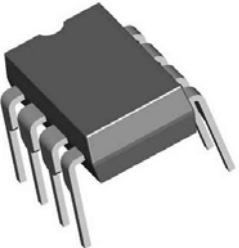
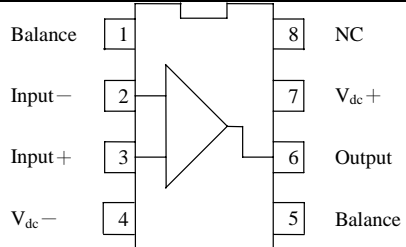


# 濾波器

## 一、實習目的

利用運算放大器 (Operational Amplifier、OPA) 和 RC 電路，所組成的主動濾波器之操作原理，其中包含了低通濾波器 (Low-pass filter、LPF)、高通濾波器 (High-pass filter、HPF)、帶拒濾波器 (Notch or band-reject filter)、及帶通濾波器 (Band-pass filter、BPF)。

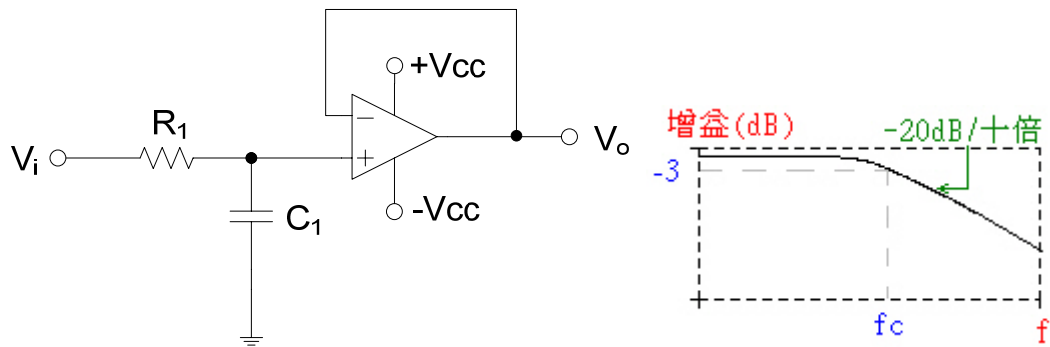
## 二、使用材料

零件名稱	零件值及腳位圖	數量
電阻	1.5K	1
電阻	2K	1
電阻	5K	1
電阻	82K	1
電阻	10K	4
電阻	100K	2
電容	0.1u	1
電容	0.01u	3
電容	0.02u	2
電容	0.05u	2
 μA 741 運算放大器外型圖		4
	μA 741 放大器輸出入腳位圖	

### 三、相關知識

#### 1. 低通濾波器

假設最大增益值為 0，下降 3dB 處就是臨界頻率  $f_c$ ，而後每十倍  $f_c$ ，增益衰減 20dB。



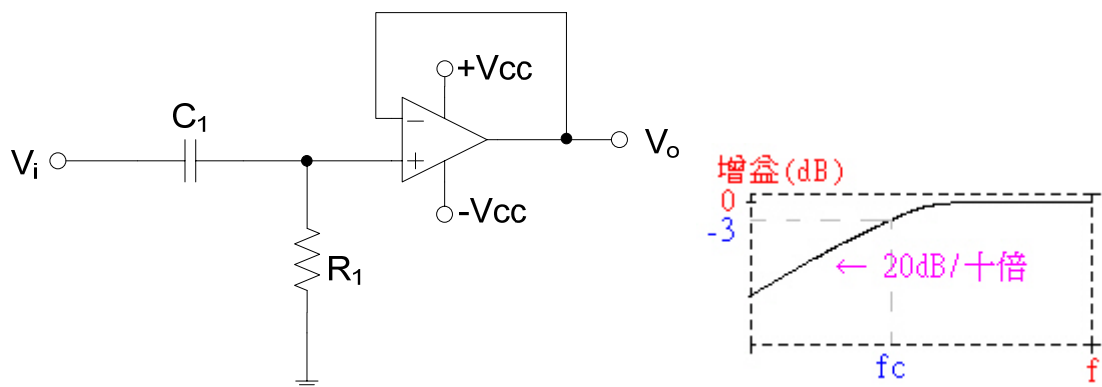
轉換函數 (Transfer function) : 
$$H(s) = \frac{1}{sC_1} \cdot \frac{1}{R_1 + \frac{1}{sC_1}} = \frac{1}{1 + sR_1C_1}$$

因此，
$$\omega_c = \frac{1}{R_1C_1}$$

臨界頻率 : 
$$f_c = \frac{1}{2\pi \times R_1C_1}$$

#### 2. 高通濾波器

假設最大增益值為 0，下降 3dB 處就是臨界頻率  $f_c$ ，而後每減少十倍  $f_c$ ，增益就衰減 20dB。



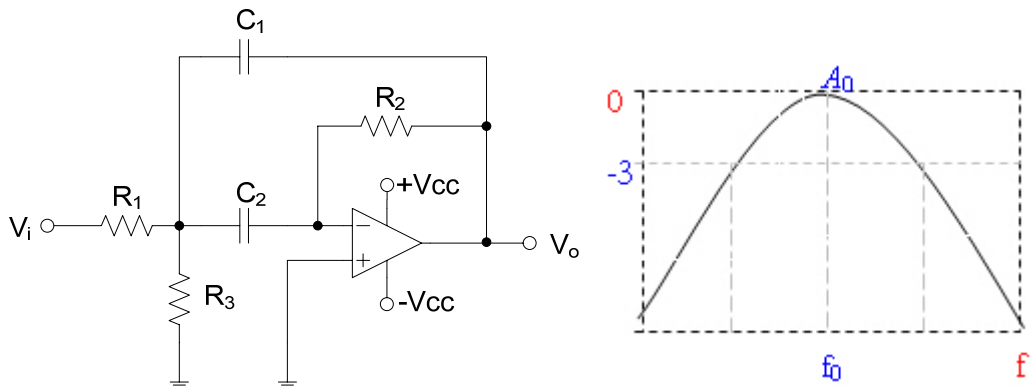
轉換函數 (Transfer function) : 
$$H(s) = \frac{R_1}{R_1 + \frac{1}{sC_1}} = \frac{sR_1C_1}{1 + sR_1C_1}$$

因此，
$$\omega_c = \frac{1}{R_1C_1}$$

臨界頻率 : 
$$f_c = \frac{1}{2\pi \times R_1C_1}$$

### 3. 帶通濾波器

下圖為多重回授濾波器電路，其中 $R_1C_1$ 是低通響應， $C_2R_2$ 是高通響應，在中心頻率 $f_0$ 時，濾波器的增益 $A_0$ 最大。



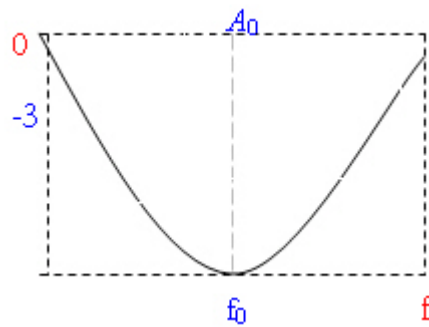
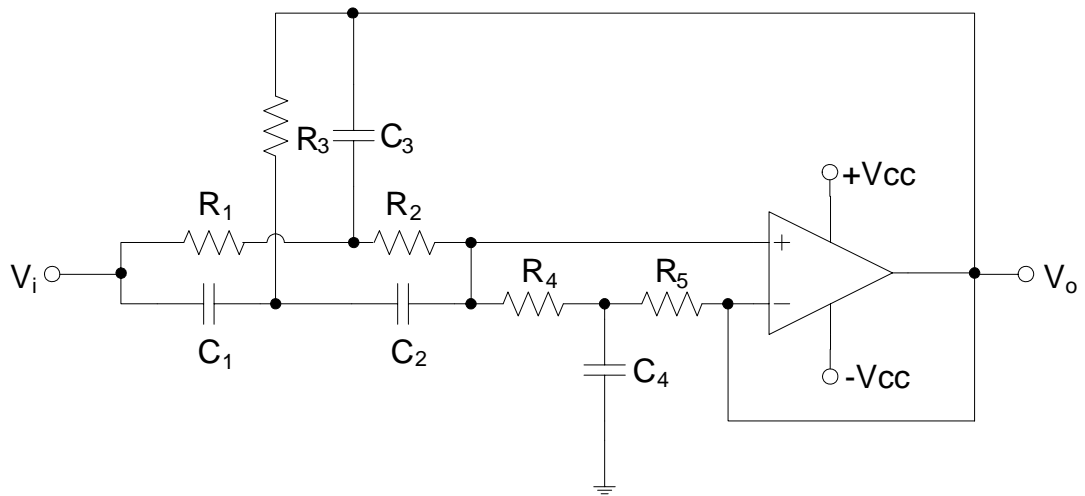
轉換函數 (Transfer function) : 
$$H(s) = \frac{\omega_p s}{s^2 + \left(\frac{\omega_p}{Q_p}\right)s + \omega_p^2}$$

中心頻率 (Center Frequency) : 
$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{(R_1 \parallel R_3)R_2C_1C_2}}$$

品質因素 (Quality Factor) : 
$$Q_p = \pi \times (f_0 \cdot C \cdot R_2)$$

頻寬 (Bandwidth) : 
$$BW = \frac{f_0}{Q_p}$$

#### 4. 帶拒濾波器



轉換函數 (Transfer function) : 
$$H(s) = \frac{s^2 + \omega_p^2}{s^2 + \left(\frac{\omega_p}{Q_p}\right)s + \omega_p^2}$$

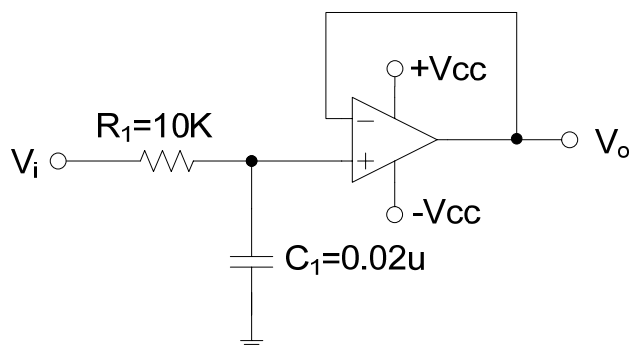
中心頻率 (Center Frequency) : 
$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times R_1 C_1}$$

品質因素 (Quality Factor) : 
$$Q_p = \frac{R_2}{2R_1}$$

## 四、實習項目

### 實習一、一階低通濾波器 (First-order Low-pass Filter)

- i. 按圖一所示將電路接妥。
- ii. 固定輸入電壓 $V_i$ 改變頻率，再量其輸出電壓 $V_o$ ，將所產生的輸出記錄在表 1-1 中。
- iii. 得知 $V_i$ 及 $V_o$ ，計算其增益 $20\log(V_o/V_i)$ ，並記錄下來，製成圖表。



圖一

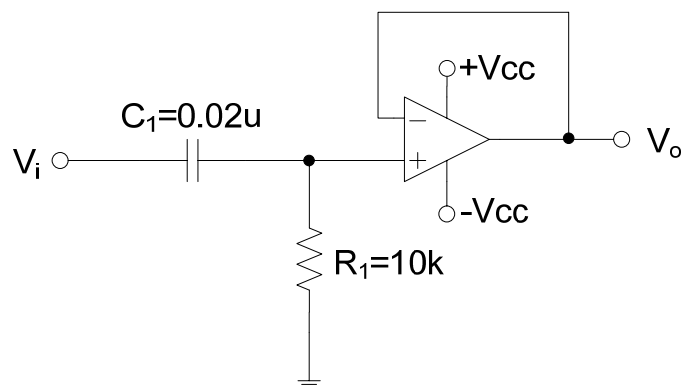
No.	信號頻率 F (Hz)	$V_{in}$	$V_{out}$	A (Gain)	$20\log(A)$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

表 1-1



## 實習二、一階高通濾波器 (First-order High-pass Filter)

- i. 按圖二所示將電路接妥。
- ii. 固定輸入電壓 $V_i$ 改變頻率，再量其輸出電壓 $V_o$ ，將所產生的輸出記錄在表 2-1 中。
- iii. 得知 $V_i$ 及 $V_o$ ，計算其增益 $20\log(V_o/V_i)$ ，並記錄下來，製成圖表。



圖二

No.	信號頻率 F (Hz)	$V_{in}$	$V_{out}$	A (Gain)	$20\log(A)$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

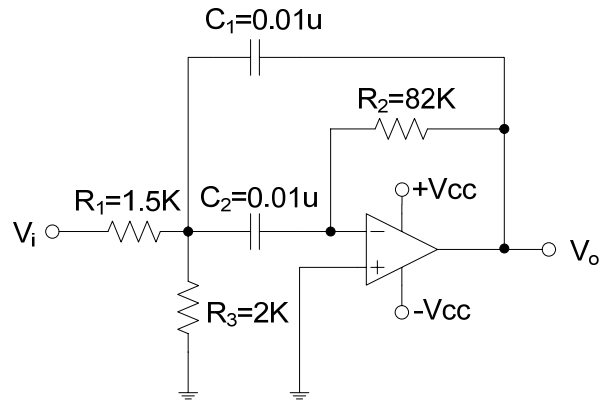
表 1-2





### 實習三 帶通濾波器 (Band-pass filter)

- i. 按圖三所示將電路接妥。
- ii. 固定輸入電壓 $V_i$ 改變頻率，再量其輸出電壓 $V_o$ ，將所產生的輸出記錄在表 3-1 中。
- iii. 得知 $V_i$ 及 $V_o$ ，計算其增益 $20\log(V_o/V_i)$ ，並記錄下來，製成圖表。



圖三

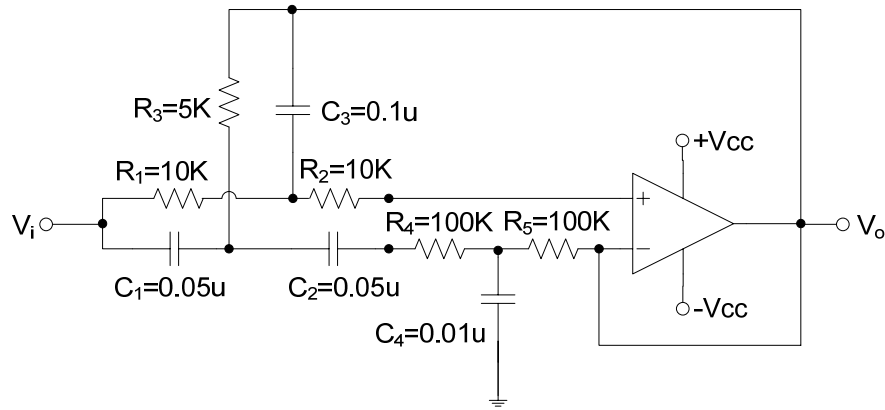
No.	信號頻率 F (Hz)	$V_{in}$	$V_{out}$	A (Gain)	$20\log(A)$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

表 1-3



### 實習四 帶拒濾波器 (Notch filter)

- i. 按圖四所示將電路接妥。
- ii. 固定輸入電壓 $V_i$ 改變頻率，再量其輸出電壓 $V_o$ ，將所產生的輸出記錄在表 4-1 中。
- iii. 得知 $V_i$ 及 $V_o$ ，計算其增益 $20\log(V_o/V_i)$ ，並記錄下來，製成圖表。



圖四

No.	信號頻率 F (Hz)	$V_{in}$	$V_{out}$	A (Gain)	$20\log(A)$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

表 1-4

