

第9章 交流回路のベクトル軌跡の実験

Experiment of Vector Locus for AC Circuit

9.1 目的

RL および RC の直列回路における電圧、電流のベクトル図を描き、位相の概念を習得する。

9.2 理論

9.2.1 RL 直列回路

図9.1のようにRLの直列回路に交流電圧Vを加えると、流れる電流Iは電圧Vより位相が $\varphi = \tan^{-1}(\omega L/R)$ だけ遅れる。また抵抗RおよびインダクタンスLの電圧降下をそれぞれ V_R および V_L とすれば、 V_R は電流Iと同相であり、 V_L は電流Iより位相が $\pi/2$ だけ進み、 V_R と V_L とのベクトル和は端子電圧Vに等しい。

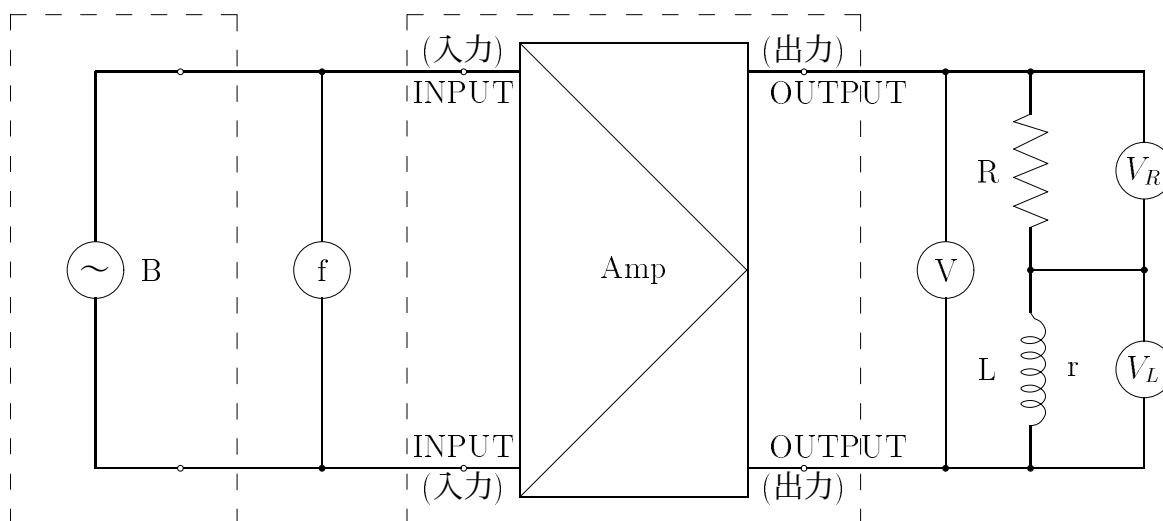


図 9.1: RL 直列回路結線図

V : デジタルマルチメータ	B : 低周波発振器	f : 周波数計	r : 内部抵抗 (未知)
V_R : デジタルマルチメータ	R : 抵抗器	L : インダクタンス	
V_L : デジタルマルチメータ	Amp: TAKASAGO POWER SUPPLY		

増幅器 (両極性直流電源・増幅器) の使い方は付録 A.7 を、デジタルマルチメータの使い方は付録 A.8 を参照する。

いま R を一定にして、 L を変化した場合を考える。図 9.2 に示すように、 $L = 0$ のときは、 $V = V_R$ となり、このときの電流は電圧と同相で、 $I_0 = V/R$ となる。 L を次第に増加すると、 V_L も増加して同図の AB を直径とする円周上を A 点から B 点に向かって移動し、電流 I は L の増加に伴い減少しながら、 V_R とともに円弧を描いて B 点に向う。

次に L を一定にして、 R を変化した場合を考える。図 9.3 に示すように、 $R = 0$ のときは、電流は電圧より位相が $\pi/2$ だけ遅れて、 $I_0 = V/\omega L$ となる。 R を次第に増加すると、 V_R も増加して同図の AB を直径とする円周上を B 点から A 点に向かって移動し、電流 I も円弧を描いて B 点に向う。

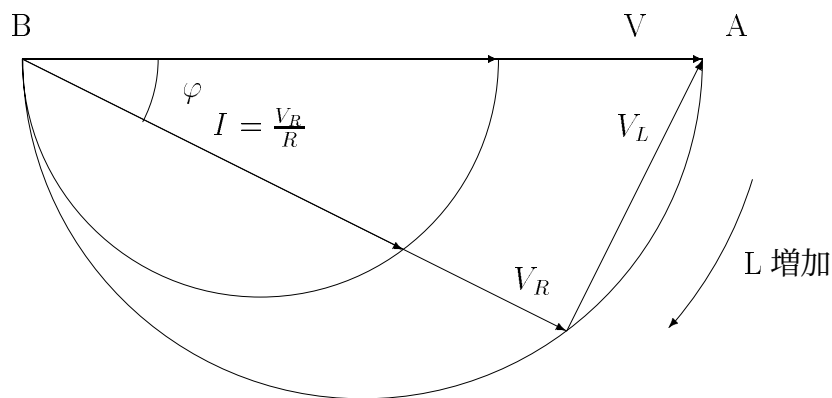


図 9.2: RL 直列回路で R が一定の時の特性

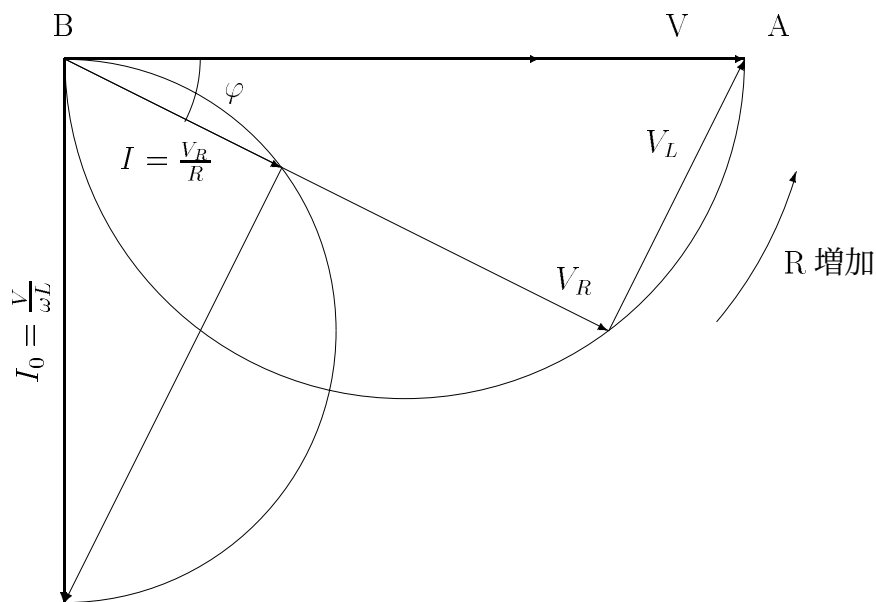


図 9.3: RL 直列回路で L が一定の時の特性

9.2.2 RC 直列回路

図 9.4 のように RC の直列回路に交流電圧 V を加えると、電流 I は電圧 V より位相が $\varphi = \tan^{-1}\{1/(\omega CR)\}$ だけ進む。また R および C の電圧降下をそれぞれ V_R および V_C とすると、 V_R は電流 I と同相であり、 V_C は位相が $\pi/2$ だけ遅れ、 V_R と V_C とのベクトル和は端子電圧 V に等しい。

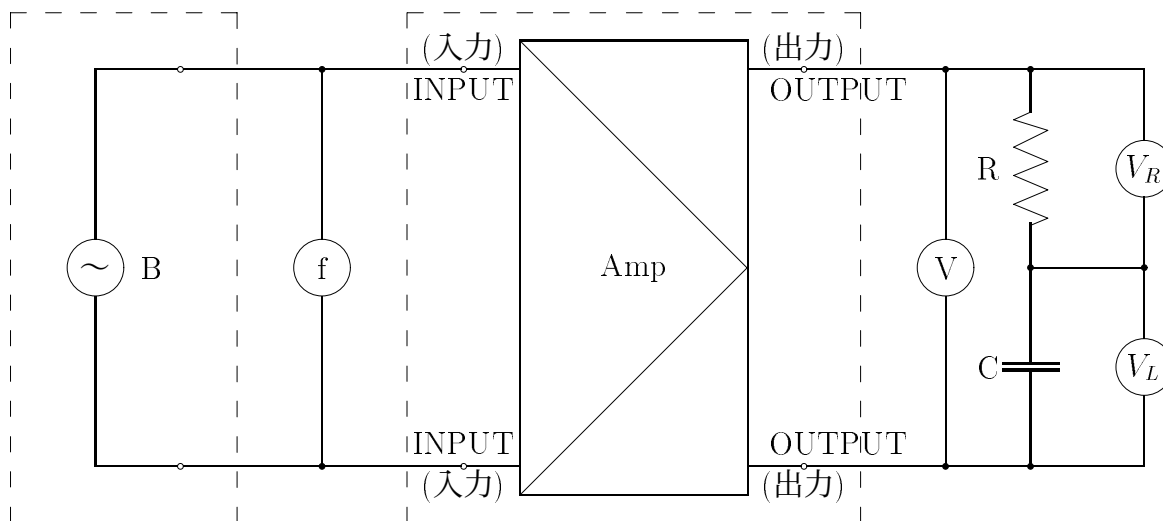


図 9.4: RC 直列回路結線図

V : デジタルマルチメータ B : 低周波発振器 f : 周波数計
 V_R : デジタルマルチメータ R : 抵抗器 C : コンデンサ
 V_C : デジタルマルチメータ Amp : TAKASAGO POWER SUPPLY

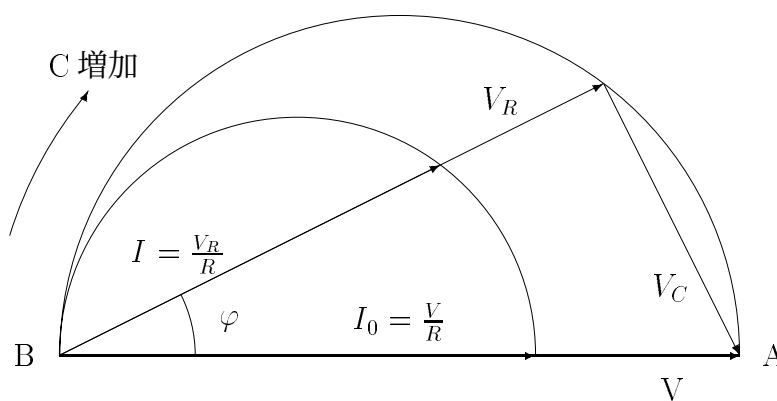


図 9.5: RC 直列回路結で R が一定の時の特性

いま R を一定にして C を変化すると、図 9.5 に示すように、 $C = 0$ のときは、回路は開いた状態であるから、電流は零である。 C を次第に増加すると、 V_C は減少して同図の円周上を B 点から A 点に向う。また $C \rightarrow \infty$ のときは、 C は短絡した状態であるから、 $V_C = 0$ となり、電流は $I_0 = V/R$ となって、電流 I の軌跡も円周になる。次に、 C を一定にして R を変化すると、図

9.6に示すように、 $R = 0$ のときは、電流は電圧より位相が $\pi/2$ だけ進み、 $I_0 = \omega CV$ のようになる。 R を次第に増加すると、 V_R も増加して同図の円周上をたどり、電流もまた円弧を描く。

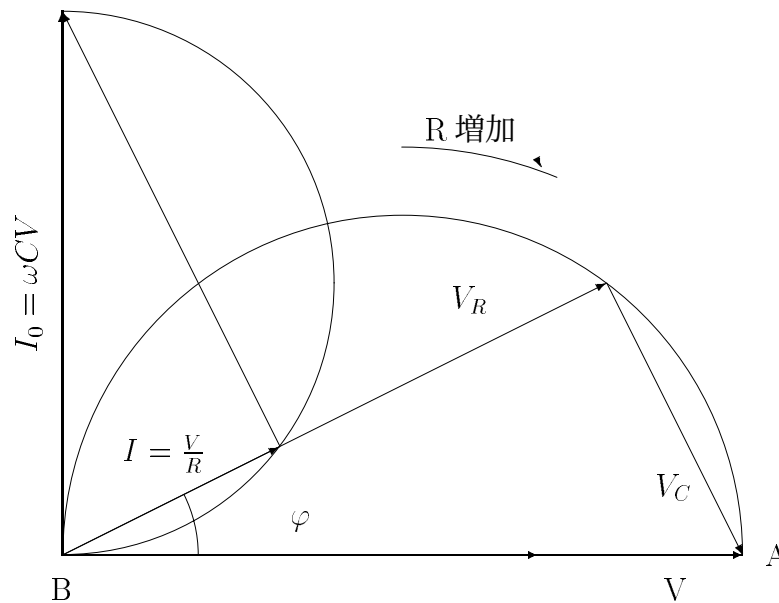


図 9.6: RC 直列回路で C が一定の時の特性

9.3 方法

電源電圧 V を一定値 ($f=500\text{Hz}$ 、 $V=5\text{V}$) に保って測定する。

9.3.1 RL 直列回路

R 、 L を図 9.1 のように直列接続して、 R を一定にして、 L を変化させ、電流 I および電圧 V_R 、 V_L を測定する。次に、 L を一定にして R を変化させ、同様の測定をする。

9.3.2 RC 直列回路

R 、 C を図 9.4 のように直列接続して、 R を一定にして、 C を変化させ、電流 I および電圧 V_R 、 V_C を測定する。次に、 C を一定にして R を変化させ、同様の測定をする。

電圧計の入力インピーダンスが低いと、誤差が大きくなり、ベクトル軌跡が円周から大きくそれてしまう。このようなときは、入力インピーダンスが高い電子電圧計を使用すれば、誤差を小さくすることができる。

9.4 結果

9.4.1 RL 直列回路

横軸に電圧と電流のメモリを書き、縦軸にも電圧と電流のメモリを書く。このとき、R および L を可変としたときのおおのこの電圧、電流のベクトル軌跡を描く。

電源電圧 V(V)	抵 抗 R(Ω)	インダクタ ンス L(mH)	電 流 I(A)	抵抗端子 電圧 V_R (V)	インダクタンス 端子電圧 V_L (V)
一 定					

9.4.2 RC 直列回路

横軸に電圧と電流のメモリを書き、縦軸にも電圧と電流のメモリを書く。このとき、R および C を可変としたときのおおのこの電圧、電流のベクトル軌跡を描く。

電源電圧 V(V)	抵 抗 R(Ω)	キャパシタ ンス C(μ F)	電 流 I(A)	抵抗端子 電圧 V_R (V)	キャパシタンス 端子電圧 V_C (V)
一 定					

9.5 注意

1. 結果のベクトル図には、電圧の縦軸と横軸、電流の縦軸と横軸を作り、それぞれの軸に目盛りを記入する。
2. 1 枚のグラフ用紙には 1 つのベクトル図を記入する。

9.6 問題

実測の結果、電圧、電流のベクトル軌跡が正確に半円周にならない理由を述べよ。