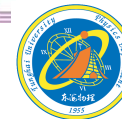


# 實驗15： 運算放大器



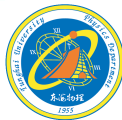
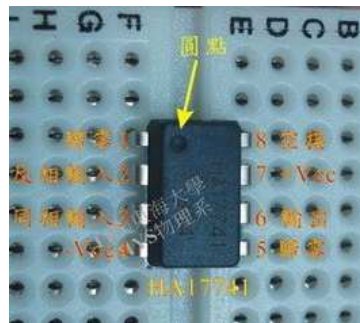
# 實驗16： 加法器減法器



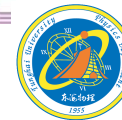
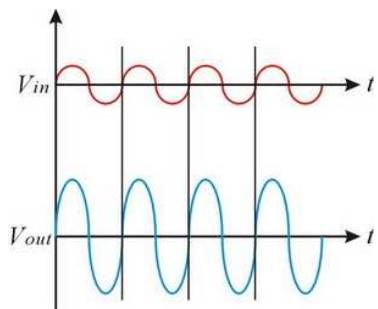
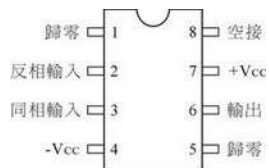
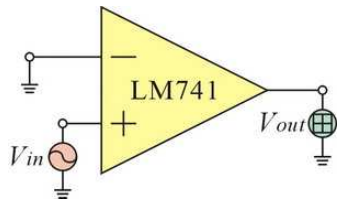
LM741



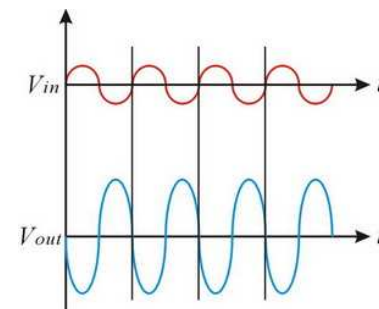
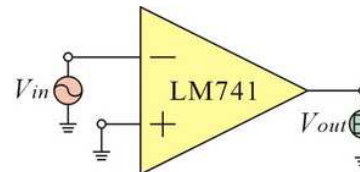
8 pin  
8隻針腳



同相放大器



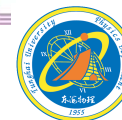
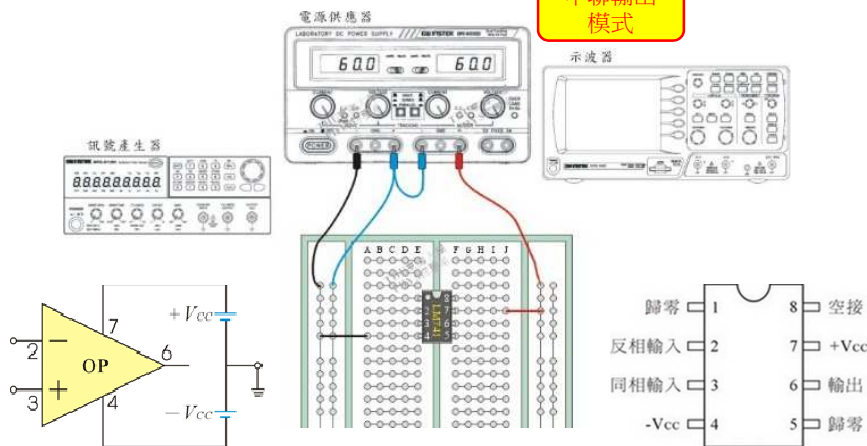
反相放大器





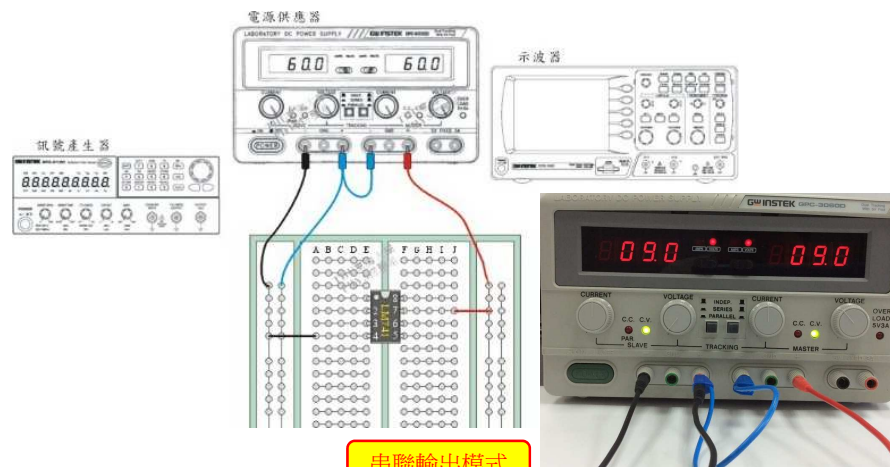
電源：  
一般電路圖為繪圖方便，通常不會將運算放大器的電源接線畫入。  
因此實際進行實驗時，別忘了要接上電源。

串聯輸出  
模式



電源：  
一般電路圖為繪圖方便，通常不會將運算放大器的電源接線畫入。  
因此實際進行實驗時，別忘了要接上電源。

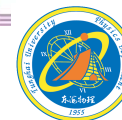
串聯輸出模式



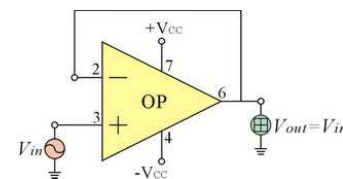
IC拔取夾



IC針腳很細，拔取更換時須小心，不要把針腳折斷。



電壓隨耦器



$$R_1 = \infty$$

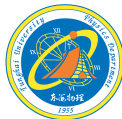
$$R_2 = 0\Omega$$

$$V_o = V_{in}$$

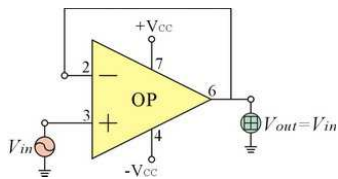
利用電壓隨耦器判斷OP的好壞。

電壓隨耦器具有“輸入電阻非常大，輸出電阻非常小”之特點。

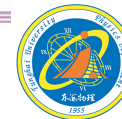
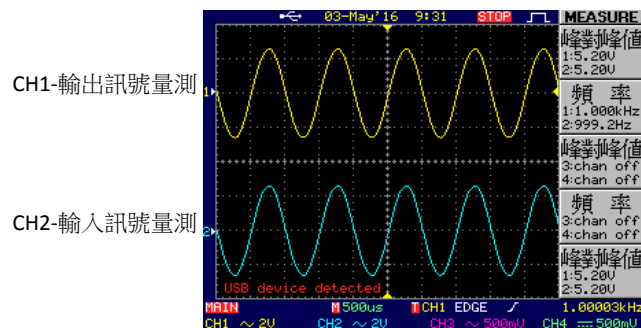
電壓隨耦器應用於阻抗匹配與信號隔離。



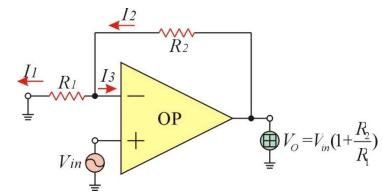
電壓隨耦器



利用電壓隨耦器判斷OP的好壞。



同相放大器



$$V_{R1} = V_{in}$$

$$I_1 = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{V_{in}}{R_1}$$

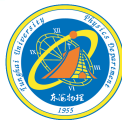
$$I_2 = \frac{V_o - V_{R1}}{R_2} = \frac{V_o - V_{in}}{R_2}$$

$$I_3 \approx 0$$

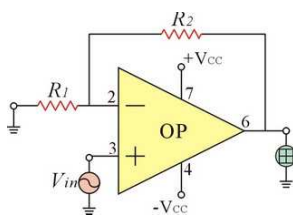
$$I_1 = I_2$$

$$\frac{V_{in}}{R_1} = \frac{V_o - V_{in}}{R_2}$$

$$V_o = V_{in} \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) = V_{in} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$



同相放大器



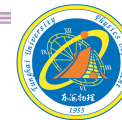
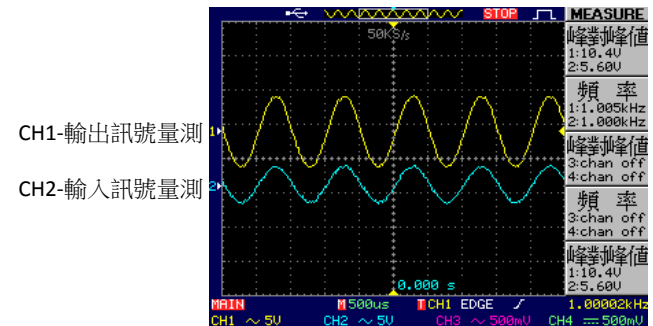
$$R_1 = R_2 = 1k\Omega$$

$$V_o = V_{in} \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)$$

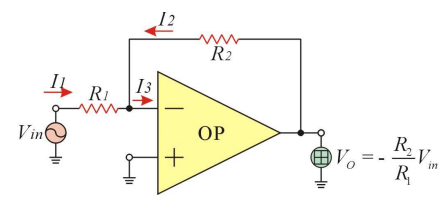
$$= V_{in} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$= V_{in} \left( 1 + \frac{1k\Omega}{1k\Omega} \right)$$

$$= 2V_{in}$$



反相放大器



$$I_1 = \frac{V_{in}}{R_1}$$

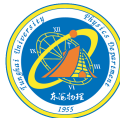
$$I_2 = \frac{V_o}{R_2}$$

$$I_3 = 0$$

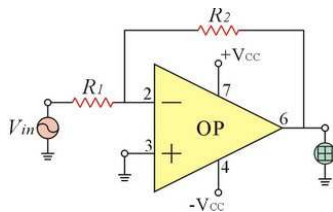
$$I_1 = -I_2$$

$$\frac{V_{in}}{R_1} = -\frac{V_o}{R_2}$$

$$V_o = -\frac{R_2}{R_1} V_{in} = -V_{in}$$



反相放大器



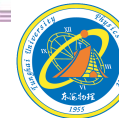
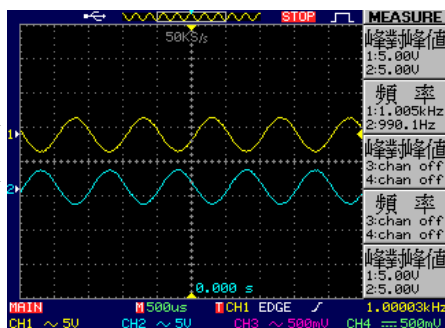
$$R_1 = R_2 = 1k\Omega$$

$$V_o = -\frac{R}{R} V_{in}$$

$$= -V_{in}$$

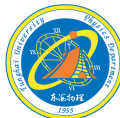
CH1-輸出訊號量測

CH2-輸入訊號量測

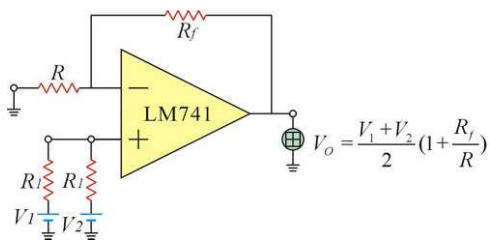


注意：

- 1、接好線路，確認所接線路正確無誤。
- 2、打開電源供應器，提供  $V_{cc} = \pm 9 \sim \pm 12V$
- 3、打開訊號產生器，設定輸出為1kHz、正弦波  
旋轉Amp旋鈕，增加振幅。
- 4、麵包版上有任何異動  
第一時間先關掉電源供應器



電壓和放大器  
加法器



$$V_o = \frac{V_1 + V_2}{2} (1 + \frac{R_f}{R})$$

$$V_{o1} = V_1 \times \frac{R_1}{R_1 + R_1} = \frac{V_1}{2}$$

$$V_{o1} = \frac{V_1}{2} (1 + \frac{R_f}{R})$$

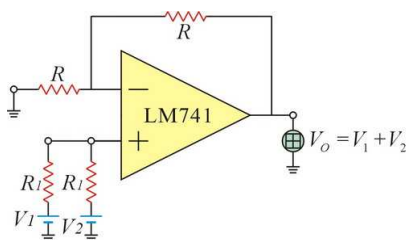
$$V_{o2} = V_2 \times \frac{R_2}{R_2 + R_2} = \frac{V_2}{2}$$

$$V_{o2} = \frac{V_2}{2} (1 + \frac{R_f}{R})$$

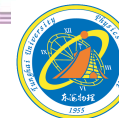
$$V_o = V_{o1} + V_{o2} = \frac{V_1 + V_2}{2} (1 + \frac{R_f}{R})$$

$$R_f = R$$

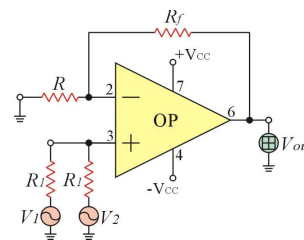
$$V_o = V_{o1} + V_{o2} = \frac{V_1 + V_2}{2} (1 + \frac{R}{R}) = V_1 + V_2$$



$$V_o = V_1 + V_2$$



電壓和放大器  
加法器



訊號產生器同時產生一個1kHz正弦波，提供給V1和V2。

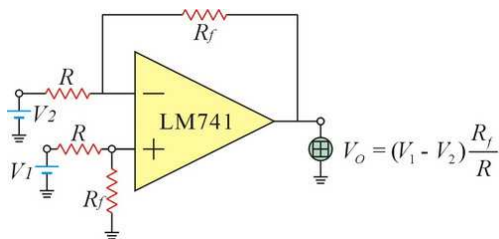
或

OUTPUT 50Ω提供訊號給V1。

TTL/CMOS提供訊號給V2。



電壓差放大器  
減法器



$$V_{(+)} = V_1 \times \frac{R_f}{R + R_f}$$

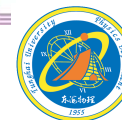
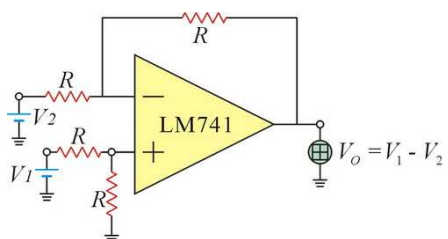
$$V_{o1} = V_{(+)} \left(1 + \frac{R_f}{R}\right) = \left(V_1 \frac{R_f}{R + R_f}\right) \left(1 + \frac{R_f}{R}\right) = V_1 \frac{R_f}{R}$$

$$V_{o2} = -V_2 \frac{R_f}{R}$$

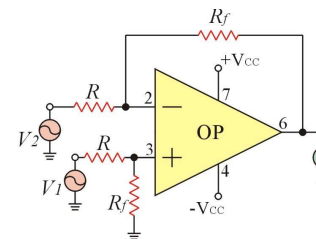
$$V_o = V_{o1} + V_{o2} = (V_1 - V_2) \frac{R_f}{R}$$

$$R_f = R$$

$$V_o = (V_1 - V_2) \frac{R}{R} = V_1 - V_2$$



電壓差放大器  
減法器



訊號產生器同時產生一個1KHz正弦波，提供給V1和V2。

或

OUTPUT 50Ω提供訊號給V1。

TTL/CMOS提供訊號給V2。



我們沒有最好  
只有追求更好

有空繼續補～～



東海大學應用物理學系  
地址：40704台中市西屯區東海大學BOX803  
電話：04-23590121\*32100  
網址：<http://physics.thu.edu.tw/>