

電気回路の基本：ベクトル図の描き方

(読んでほしい人：電気系以外の高専生と大学生)

2016/11/29 舞鶴高専 平地克也

正弦波の電圧電流は大きさや位相をベクトルを使って視覚的に分かり易く描画することができ、パワエレの世界でも良く使います。パワエレの世界では電圧電流が非正弦波であることも多いですが、その場合も基本波成分に注目してベクトルを用いて解析することがあります。

ベクトル図の描き方

図1(a)の回路で電圧Vと電流Iが(b)の関係にある時、VとIはそれぞれ次のように表します。

$$\text{瞬時値表示： } v(t) = \sqrt{2} V_{rms} \sin t \text{ [V]、 } i(t) = \sqrt{2} I_{rms} \sin(t + \theta) \text{ [A]}$$

$$\text{極座標表示： } \dot{V} = V_{rms} \angle 0^\circ \text{ [V]、 } \dot{I} = I_{rms} \angle \theta \text{ [A]}$$

なお、電圧Vを位相の基準にしています。V_{rms}とI_{rms}はそれぞれVとIの実効値です。瞬時値表示でも極座標表示でもVとIの大きさと位相が正確に分かりますが、図1(c)のようにベクトル図で表示すると大きさと位相が視覚的にすぐに把握できます。なお、瞬時値表示や極座標表示は 平地研究室技術メモ No. 20150707「電気回路の基本：正弦波交流の計算方法」で詳しく説明しています。

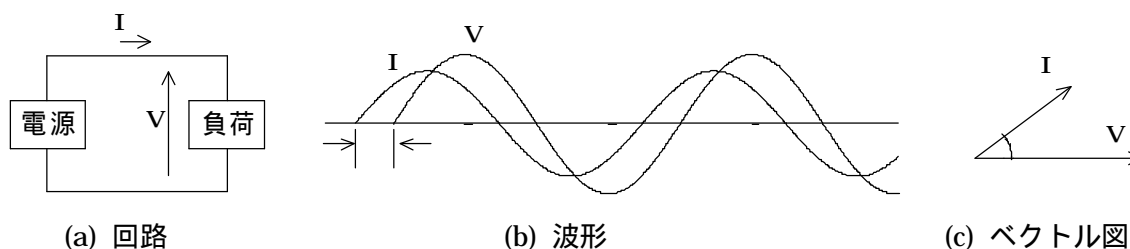


図1 電圧と電流のベクトルによる表示

図2に抵抗、コンデンサ、リアクトルのベクトル図を示します。抵抗の電流は電圧と同相、コンデンサは90度進み、リアクトルは90度遅れ、ということが視覚的に分かります。なお、反時計回りが進みの方向、時計回りが遅れの方向です。図3にベクトル図の描き方を示します。

<ベクトルの加算>

ベクトルの加算は図3(a)の どちらかの方法で行います。

<ベクトルの減算>

図3(b)の において $\dot{V}_1 - \dot{V}_2$ を計算する場合は、まず \dot{V}_2 から \dot{V}_2 をマイナスにして $-\dot{V}_2$ を描き、 $-\dot{V}_2$ を \dot{V}_1 に加算します。

<電圧電流の大きさ>

電圧電流の大きさはベクトルの長さで表しますが、電圧と電流の大きさは比較できないので図3(c)

のは のように書き換えても OK です。もちろん、電圧相互間、電流相互間は大きさに比例してベクトルの長さを決めて下さい。

<位置関係>

ベクトルは相対的な位置関係のみ考えれば OK です。よって図 3 (d)の は のように書き換えても OK です。

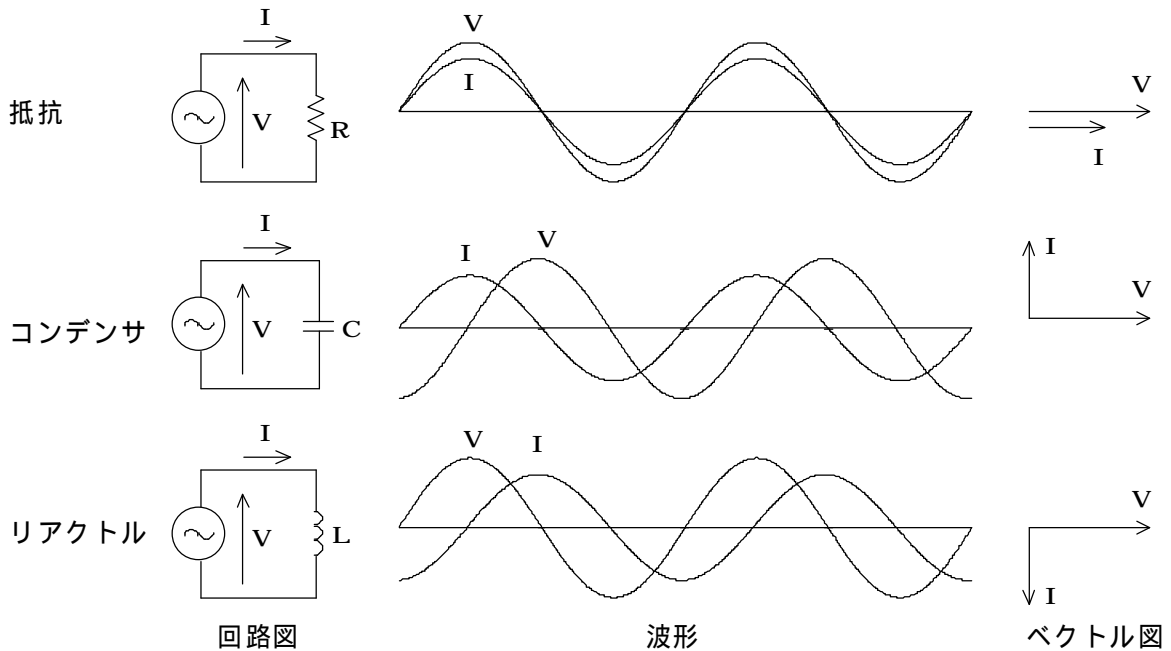


図 2 抵抗、コンデンサ、リアクトルの電圧、電流のベクトル図

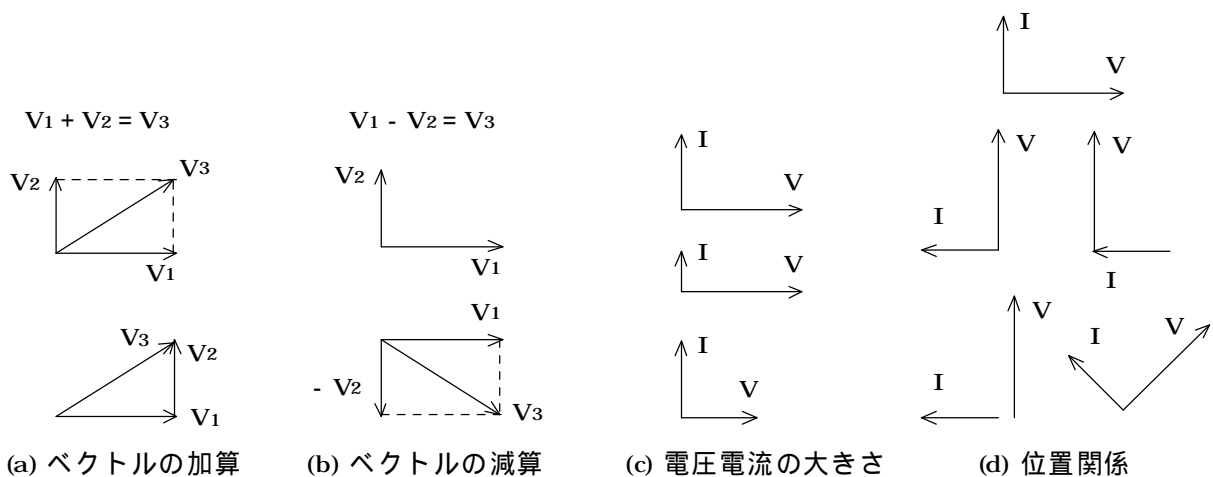


図 3 ベクトル図の描き方

ベクトル図の例

図 3 (d)に示したようにベクトル図の描き方は自由度が高いので回路の特性に応じて分かり易く工夫して書いて下さい。図 4 (a)の LCR 並列回路なら(b)のように描画すると分かり易いでしょう。電

源電圧を位相の基準と考えて右向きの水平方向に配置します。IRはVと同相なのでVと平行、ICはVに対して90度進み、ILは90度遅れです。(b)のように記載すると $\dot{I} = \dot{I}_C + \dot{I}_R + \dot{I}_L$ であることが視覚的に分かります。IL > ICの時は(c)のようになり、IはVより遅れることが分かります。図5(a)のLCR直列回路では電流Iの位相を基準に考えて(b)のように描画すると分かり易いでしょう。 $\dot{V} = \dot{V}_C + \dot{V}_R + \dot{V}_L$ の関係が一目で分かります。図6は変圧器の等価回路とそのベクトル図です。負荷電流と励磁電流の関係、漏れインダクタンスと巻線抵抗の影響などが視覚的に理解できます。

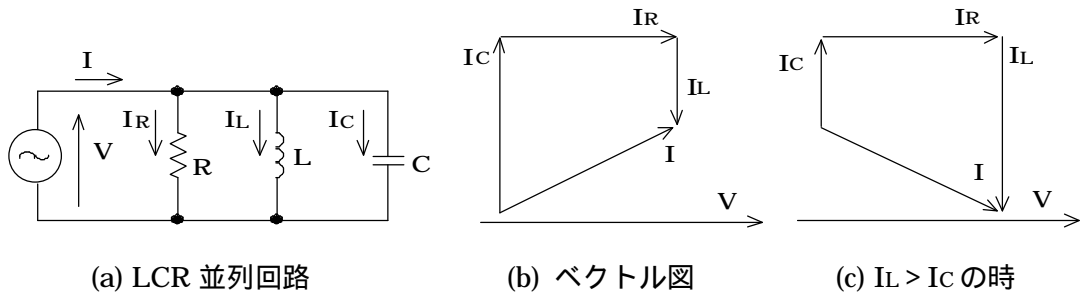


図4 ベクトル図の例 (LCR 並列回路)

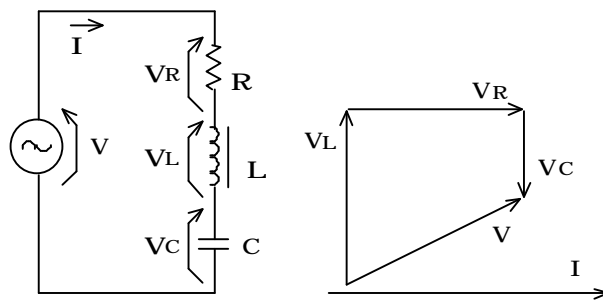


図5 ベクトル図の例 (LCR 直列回路)

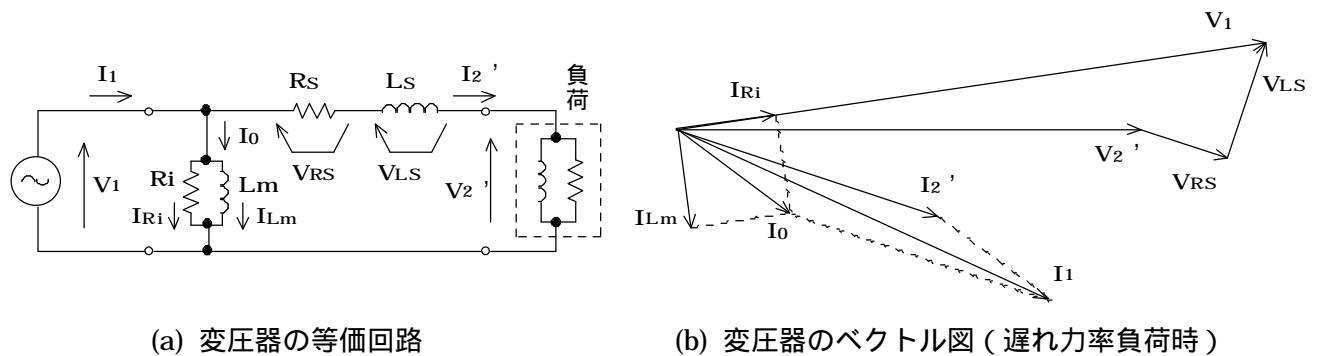


図6 ベクトル図の例 (変圧器)

以上

< 変更履歴 >

A …… 2016/12/5 図5 (b)を修正