

國立成功大學

工程科學系

109 學年度第二學期 電子學實驗課程

第七實驗報告

工程科學系 2 年級

E94114073 張哲維

繳交日期: 2024/4/30

## 一、 實驗目的

觀察濾波器電路與電晶放大電路的頻率響應。

## 二、 實驗步驟

### 1. 低通(LPF)、帶通(BPF)濾波器:

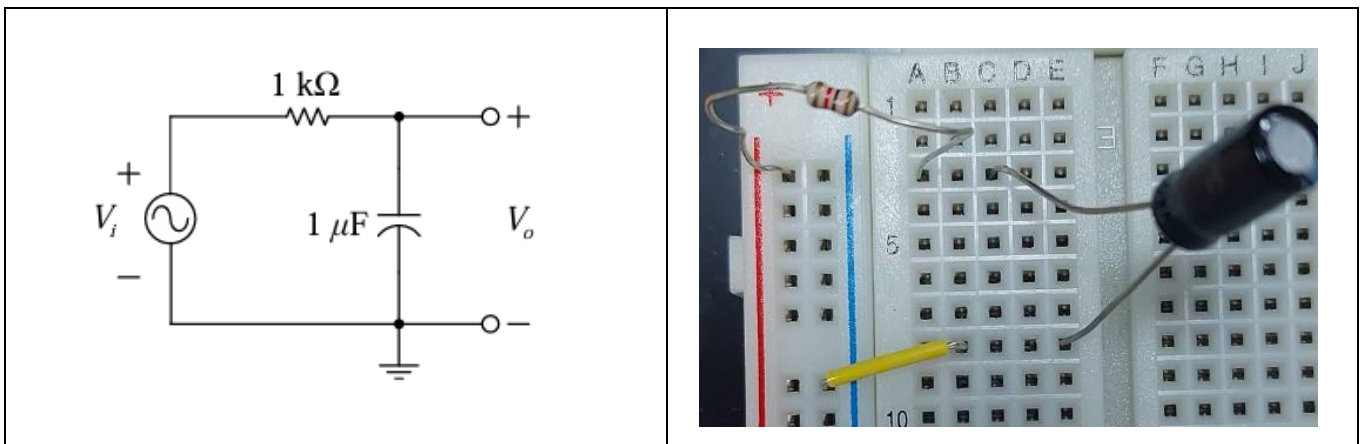
連接好電路，測量輸出、輸入電壓、相位角，並畫出波德圖。

### 2. CE 放大器

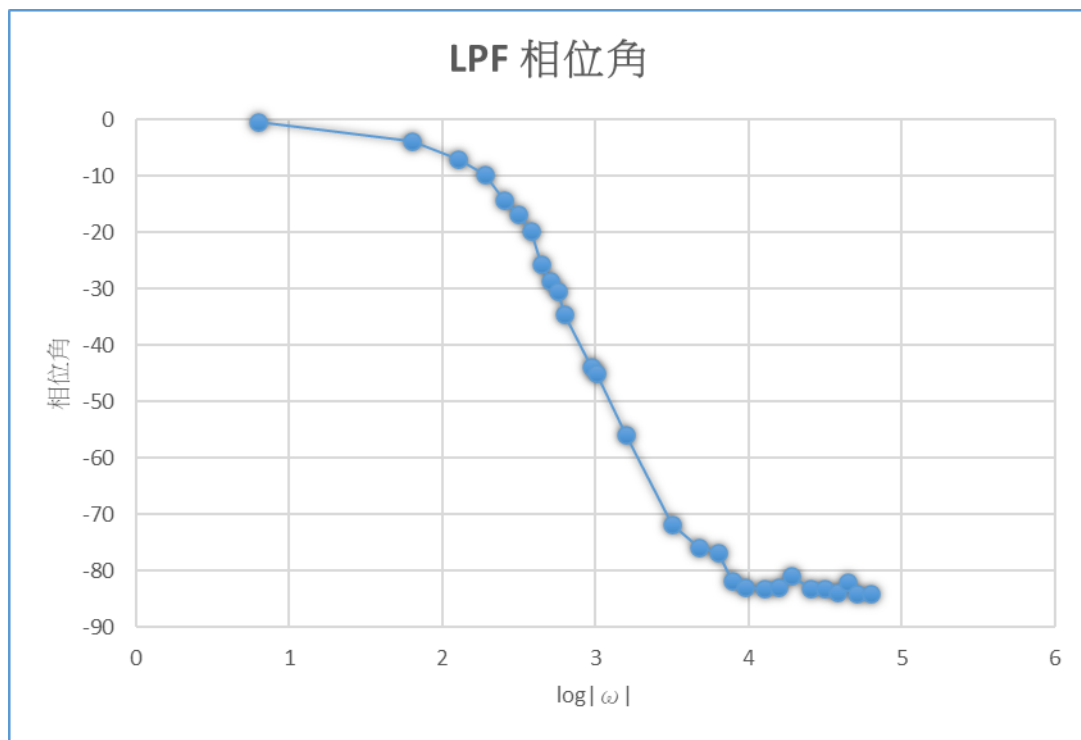
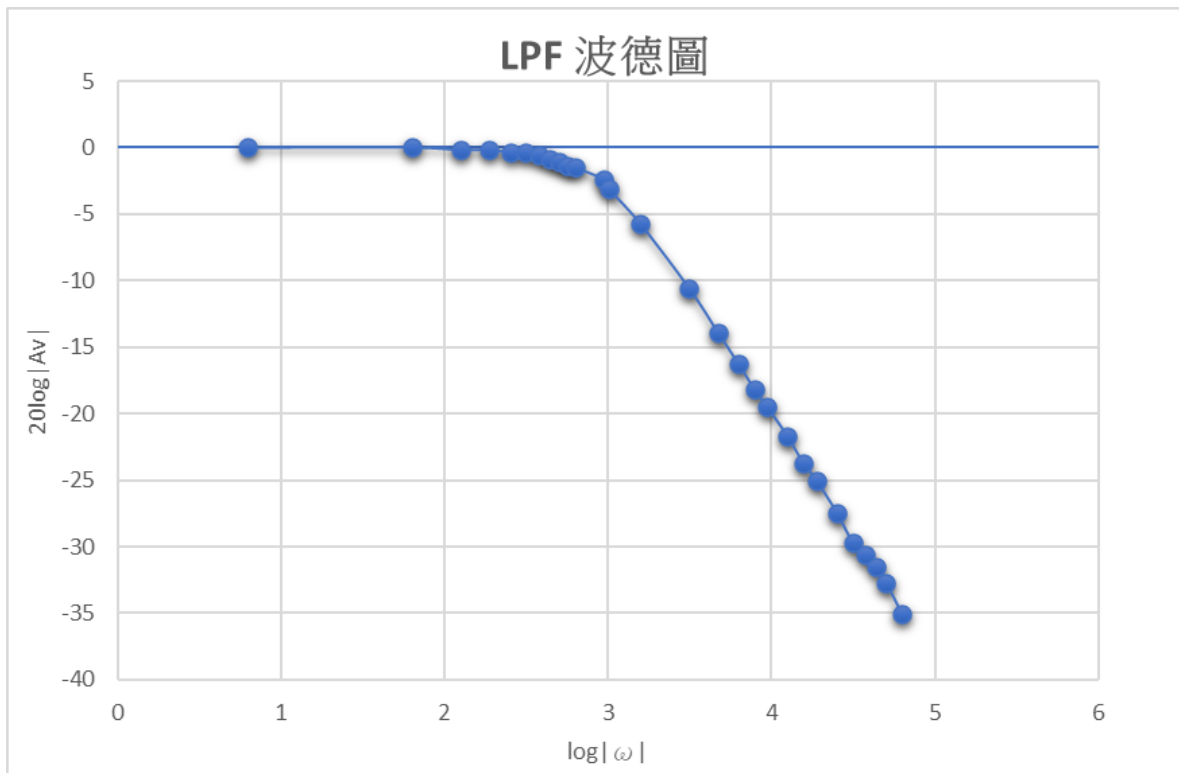
連接好電路，調整 VR 到 5V，測量輸出、輸入電壓、相位角並畫出波德圖。

## 三、 實驗結果

### 1. 低通濾波器(LPF):



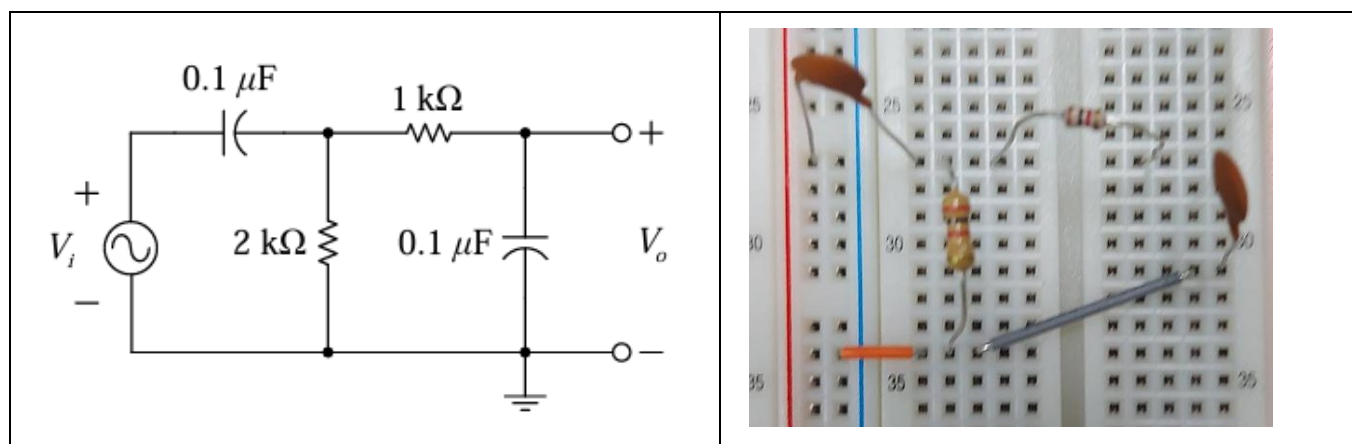
f	Av	AV(ideal)	error	相位角	相位角(ideal)	error
1	1.0000	1.0000	0.0%	-0.38	-0.36	5.6%
10	1.0000	0.9980	0.2%	-3.87	-3.60	7.6%
20	0.9800	0.9922	1.2%	-7.12	-7.16	0.6%
30	0.9800	0.9827	0.3%	-9.84	-10.67	7.8%
40	0.9600	0.9698	1.0%	-14.30	-14.11	1.4%
50	0.9600	0.9540	0.6%	-16.80	-17.44	3.7%
60	0.9400	0.9357	0.5%	-19.80	-20.66	4.1%
70	0.9000	0.9154	1.7%	-25.70	-23.74	8.3%
80	0.8800	0.8935	1.5%	-28.60	-26.69	7.2%
90	0.8500	0.8705	2.4%	-30.40	-29.49	3.1%
100	0.8400	0.8467	0.8%	-34.50	-32.14	7.3%
150	0.7600	0.7277	4.4%	-43.80	-43.30	1.1%
160	0.7040	0.7052	0.2%	-45.00	-45.15	0.3%
250	0.5200	0.5370	3.2%	-55.90	-57.52	2.8%
500	0.2960	0.3033	2.4%	-71.90	-72.34	0.6%
750	0.2020	0.2076	2.7%	-76.00	-78.02	2.6%
1000	0.1540	0.1572	2.0%	-76.70	-80.96	5.3%
1250	0.1240	0.1263	1.8%	-81.70	-82.74	1.3%
1500	0.1060	0.1055	0.5%	-83.00	-83.94	1.1%
2000	0.0820	0.0793	3.4%	-83.20	-85.45	2.6%
2500	0.0650	0.0635	2.3%	-83.00	-86.36	3.9%
3000	0.0560	0.0530	5.7%	-81.00	-86.96	6.9%
4000	0.0424	0.0398	6.6%	-83.20	-87.72	5.2%
5000	0.0328	0.0318	3.1%	-83.20	-88.18	5.6%
6000	0.0296	0.0265	11.6%	-83.90	-88.48	5.2%
7000	0.0264	0.0227	16.1%	-82.00	-88.70	7.6%
8000	0.0232	0.0199	16.6%	-84.10	-88.86	5.4%
10000	0.0176	0.0159	10.6%	-84.00	-89.09	5.7%



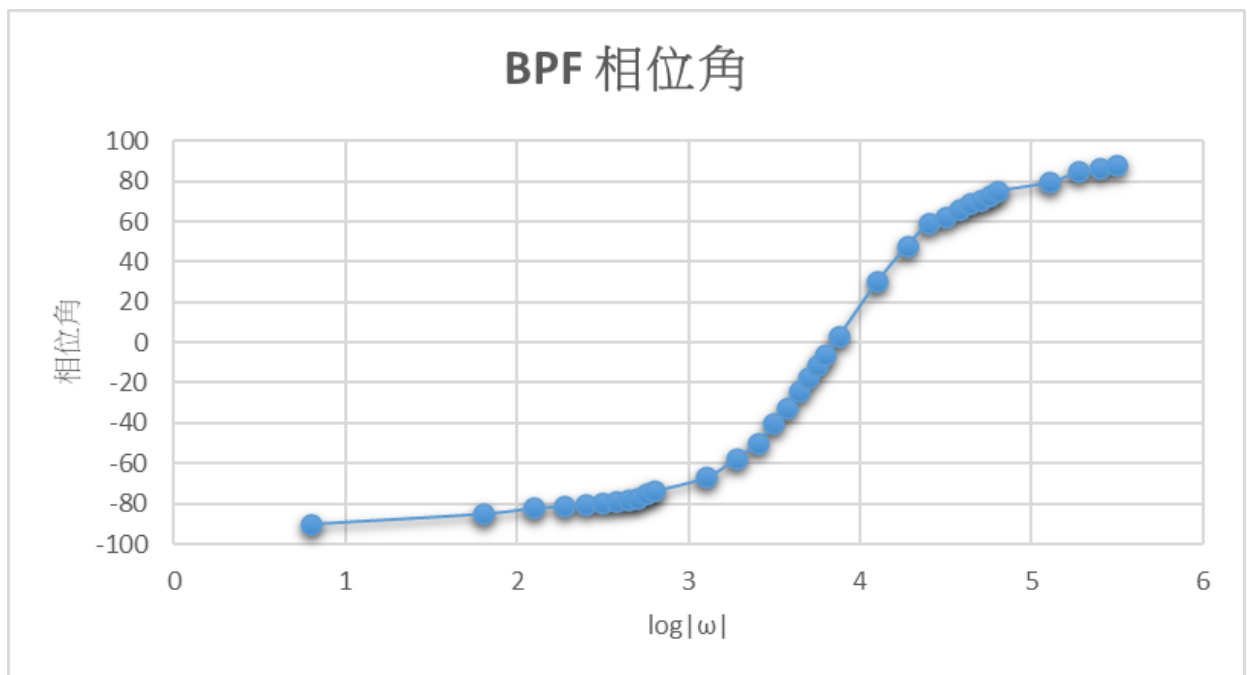
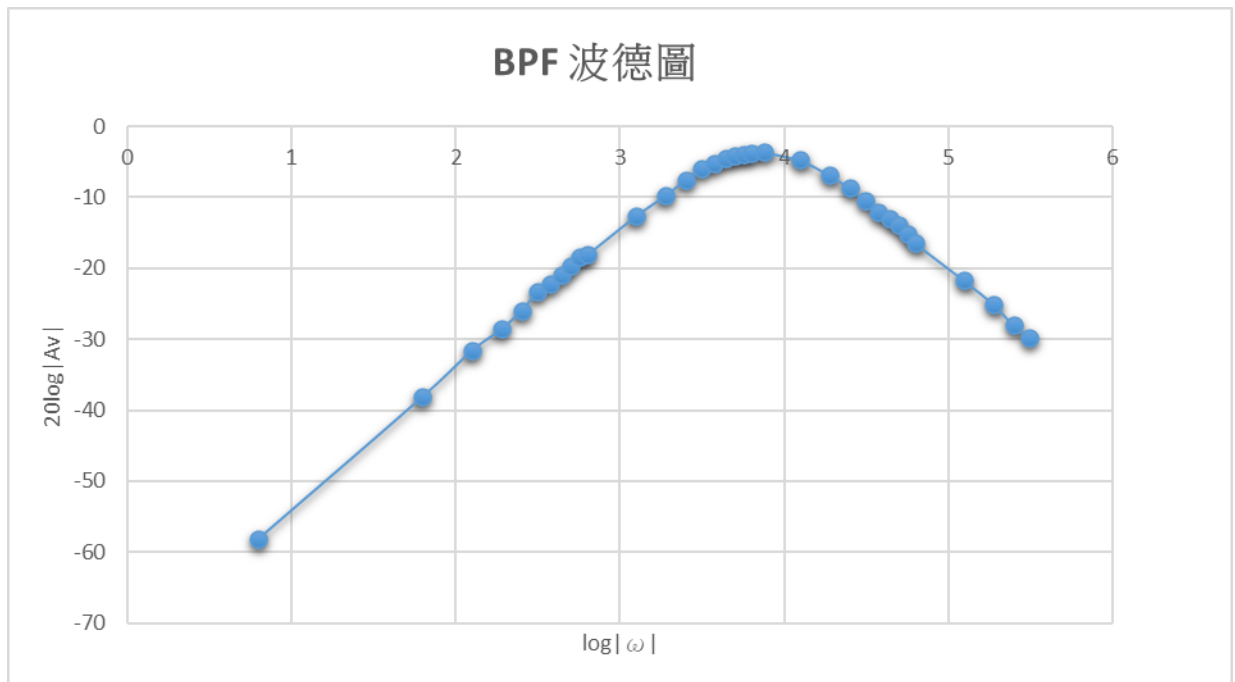
半功率點:  $\omega = 1 / RC = 1 / 1K * 1\mu = 10^3 \text{ rad/s}$ ,  $f = 159.15\text{hz}$

測量點:  $f = 160\text{hz}$ ,  $-3.04855 \text{ dB}$

## 2. 帶通濾波器(BPF):



f	$A_v$	$A_v(\text{ideal})$	error	angle	相位角(ideal)	error
1	0.0012	0.0013	1.3%	-90	-89.9	0.1%
10	0.0125	0.0126	0.5%	-84.9	-88.9	4.5%
20	0.0264	0.0251	5.1%	-82.1	-87.8	6.5%
30	0.0372	0.0377	1.2%	-81.4	-86.8	6.2%
40	0.0504	0.0502	0.4%	-80.3	-85.7	6.3%
50	0.0679	0.0627	8.3%	-79.4	-84.6	6.2%
60	0.0779	0.0751	3.7%	-79.1	-83.5	5.3%
70	0.0894	0.0875	2.1%	-78.2	-82.5	5.2%
80	0.1040	0.0999	4.1%	-77	-81.4	5.4%
90	0.1190	0.1122	6.1%	-75.2	-80.3	6.4%
100	0.1240	0.1244	0.4%	-73.7	-79.2	7.0%
200	0.2340	0.2418	3.2%	-67	-68.7	2.5%
300	0.3240	0.3467	6.5%	-57.6	-58.7	1.8%
400	0.4210	0.4356	3.3%	-50.1	-49.2	1.8%
500	0.5040	0.5076	0.7%	-40.2	-40.4	0.5%
1000	0.6490	0.6626	2.0%	-6.24	-6.4	2.0%
1200	0.6570	0.6654	1.3%	3.24	3.5	6.5%
2000	0.5780	0.5786	0.1%	30.1	29.8	1.0%
3000	0.4560	0.4530	0.7%	48.2	47.2	2.1%
4000	0.3680	0.3626	1.5%	59.3	57.1	3.9%
5000	0.3000	0.2995	0.2%	62.4	63.3	1.4%
6000	0.2480	0.2542	2.4%	65.7	67.6	2.8%
7000	0.2220	0.2203	0.8%	68.7	70.7	2.8%
8000	0.2020	0.1942	4.0%	70.9	73.1	3.0%
9000	0.1760	0.1735	1.5%	72.6	74.9	3.1%
10000	0.1520	0.1567	3.0%	75.4	76.4	1.3%
20000	0.0820	0.0793	3.5%	79.6	83.2	4.3%
30000	0.0560	0.0530	5.7%	84.7	85.4	0.9%
40000	0.0397	0.0397	0.1%	86.4	86.6	0.2%
50000	0.0323	0.0318	1.5%	88.3	87.3	1.2%



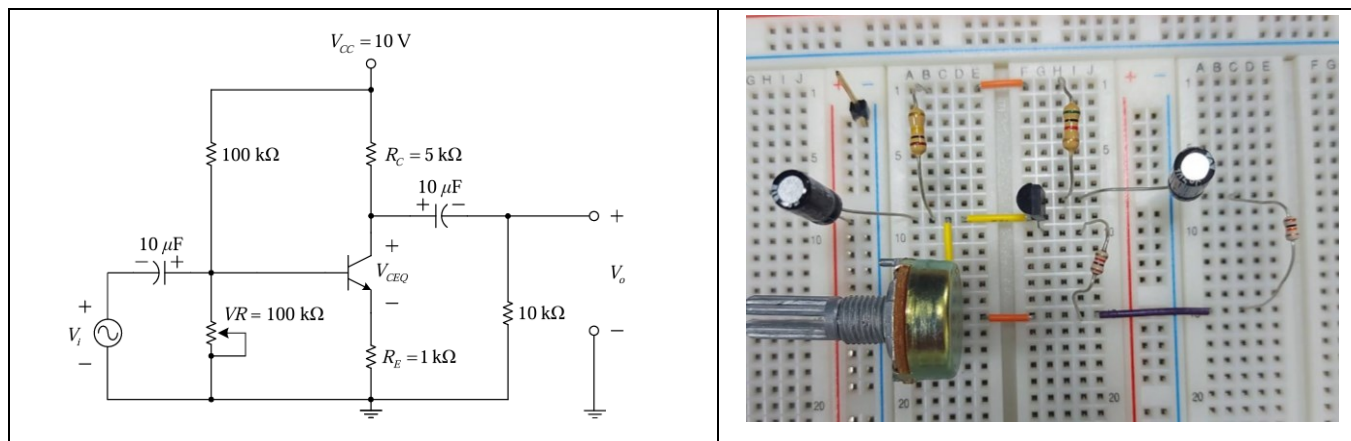
$$\omega_H = 1 / (R1 * C1) = 1 / 2000 * 0.0000001 = 5000 ,$$

$$f_H = 795.8\text{hz}$$

$$\omega_L = 1 / (R2 * C2) = 1 / 1000 * 0.0000001 = 10000 ,$$

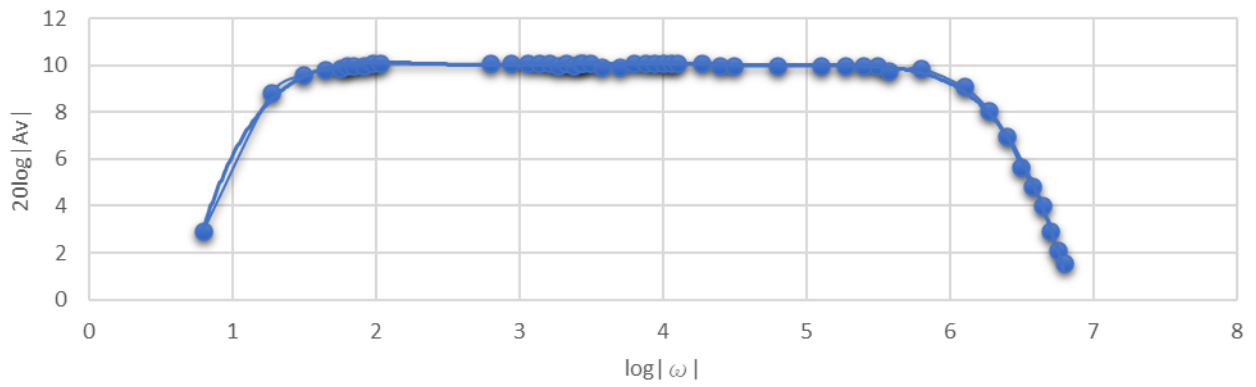
$$f_L = 1591.6\text{hz}$$

### 3. CE 放大器:

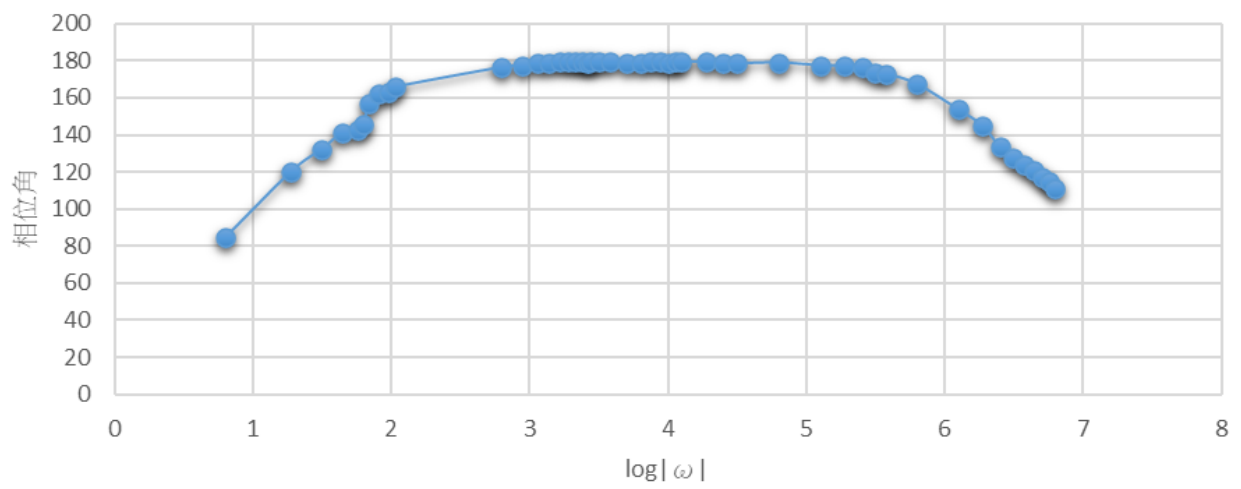


f	$A_v$	angle
1	1.40	84.8
3	2.77	120.4
5	3.02	132.4
7	3.10	141.2
9	3.12	142.8
10	3.15	145.9
11	3.15	157.3
13	3.15	162.4
15	3.19	163.2
17	3.19	165.8
100	3.19	176.4
140	3.19	177.4
180	3.19	178.8
220	3.19	178.9
260	3.19	179.4
300	3.15	179.2
340	3.19	179.6
380	3.15	179.2
420	3.19	178.8
440	3.19	179.8
500	3.19	179.7
600	3.13	179.8
800	3.13	179.1
1000	3.19	178.7
1200	3.19	179.4
1400	3.19	179.7
1600	3.19	179.1
1800	3.19	179.2
2000	3.19	179.2
3000	3.19	179.2
4000	3.15	179
5000	3.15	178.4
10000	3.15	178.9
20000	3.15	177.4
30000	3.15	177.3
40000	3.15	176.6
50000	3.15	173.4
60000	3.08	172.8
100000	3.12	167.4
200000	2.85	153.7

CE Amp. 波德圖



相位角





#### 四、 問題與討論

實驗中的相位角起伏大，數據不穩定。推測電路有時候接觸不好，或者探棒、探針沒有與電路接好造成數據不穩定。

實驗中如果有觀察到與理論值相差太大的數據需停止後續實驗，檢查電路是否於實驗中相同或者測量點是否有誤，以免數據不合理。

可以先設計好需要的頻率、電壓來更加快速且精準的完成頻率響應的圖形。

頻率太高或太低比較容易造成誤差變大，尤其相位角越是明顯。

在 CE 放大器中計算理論放大倍率時，到一定的頻率倍率就不會再降低。原因是教授上課的電路公式未與實驗一樣有採用電容，所以到一定頻率之後就會飽和。

## 五、心得

此次實驗室關於頻率響應的實作，因為需要畫波德圖，實驗所需要的數據比前幾次大量，而在實驗過程中由於沒有事先計算好要需要的頻率，一開始做出來的圖雖然看的出來波型，不過波形殘缺，為了補足而做了第二次。而在計算誤差時，也發生些許問題。