圧や周波数など計測値と原理と比較し、それぞれの技術的な公式と計測値との対応について簡潔に下記へ考察(まとめ)してください。

(1)交流波形	
1	周波数 $f$ <span style="float:right">50Hz</span>
2	電源電圧 $V_{max}$ (最大値) <span style="float:right">1.0 V</span>
測定結果記入欄	
③	スコープ(振幅最大値) <span style="float:right">V</span>
④	スコープ(周期) <span style="float:right">ms</span>
計算結果記入欄	
5	周波数 $f$ (4よりの計算値) <span style="float:right">Hz</span>
6	角周波数 $\omega$ (5よりの計算値) <span style="float:right">rad/s</span>
7	実効値 (3よりの計算値) <span style="float:right">V</span>
計算に用いる要素 $f = 1/T$ 、 $\omega = 2\pi f$ $E_m = \sqrt{2} \times E$ (位相 $\theta$ は0とす	

### 【実験1のまとめ】

## 2、R LC回路の原理と実験

### 2-1 抵抗器 R (resistor) の原理

図3-1に示すように、抵抗に交流の電流が流れる際、電源電圧と電流は以下のように表され、“電圧と電流の波形は常に同相（位相差無し）”であり、“周波数によってインピーダンスZ（交流の場合の抵抗成分の呼び名）は変化しません”。

瞬時値表現では

$$v(t) = Ri(t) = R\sqrt{2}I \sin \omega t = \sqrt{2}E \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

$$i(t) = \sqrt{2}I \sin \omega t = I_m \sin \omega t$$

複素数表現では

$$V = RI = E\angle 0 = E + j0, \quad Z = \frac{V}{I} = R \text{ } [\Omega]$$

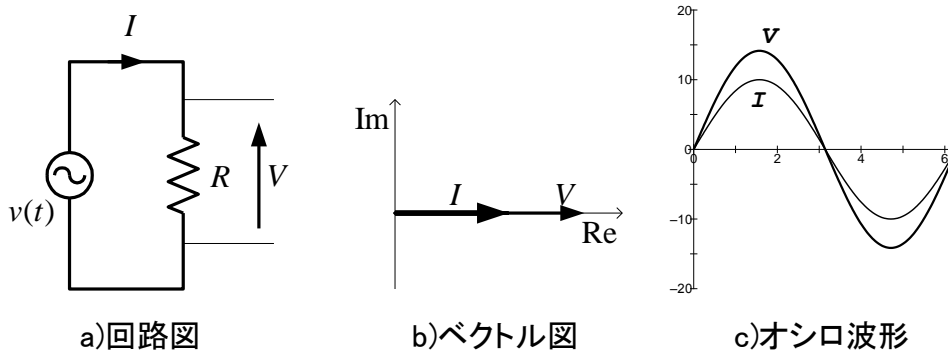


図3-1 抵抗回路と特性

### 【実験2】“抵抗”に流れる電圧と電流の関係を調べる実験

#### 実験手順

- 1) 図3-1を参考に回路図を描く。
- 2) 抵抗の値は2kΩに、周波数を3kHzに、電源電圧は1.41Vに設定する。
- 3) 出力電圧と抵抗に流れた電流の波形、各々の振幅(最大値)、周期、位相をスコープで読み取る。
- 4) この実験のシミュレータの画面を印刷し、場合によってはUSBメモリ等に保存します。
- 5) 課題を行い、理解を深める。

## [実験2 課題2] 計算による回路の確認と計測実験データの処理

1) 電源電圧  $V_i$  を 1 V(実効値)とした場合、電流  $I$  [mA]をオームの法則で求めると何mA になりますか？

答 \_\_\_\_\_ mA

2) スコープの計測より最大値  $V_m$ を読み、この  $V_m$ から実効値  $V$ を求めてみましょう。

$$\left[ V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \right]$$

答 \_\_\_\_\_ V

3) 周期  $T$  [s]から周波数  $f$  [Hz]を求めましょう。

答 \_\_\_\_\_ Hz

4) 電流  $I$  [mA] を読んでください。

答 \_\_\_\_\_ mA

5) 電圧  $V$ (実効値)と抵抗値  $R$ から 1) でオームの法則によって求めた  $I$  と、4) の計測値とを比較した結果を考察シートに言葉で記してください。

### [実験2 考察]

計測した波形が下図のようであるか確認してください。同様ならば、この波形において、電圧  $V$  の回転角が  $\pi/2$ の瞬間の電圧と電流の2つのベクトル(矢印)を示してみましょう。(解答はすでに記載されています) また、この波形やベクトルからは何がわかりますか。

#### 【まとめ3-1】

[ \_\_\_\_\_ ]

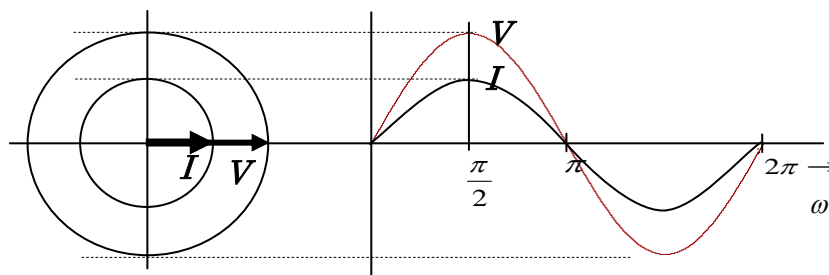


図3-2 抵抗回路における、電圧、電流波形と電圧、電流回転ベクトルの関係

## 2-2 インダクタ L (inductor)、コイル

図3-3に示すようにコイルに交流の電流が流れるとき、電源電圧は以下のように表されます。このように、電圧の波形は電流の波形に対して90度位相が進み（電流は電圧に対して90度遅れ）となり、インピーダンス  $Z$  は周波数に比例する関係があります（つまり、周波数が大きくなると抵抗値も大きくなります）。

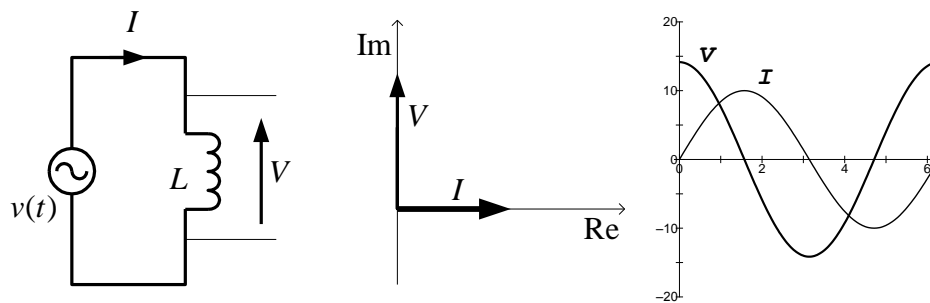
瞬時値表現では

$$v(t) = L \frac{d}{dt} i(t) = \omega L \sqrt{2} I \cos \omega t = \sqrt{2} E \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = E_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

複素数表現では、電流を基準ベクトルとすると

$$V = j\omega LI = E \angle \frac{\pi}{2} = 0 + jE \quad , \quad Z = \frac{V}{I} = j\omega L = jX_L \quad , \quad X_L = \omega L [\Omega]$$

$\omega = 2\pi f$  より周波数に比例



(実際のコイルは内部抵抗  $r$  が含まれるため)  
 $Z = X_L = r + X_L$  となっています

図3-3 インダクタンス回路と特性

### 【実験3】“コイル”に流れる電流と電圧の関係を調べる実験

#### 実験手順

- 1) 前項と同様、図3-3を参考にインダクタンス回路を描きます。
- 2) インダクタは10mHに、周波数は3kHzに設定します。
- 3) 交流の電源電圧を、1.41Vに調整します。
- 4) 予め（次頁課題）、周波数に対するインピーダンス（抵抗成分）から電流を読み取ります。

$$\left[ X_L = \omega L = 2\pi f L \text{ より、 } I = \frac{V}{\omega L} = \frac{V}{2\pi f L} \right]$$

- 5) スコープにより振幅、周期、位相を読み取り、画面を印刷します。  
 場合によってはUSBメモリ等に保存します。
- 6) 予め求めた計算値と実験値が一致（又は同等）することを確認してください。



**[実験3 課題1] 計算による回路の事前確認**

インピーダンス： $Z = j\omega L = jX_L$  ,  $|Z| = X_L = \omega L = 2\pi fL$  [ $\Omega$ ]

$X_L$ : 誘導リアクタンス ( $f$ でのコイルの抵抗成分として考えてください)

電源電圧 $V = ZI = j\omega LI$ より、電流に対して、位相が90度進む。

~~~~ 計算例 ~~~~

周波数 $f = 1.2$  kHz

インダクタ $L = 70$  mH とした場合、

リアクタンス $X_L = 2\pi \times 1.2 \times 10^3 \times 70 \times 10^{-3} \cong 528$  [ $\Omega$ ] と求められる。

※ これにより電源電圧  $V$  を 1 V(実効値)とした際、インダクタンス (コイルの抵抗) から、電流  $I$  [mA]がオームの法則で求められるようになります。

**[実験3 課題2] 計測実験を計測データ処理**

- 1) スコープでの計測より最大値  $V_m$ を読み、この  $V_m$  から実効値  $V$ を求めてみよう。
- 2) オシロスコープで計測した周期  $T$ [s]から周波数  $f$  [Hz]を求めよう。  $\left[ V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \right]$
- 3) 電流  $I$  [mA] を計測してください。
- 4) 電圧  $V$ とインピーダンス  $Z$ (計算値)から、計算による  $I$ を求め、3) 計測値  $I$ と比較してみよう。(ほぼ同じなら OK) (オームの法則で  $I = V/Z$ で求めればよい)

**[実験3 考察] 波形と電圧—電流ベクトルの関係 (考察欄に記入してください)**

観察した波形が下図のようであるか確認してください。次に、この波形において電流  $I$ を基準とした場合、電圧のベクトル(電圧の始点の方向)を下図の円の中に矢印で示してみましよう。また、この波形から何がわかりますか。下記に記してください。

考察

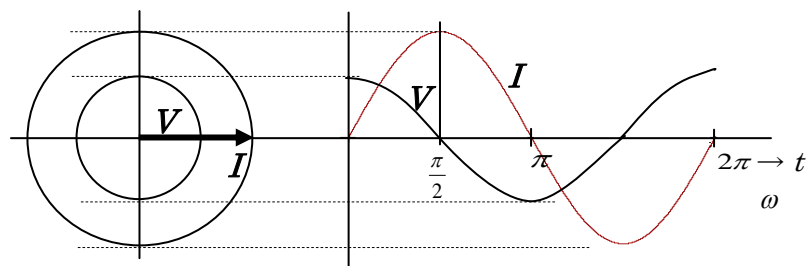


図3-4 インダクタ回路における、電圧-電流波形と電圧-電流回転ベクトルの関係

### 2-3 キャパシタ C (capacitor)、コンデンサ

図3-5に示すようにコンデンサに交流の電流が流れるとき、電源電圧は以下のように表されます。このように、電圧の波形は電流の波形に対して90度遅れ位相（電流は電圧に対して90度進み）となり、インピーダンス  $Z$  は周波数に反比例する関係があります。（つまり、コイル時と逆で、周波数が大きくなると抵抗値が小さくなる）

瞬時値表現では

$$v(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt = -\frac{1}{\omega C} \sqrt{2} I \cos \omega t = \sqrt{2} E \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = E_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

複素数表現では、電流を基準ベクトルとすると

$$V = \frac{1}{j\omega C} I = E \angle -\frac{\pi}{2} = 0 - jE, \quad Z = \frac{V}{I} = \frac{1}{j\omega C} = -j \frac{1}{\omega C} = -j X_c, \quad X_c = \frac{1}{\omega C} [\Omega]$$

$\omega = 2\pi f$  が分母 → 反比例

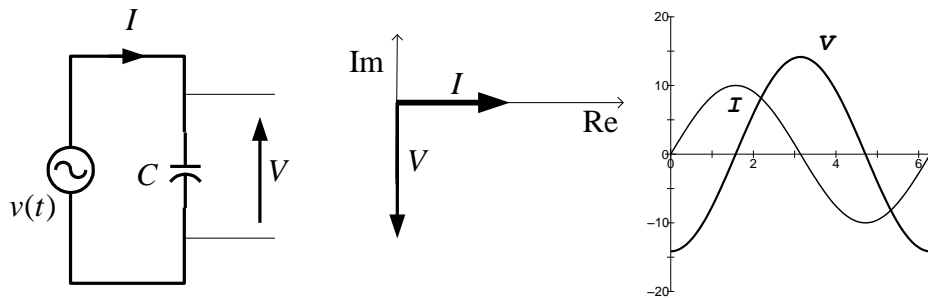


図3-5 キャパシタ回路と特性

### 【実験4】コンデンサ両端電圧と回路に流れる電流の関係を調べる実験

#### 実験手順

- 1) 同様に図3-5に沿ってキャパシタ回路を描きます。
- 2) キャパシタは  $0.1 \mu F$  に、周波数は  $3 \text{ kHz}$  に設定します。
- 3) 交流の電源電圧は、 $1.41 \text{ V}$  に設定します。
- 4) 予め（次頁課題）、周波数に対するインピーダンスから電流を計算します。

$$\left[ |Z| = X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} [\Omega], \quad I = V/Z \right]$$

- 5) スコープから振幅、周期、位相を読み取り、画面を印刷します。

場合によっては USB メモリ等に保存します。

- 6) 予め求めた計算と一致（又は同等）することを確認し、それぞれを比較しながら実験を進めてください。

### [実験4 課題1] 計算による回路の事前シミュレーション

$$\text{インピーダンス} : Z = -jX_c = \frac{1}{j\omega C} = -j\frac{1}{2\pi fC} \quad |Z| = X_c = \frac{1}{2\pi fC} [\Omega]$$

$$X_c : \text{容量リアクタンス} \quad \text{また、} I = \frac{V}{Z} \quad \text{より}$$

$$\text{電源電圧} V = ZI = -j\frac{1}{\omega C} I \text{より、電流に対して、位相が} 90 \text{度遅れる。}$$

~~~~ 計算例 ~~~~

周波数  $f = 0.8 \text{ kHz}$

キャパシタンス  $C = 50 \text{ nF}$  とした場合、

$$\text{容量リアクタンス} X_c = \frac{1}{2\pi \times 0.8 \times 10^3 \times 50 \times 10^{-9}} \cong 3980 = 3.98 \text{ k}\Omega$$

と求めます。

### [実験4 課題2] 計測実験を計測データ処理

1) スコープでの計測より最大値  $V_m$  を読み、実効値  $V$  を計算しましょう。

2) スコープで計測した周期  $T[\text{s}]$  から周波数  $f [\text{Hz}]$  を求めよう。  $\left[ V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \right]$

3) 電流  $I$  [mA] を計測してください。

4) 実効値電圧  $V$  とインピーダンス  $Z$  (計算値) から、計算による  $I$  を求め、3) の電流の計測値と比較してください。(ほぼ同じならば OK)

( $I = V/Z$  で求めればよい)

### [実験4 考察] 波形と電圧—電流ベクトルの関係

観察した波形が下図のようであるか確認してください。同様ならば、この波形の電流  $I$  を基準とした場合、電圧のベクトル(電圧の始点の方向)を下図の円の中に矢印で示してください。また、この波形から何が読み取れますか答えなさい。さらに、誘導リアクタンス  $X_c$  は何を表していますか。下記に記してください。

〔 考察 〕

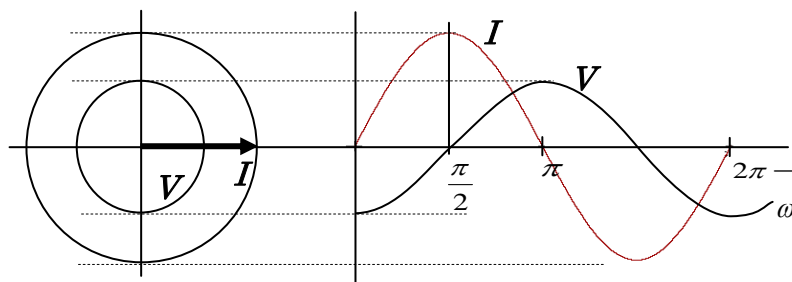


図3-6 キャパシタ回路における、電圧-電流波形と電圧-電流回転ベクトルの関係

### 3、R, L, C 回路の周波数特性実験

#### 3-1 【実験5】周波数の変化がR・L・Cに及ぼす影響を調査する実験

実験手順（下記の測定値はP12の実験記録表に記録する）

- 1) 第2章（P5, P7, P9参照）で用いた回路を、それぞれもう一度用いて実験を行います。
- 2) 回路を描いたら、実験記入表の最初の周波数に設定します。
- 3) 電源電圧は、1.41Vに調整します。
- 4) 電流値も計測し記録します。
- 5) 電圧波形と電流波形をスコープで観察し、位相角を読み取ります。（1回目のみ）
- 6) 次に、記入表に示される各々の周波数に設定を変更します。このとき電源電圧が1.0V（実効値）であることを再確認します。（原理的には周波数を変えるとインピーダンスが変化するため、その都度確認が必要）
- 7) 電流 $I$ を記録します。
- 8) 以下同様に、指示された周波数に対する電流測定の計測実験を行い、周波数とインピーダンス $Z$ の関係を方眼用紙にグラフを描き、その様子を考察してください。

#### 3-2 実験で使用する回路

実験3-1に示した、R回路、L回路、C回路（P5, P7, P9参照）を前節と同様にそれぞれ再度描き直して、実験3記録シートに従って実験を行います。

**【実験5 課題1】** 測定データをグラフ化してください。（次ページ方眼紙利用）

ただし、この3種類の実験グラフは1枚の方眼用紙にまとめてください。

**【実験5 課題2】** 3つのグラフの関係を考察し、下記に簡潔に答えてください。また、過去問と実験の対応などを併せて確認してください。

## RLC回路の周波数特性実験5

測定手順：まず、スコープで電流波形を計測・観察し、次に電圧波形の把握・観察する。両者を把握できたら位相差を計測する。

※ 位相差  $\phi$  の求め方はテキストP15を参照すること。  $\phi = (\text{V/T}) \times 360$   
 ※ 実効値 = 最大値 /  $\sqrt{2}$

### (3-1) 抵抗回路の周波数特性

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| 抵抗 $R$ の値                   | 2k $\Omega$ |
| 電源電圧計 $V_i$ の値 (ch1:緑) (一定) | 1.0 V       |

抵抗に流れる電流  $I$  (計測)

| 周波数 $f$ [kHz] | 電流 $I$ [mA] (最大値) | 電流 $I$ [mA] (実効値) | インピーダンス $Z$ [k $\Omega$ ] ( $Z = V_i / I$ ) | 位相角 $(\phi)$ ※ (電流基準) |
|---------------|-------------------|-------------------|---|-----------------------|
| 10            |                   |                   |   |                       |
|               | $\mu A$           |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
| 20            |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 30            |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 40            |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 50            |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |

### (3-2) インダクタ回路

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| インダクタ $L$ の値                | 10mH  |
| 電子電圧計 $V_i$ の値 (ch1:緑) (一定) | 1.0 V |

コイルに流れる電流  $I$  (計測)

| 周波数 $f$ [kHz] | 電流 $I$ [mA] (最大値) | 電流 $I$ [mA] (実効値) | インピーダンス $Z$ [k $\Omega$ ] ( $Z = V_i / I$ ) | 位相角 $(\phi)$ ※ (電流基準) |
|---------------|-------------------|-------------------|---|-----------------------|
| 10            |                   |                   |   |                       |
|               | $\mu A$           |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
| 20            |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 30            |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 40            |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 50            |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |

### (3-3) キャパシタ回路

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| キャパシタ $C$ の値                | 0.1 $\mu F$ |
| 電子電圧計 $V_i$ の値 (ch1:緑) (一定) | 1.0 V       |

コンデンサに流れる電流  $I$  (計測)

| 周波数 $f$ [kHz] | 電流 $I$ [mA] (最大値) | 電流 $I$ [mA] (実効値) | インピーダンス $Z$ [k $\Omega$ ] ( $Z = V_i / I$ ) | 位相角 $(\phi)$ ※ (電流基準) |
|---------------|-------------------|-------------------|---|-----------------------|
| 2             |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 3             |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 4             |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 5             |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 6             |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 7             |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 8             |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 9             |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |
| 10            |                   |                   |   |                       |
|               | mA                |                   |   |                       |
|               |                   |                   |   |                       |

(注) 有効数字 (読みの有効桁数) を注意して記入すること。なお、この用紙は報告書と共に提出する大切な資料です。

# 周波数特性実験のグラフのまとめ方

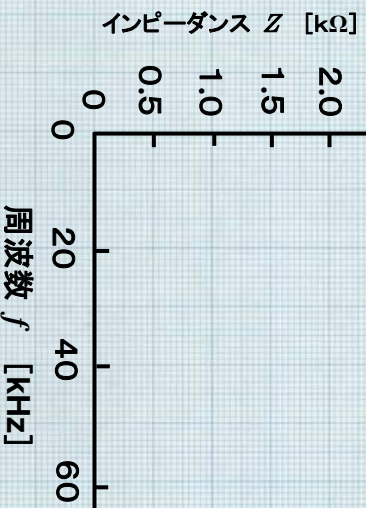


図2、抵抗回路の周波数特性

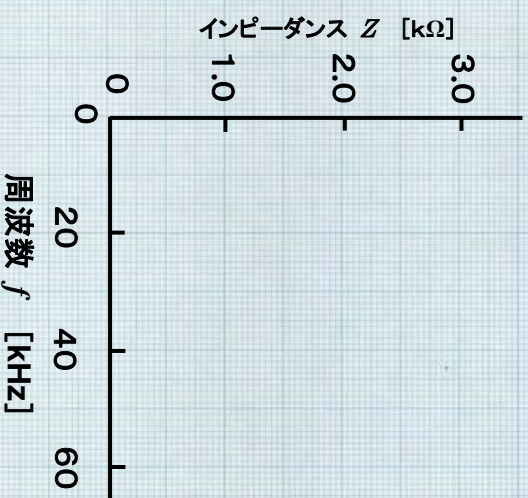


図3、インダクタ回路の周波数特性

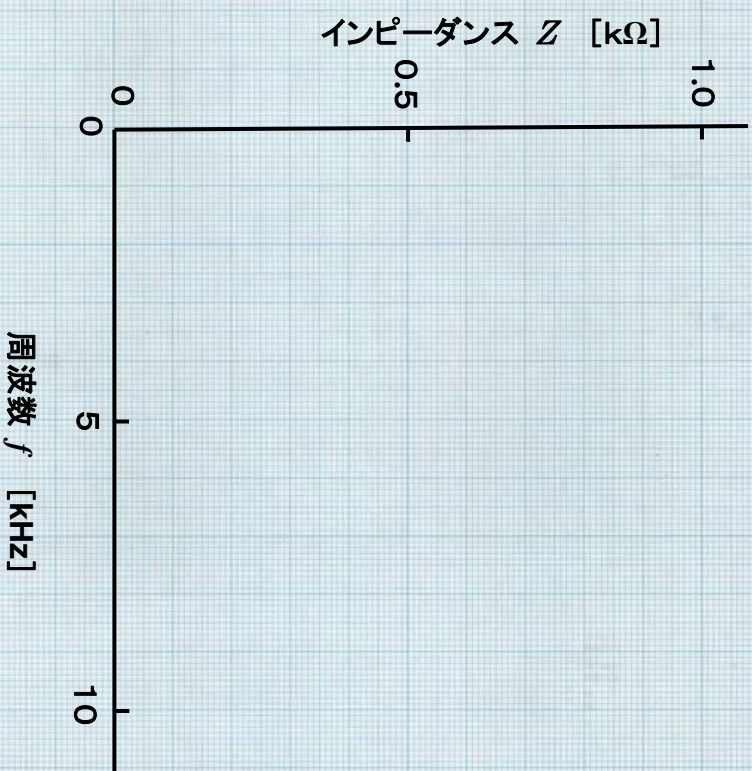


図4、キャパシタ回路の周波数特性

## 4 RC直列回路

図 4-1 に示す抵抗とコンデンサの直列回路に交流の電流が流れるとき、電源電圧は以下のように表されます。

瞬時値表現では

$$v(t) = Ri(t) + \frac{1}{C} \int i(t) dt = R\sqrt{2}I \sin \omega t - \frac{1}{\omega C} \sqrt{2}I \cos \omega t$$

$$\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \sqrt{2}I \sin\left(\omega t - \tan^{-1} \frac{1}{\omega CR}\right) = \sqrt{2}E \sin\left(\omega t - \tan^{-1} \frac{1}{\omega CR}\right)$$

$R \int \frac{1}{\omega C} \Leftrightarrow \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\omega CR} \text{ より}$

電卓が持ち込めない EM・国試では角度計算は出題されにくい。

複素数表現（この実験では、電流を基準ベクトルとする。）

$$V = \left(R + \frac{1}{j\omega C}\right) I = \left(R - j \frac{1}{\omega C}\right) I = ZI = E \angle -\tan^{-1} \frac{1}{\omega CR} = V_R - jV_C = RI - jX_C I$$

インピーダンス  $Z$  は

$$Z = R - jX = R - j \frac{1}{\omega C} = R - jX_C \text{ [}\Omega\text{]}$$

インピーダンスの実部を抵抗  $R$ 、虚数部をリアクタンス  $X$  といいます。また、負の虚数部を容量リアクタンス  $X_C$ 、正の虚数部を誘導リアクタンス  $X_L$  という。（この RC 回路の場合、 $X_C$  の項が負であるので容量リアクタンスである）この  $X$  は、コイル ( $X_L$ ) の抵抗分、コンデンサ ( $X_C$ ) の抵抗分に相当する値となります。

インピーダンスの大きさ  $|Z|$  は、ベクトル図からわかるように

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{R^2 + X_C^2} \text{ [}\Omega\text{]}$$

のように示すことができます。

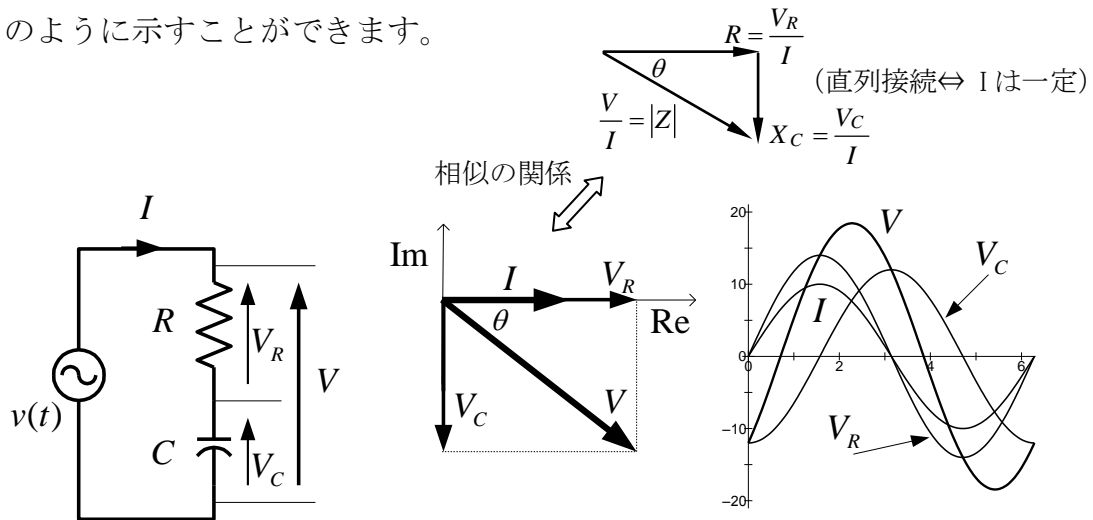


図 4-1 RC 回路と特性

#### 4-1 実験手順（下記の測定値は P15 の実験記録表に記録すること）

- 1) 図 4-1 を参照しながら、RC 回路を描きます。
- 2) キャパシタは  $0.1 \mu\text{F}$  ( $100\text{nF}$ ) に、周波数を  $1.1\text{kHz}$  に設定します。
- 3) 電源電圧は  $1.41\text{V}$  に調整します。
- 4) 予め、周波数に対するインピーダンスや電流、位相を計算で求めます。
- 5) オシロスコープから振幅、周期、位相を読み取り、画面を印刷します。  
場合によっては USB メモリ等に保存します。
- 6) 電流を計測します。
- 7) 抵抗間とコンデンサ間の電圧  $V_R$  と  $V_C$  を計測します。
- 8) 予め求めた計算と一致（又は同等）するかを確認します。
- 9) また、電流  $I$  を基準とした、 $V_R$  と  $V_C$  のベクトル図を方眼紙に描いて電圧と電流の関係を確認し、作図します。

#### 【実験 6 課題 1】 計算による回路シミュレーション（P15 記録表に従い記録）

- 1) RC 回路で使用する電子部品や設定電圧、周波数から、リアクタンスやインピーダンス、インピーダンス  $Z$  等を求め、記入欄に記入してください。
- 2) ・上記 9) で描いたベクトル図から、 $V_R$  と  $V_C$  と全体の電圧  $V$  の関係や、 $R$  と  $X_C$  の値と合成インピーダンス（≡合成抵抗）の関係について考察してください。  
・また、実験値（回路シミュレータ）と計算値（理論値）の対応について簡潔に考察してください。  
・その上で、実験結果を対応させながら 1 頁の過去問を解き直ししてください。

考察

#### 位相差 $\phi$ の測定の計算法

図 3 のような波形の位相差  $\phi$  を求める場合、周期  $T$  と時間差  $t$  から比を用い、位相差は次式で求められる。

$$t:T = \phi:360^\circ$$

$$\phi = \frac{t}{T} 360^\circ$$

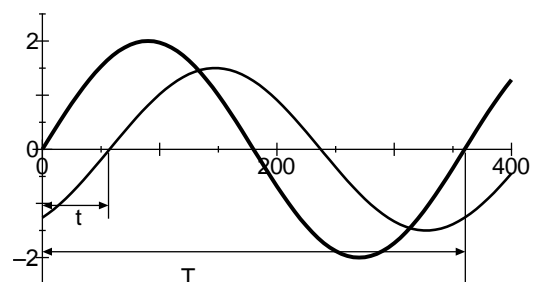


図 3 位相差

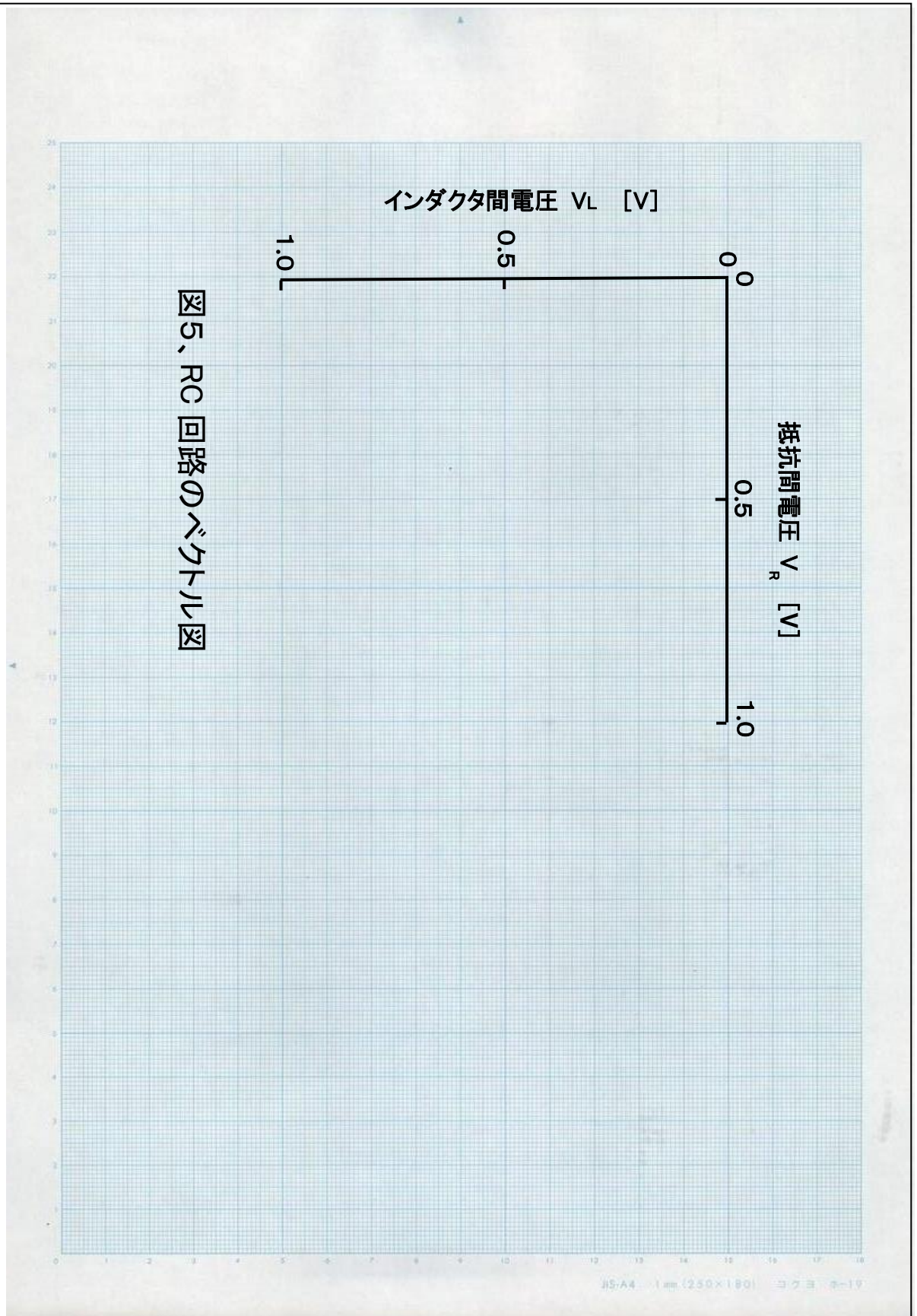


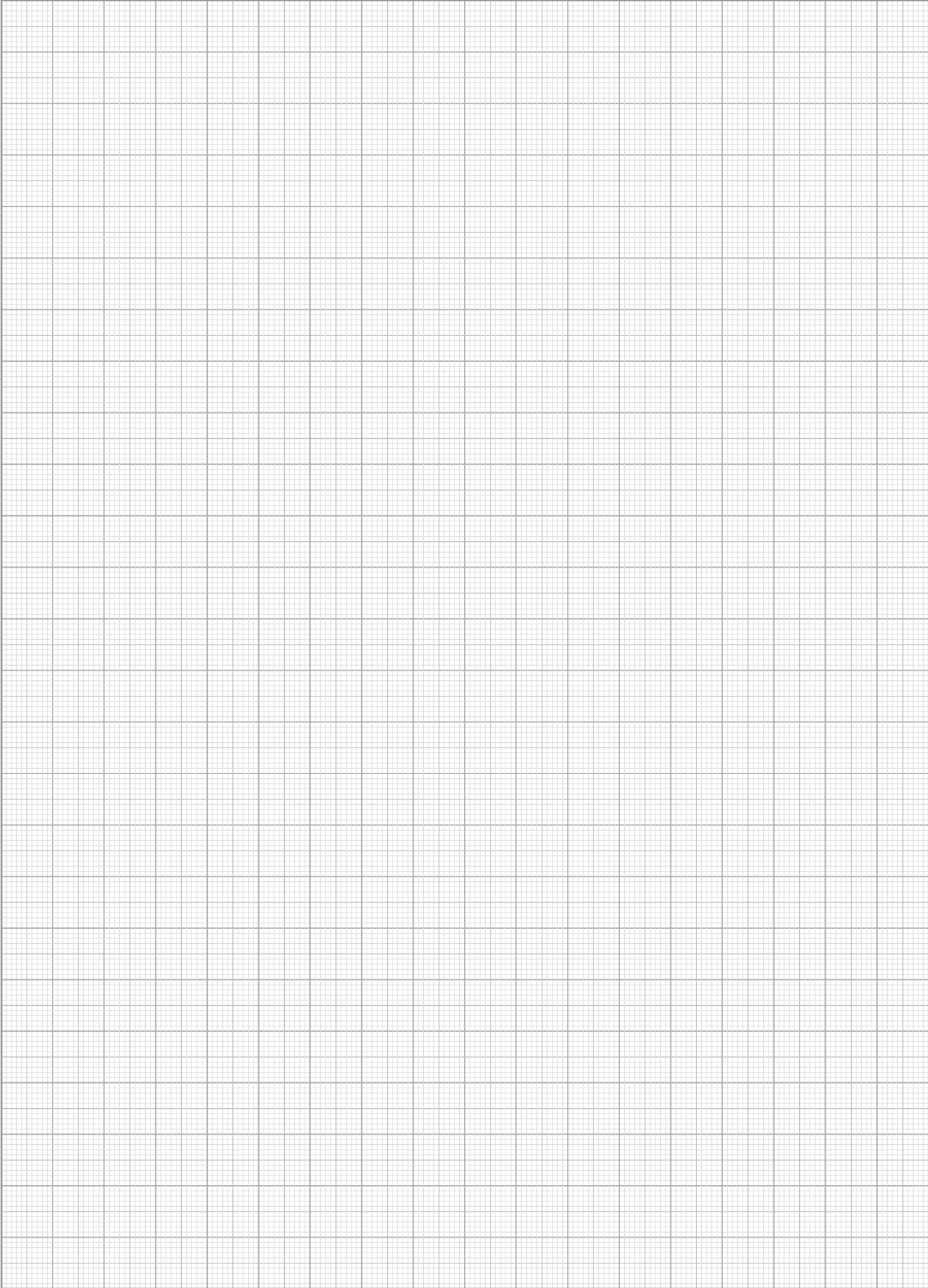
## RC 回路の実験6 データ記入表

### (1)RC回路

|                          |                              |              |
|--------------------------|------------------------------|--------------|
| 1                        | 周波数 $f$                      | 1.1 kHz      |
| 2                        | 電源電圧 $V_i$ (実効値)             | 1 V          |
| 3                        | 抵抗の値 $R$                     | 1 k $\Omega$ |
| 4                        | キャパシタの値 $C$                  | 100 nF       |
| 5                        | (計算)容量リアクタンス $X_C$           | k $\Omega$   |
| 6                        | (計算)インピーダンス $Z$              | k $\Omega$   |
| 7                        | (計算)電流 $I$ ( $=V_i/Z$ )      | mA           |
| 8                        | (計算)C間の電圧 $V_C$ ( $=IX_C$ )  | V            |
| 9                        | (計算)抵抗間の電圧 $V_R$ ( $=IX_R$ ) | V            |
| 10                       | (計算)位相角 $\theta$             | °            |
| 測定値 ( $V, V_R$ と $V_C$ ) |                              |              |
| ⑪                        | 電源電圧 $V_i$ (実効値)             | V            |
| ⑫                        | 抵抗の両端の電圧 ( $V_R$ )           | V            |
| ⑬                        | キャパシタの両端の電圧 ( $V_C$ )        | V            |
| 回路に流れる電流 $I$ の計測         |                              |              |
| ⑭                        | 電流 $I$                       | mA           |
| 電源と電流の位相角(オシロで計測し計算)     |                              |              |
| ⑮                        | 位相角 (スコープ計測値)                | °            |
| 16                       | 位相角 (式)                      |              |

# RC回路実験のベクトル図の座標例







TOIN GAKUEN

交流回路実験テキスト

桐蔭横浜大学

医用工学部臨床工学科

2022年3月26日改訂

森下 武志