

# 第3学年 電気電子工学実験実習報告書

0 RLC回路におけるインピーダンス軌跡の特定

実験日 令和04年4月14日(木)

班	学生番号	氏名
09	3309	大山 主朗

共同実験者名

提出日			備考	評価
予定日 04/28				
提出日				

## 1 目的

省略

## 2 原理

省略

## 3 方法

### 3.1 実験装置

実験には以下のものを使用する.

表 1: 実験装置	
機器名	数量 [個]
ファンクション・ジェネレータ	1
1000[Ω] の抵抗	1
2[mH] のインダクタ	1
5[mH] のインダクタ	1
2.25[μF] のキャパシタ	1
250[μF] のキャパシタ	1
交流用電流計	3
交流用電圧計	3

### 3.2 実験手順 (直列回路)

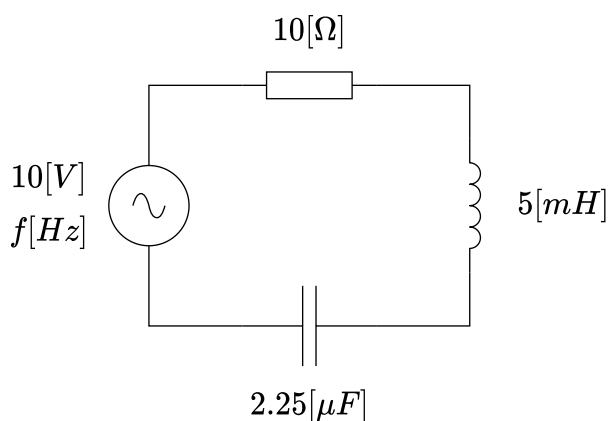


図 1: RLC 直列回路

- 1 ページ図 1 のように回路を構築する.
- 2 ページ図 2 を参考に交流用電流計および, 交流用電圧計を設置する.
- 周波数を 500[Hz] から 5000[Hz] まで 400[Hz] おきに变化させ,  $V_R, V_L, V_C$  及び  $I$  の値を記録する.

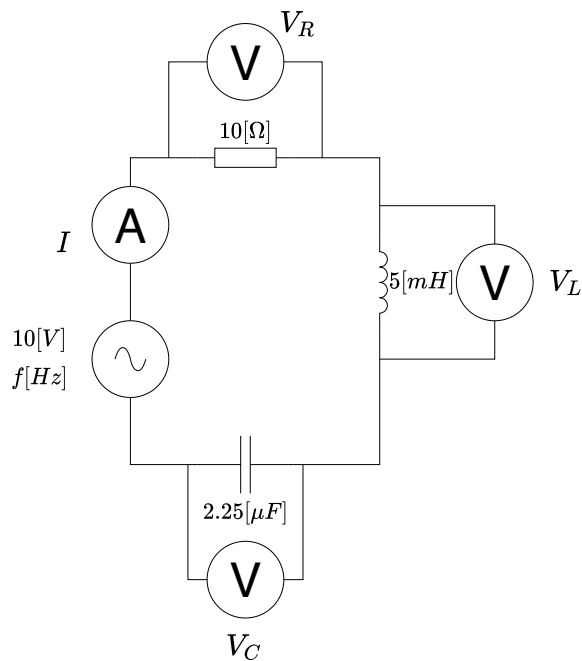


図 2: RLC 直列回路

4. 上で測定した値を要素が周波数・インピーダンスの大きさ・偏角である表にまとめる.  
 なお, インピーダンスの大きさは 2 ページ式 (1), 偏角は 2 ページ式 (2) で算出することができる.

$$|Z_s| = \frac{V_R + V_L + V_C}{I} [\Omega] \quad (1)$$

$$\theta_s = \tan^{-1} \left( \frac{V_L - V_C}{V_R} \right) [rad] \quad (2)$$

5. 計算したインピーダンスの大きさ・偏角および, 2 ページ式 (3) を用いてインピーダンスの軌跡を描画する.

$$\text{実部} = |Z| \cos \theta_p \quad \text{虚部} = |Z| \sin \theta_p \quad (3)$$

### 3.3 実験手順 (並列回路)

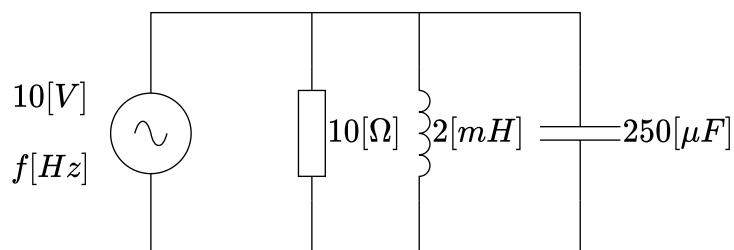


図 3: RLC 並列回路

- 2 ページ図 3 のように回路を構築する.
- 3 ページ図 4 を参考に交流用電流計および, 交流用電圧計を設置する.
- 周波数を 500[Hz] から 5000[Hz] まで 10[Hz] おきに变化させ,  $I_R, I_L, I_C$  及び  $V$  の値を記録する.

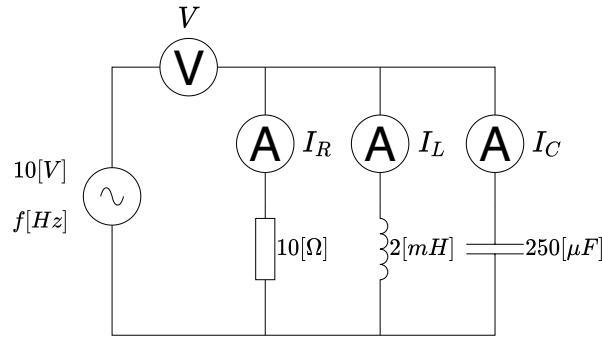


図 4: RLC 直列回路

4. 上で測定した値を要素が周波数・インピーダンスの大きさ・偏角である表にまとめる。  
 なお、インピーダンスの大きさは式 3 ページ式 (4), 偏角は式 3 ページ式 (5) で算出することができる。

$$|Z_p| = \frac{V}{I_R + I_L + I_C} [\Omega] \quad (4)$$

$$\theta_p = \tan^{-1} \left( \frac{1}{I_R} \left( \frac{1}{I_L} - \frac{1}{I_C} \right) \right) [rad] \quad (5)$$

5. 計算したインピーダンスの大きさ・偏角および、2 ページ式 (3) を用いてインピーダンスの軌跡を描画する。

## 4 結果

### 4.1 直列回路

- 測定値により導出された特性値の変化を 4 ページ表 2 に示す。なお、インピーダンス及び偏角の値は excel を用いて算出した。また計算値は、小数第 4 位で四捨五入した。  
 1700[Hz] がインピーダンス、偏角ともに最小値であり、1700[Hz] 近傍の変化率が高周波付近より大きいことがわかる。
- RLC 回路の共振周波数は 3 ページ式 (6) より 1500[Hz] であり、4 ページ表 2 でインピーダンス・偏角の値が、1500[Hz] 近傍で抵抗の特性（偏角が 0・インピーダンスが抵抗値）に近づいていることがわかる。  
 よって理論との一致が確認できた。

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{5 \times 10^{-3} \cdot 2.25 \times 10^{-6}}} \doteq 1500[Hz] [1] \quad (6)$$

- 4 ページ表 2 の周波数によるインピーダンスの変化を、近似曲線と重ねて 4 ページ図 5 に示す。  
 共振周波数より大きい周波数では滑らかにインピーダンスの値が増加している。
- 5 ページ図 6 は偏角の周波数特性を近似直線とともに、グラフにしたものである。  
 高周波では偏角の変化が少なく、共振周波数付近で大きく変化していることがわかる。
- 4 ページ図 5 および 5 ページ図 6 をもとにインピーダンスの軌跡を描画したものが、5 ページ図 7 である。

表 2: インピーダンス・偏角の周波数特性（直列）

周波数 [Hz]	インピーダンス [ $\Omega$ ]	偏角 [ $rad$ ]
500	126.061	-1.491
900	51.251	-1.374
1300	16.827	-0.935
1700	15.488	0.869
2100	33.825	1.271
2500	51.251	1.374
2900	67.477	1.422
3300	82.858	1.450
3700	97.648	1.468
4100	112.012	1.481
4500	126.061	1.491
4900	139.870	1.499
5300	153.494	1.506
5700	166.970	1.511
6100	180.327	1.515
6500	193.587	1.519

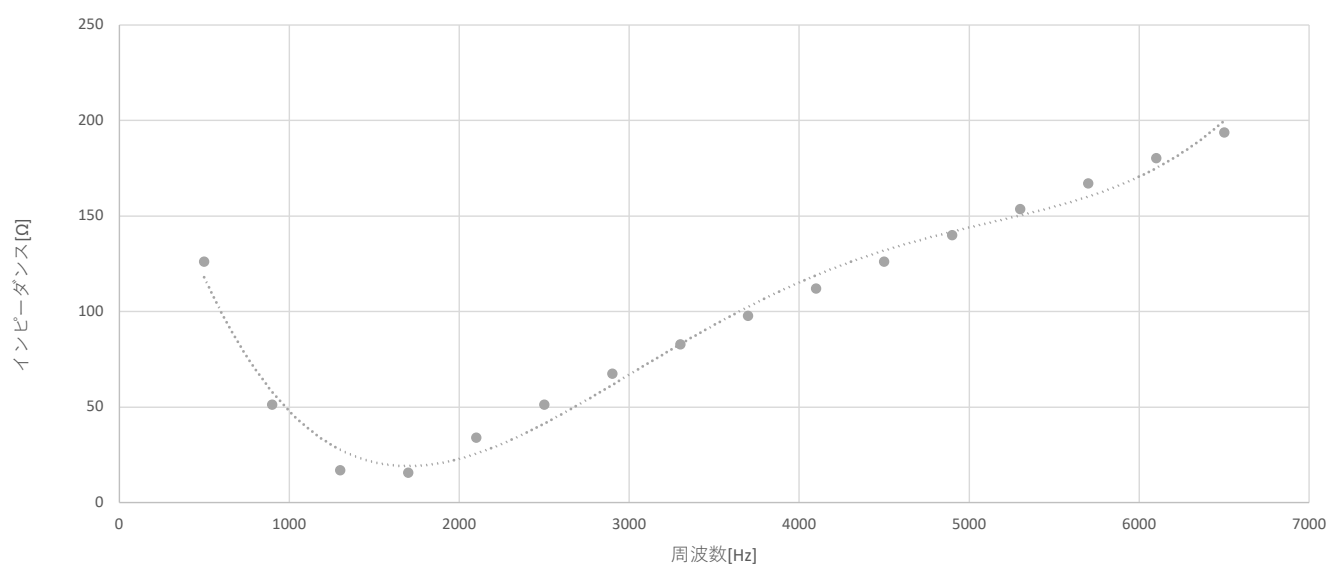


図 5: インピーダンスの周波数特性（直列）

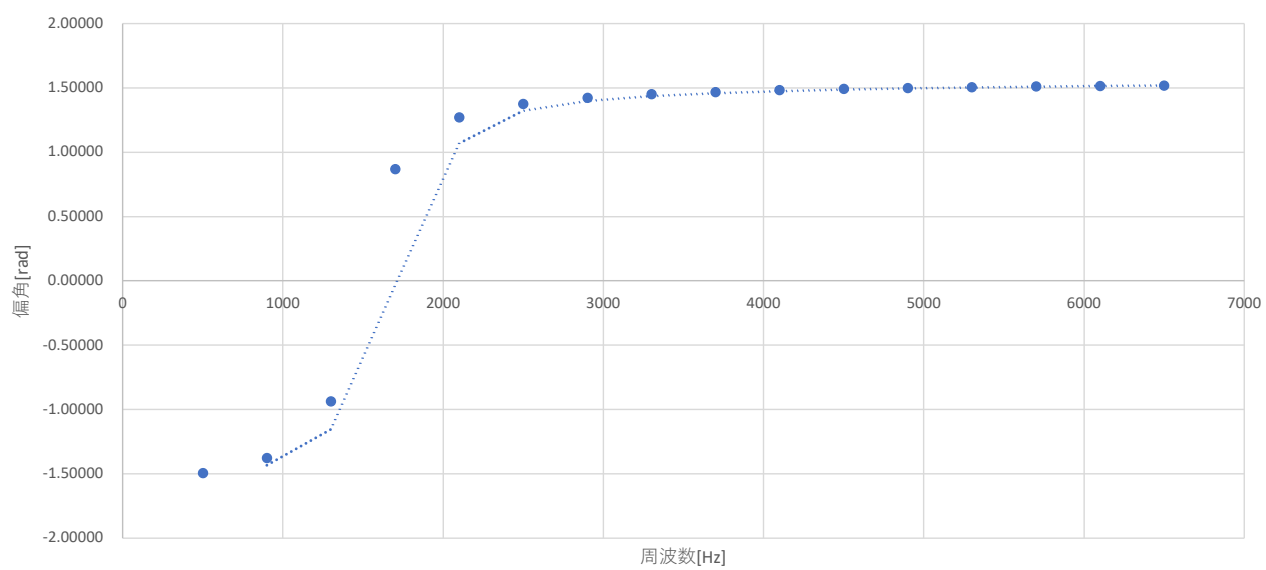


図 6: 偏角の周波数特性（直列）

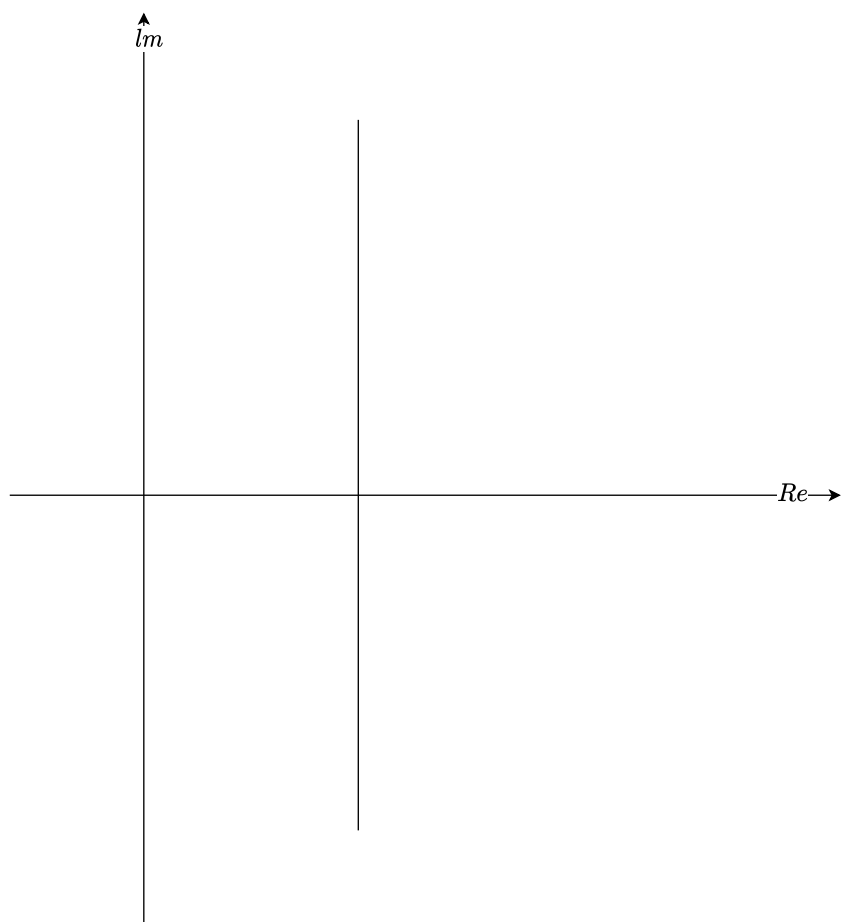


図 7: インピーダンスの軌跡（直列）

## 4.2 並列回路

1. 測定値により導出された特性値の変化を 6 ページ表 3 に示す。なお、インピーダンス及び偏角の値は excel を用いて算出した。また計算値は、小数第 4 位で四捨五入した。  
220[Hz] 付近を境にインピーダンスの増減が見られる。

表 3: インピーダンス・偏角の周波数特性（並列）

周波数 [Hz]	インピーダンス [ $\Omega$ ]	偏角 [ $rad$ ]
150	3.217	1.243
160	3.774	1.184
170	4.465	1.108
180	5.333	1.009
190	6.414	0.875
200	7.697	0.692
210	9.007	0.449
220	9.886	0.151
230	9.871	-0.161
240	9.072	-0.434
250	7.985	-0.646
260	6.953	-0.802
270	6.084	-0.917
280	5.379	-1.003
290	4.810	-1.069
300	4.347	-1.121
310	3.966	-1.163
320	3.648	-1.197
330	3.379	-1.226
340	3.149	-1.250
350	2.951	-1.271

2. RLC 回路の共振周波数は 6 ページ式 (7) より 225[Hz] であり、6 ページ表 3 でも 225[Hz] 近傍で抵抗の特性（偏角が 0・インピーダンスが抵抗値）に近づいていることがわかる。  
よって理論との一致が並列回路でも確認できた。

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \times 10^{-3} \cdot 250 \times 10^{-6}}} \approx 225[Hz] \quad (7)$$

3. 6 ページ表 3 の周波数変化によるインピーダンス値変化をグラフ化したものを、近似曲線と重ねて 7 ページ図 8 に示す。  
共振周波数を軸として高周波と低周波での対照性が見られる。
4. 6 ページ表 3 の周波数変化による偏角の変化をグラフ化したものを、近似曲線と重ねて 7 ページ図 8 に示す。  
共振周波数を境に偏角の符号がマイナスからプラスに変わっており、共振周波数付近で 0 の値をとっていることが読み取れる。
5. 7 ページ図 8 および、7 ページ図 9 よりインピーダンスの軌跡を描画すると 8 ページ図 10 のようになる。

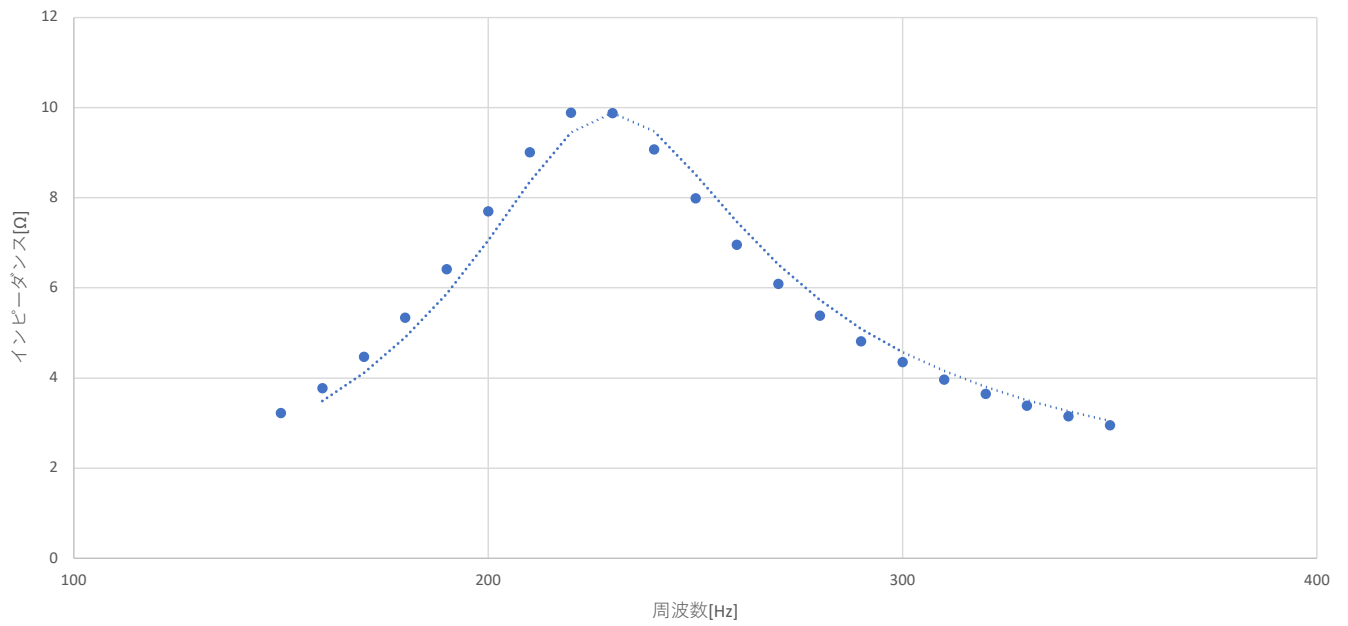


図 8: インピーダンスの周波数特性（並列）

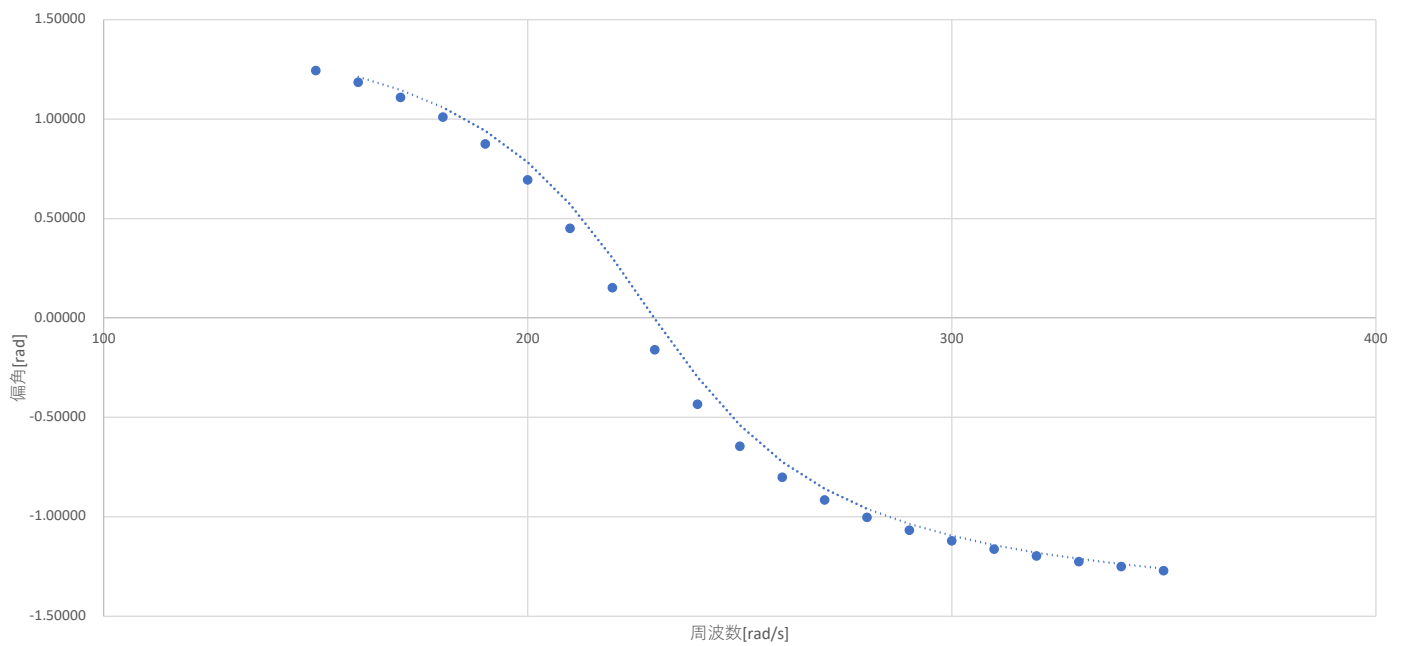


図 9: 偏角の周波数特性（並列）



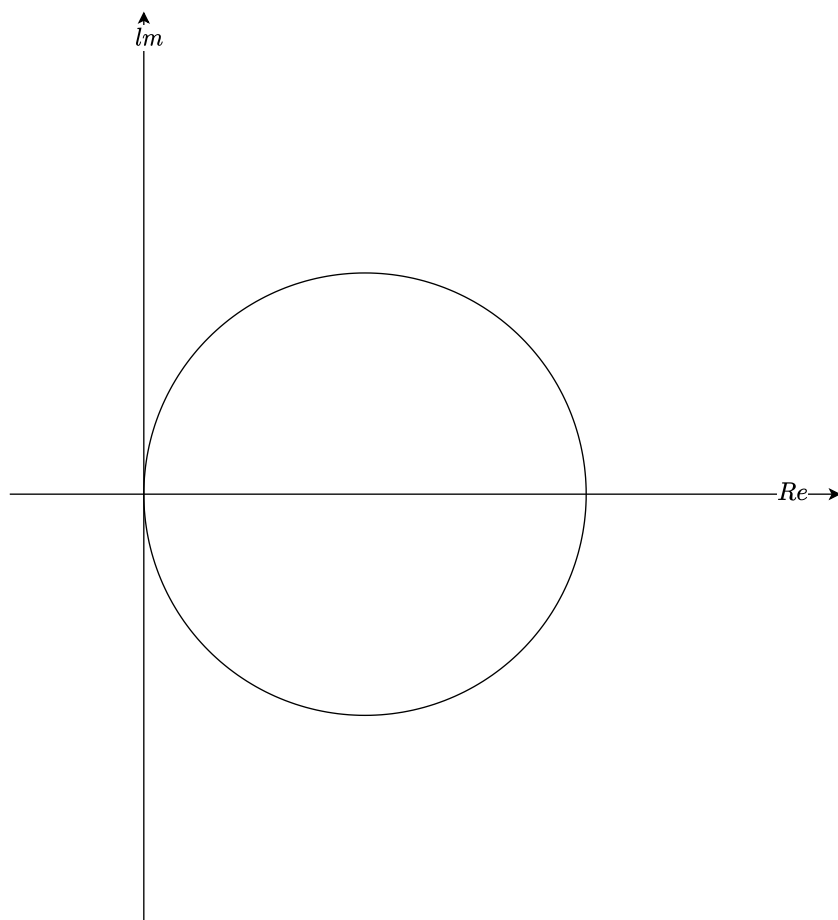


図 10: インピーダンスの軌跡（並列）

5 考察

6 結論