

**國立成功大學**

**工程科學系**

**112 學年度第二學期 電子學實驗課程**

**第八實驗報告**

工程科學系 2 年級

E94114073 張哲維

繳交日期: 2020/5/6

## 一、 實驗目的

認識運算放大器的規格與特性，並實現其基本電路

## 二、 實驗步驟

### 1. 反相放大器:

接好電路觀察  $V_S$ 、 $V_O$  電壓並說明其關係

### 2. 非反相放大器:

接好電路觀察  $V_S$ 、 $V_O$  電壓並說明其關係

### 3. 積分器:

接好電路並令  $V_S$  為正弦波，觀察  $V_S$ 、 $V_O$  電壓並說明其關係

將  $V_S$  改成方波，觀察  $V_S$ 、 $V_O$  電壓並說明其關係

### 4. 微分器:

接好電路並令  $V_S$  為正弦波，觀察  $V_S$ 、 $V_O$  電壓並說明其關係

### 5. 全通濾波器:

接好電路並令  $V_S$  為正弦波，觀察  $V_S$ 、 $V_O$  電壓並說明其關係

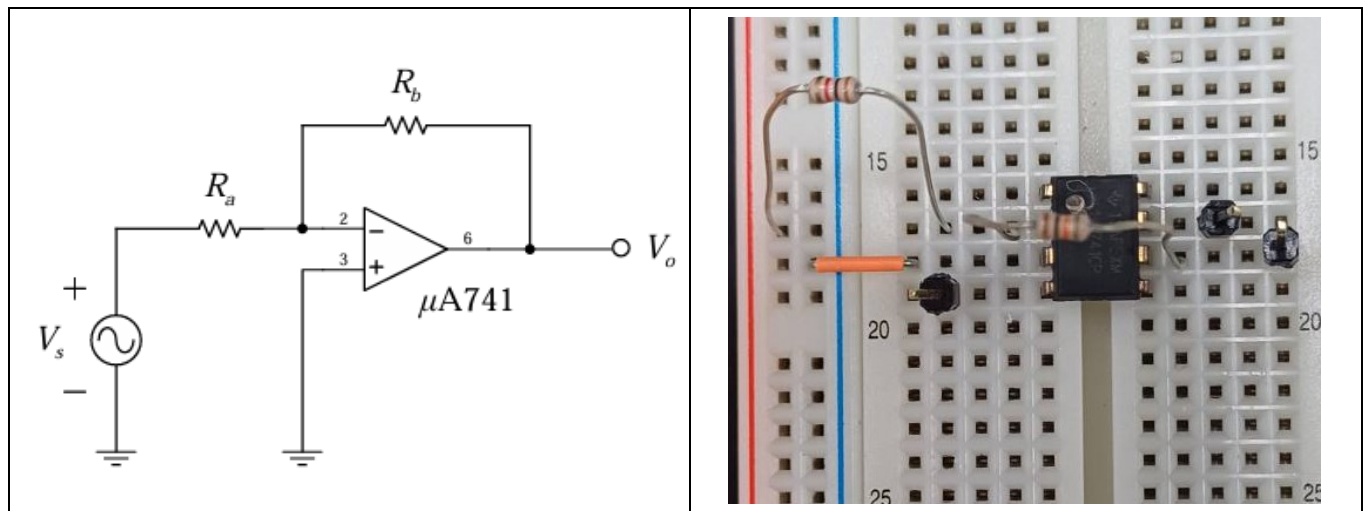
畫出波德圖

令  $V_S$  為方波，觀察  $V_O$

解釋電路原理

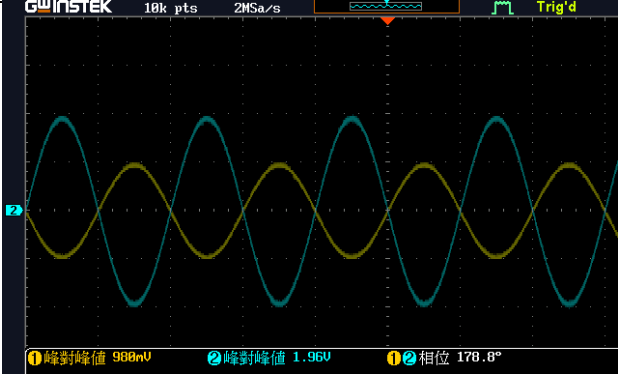
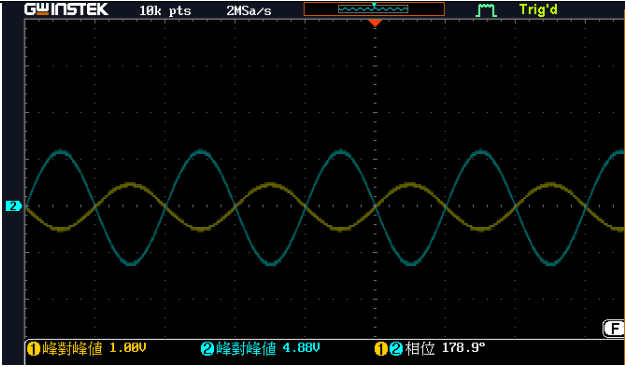
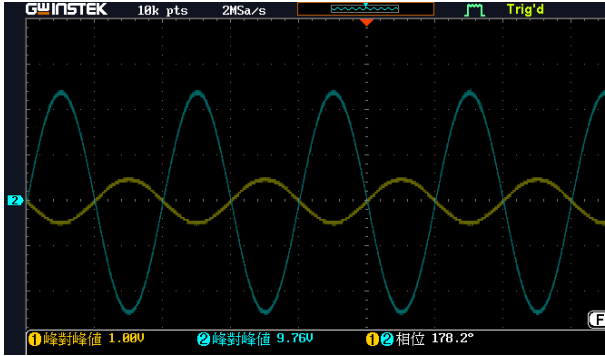
### 三、 實驗結果

#### 1. 反向放大器

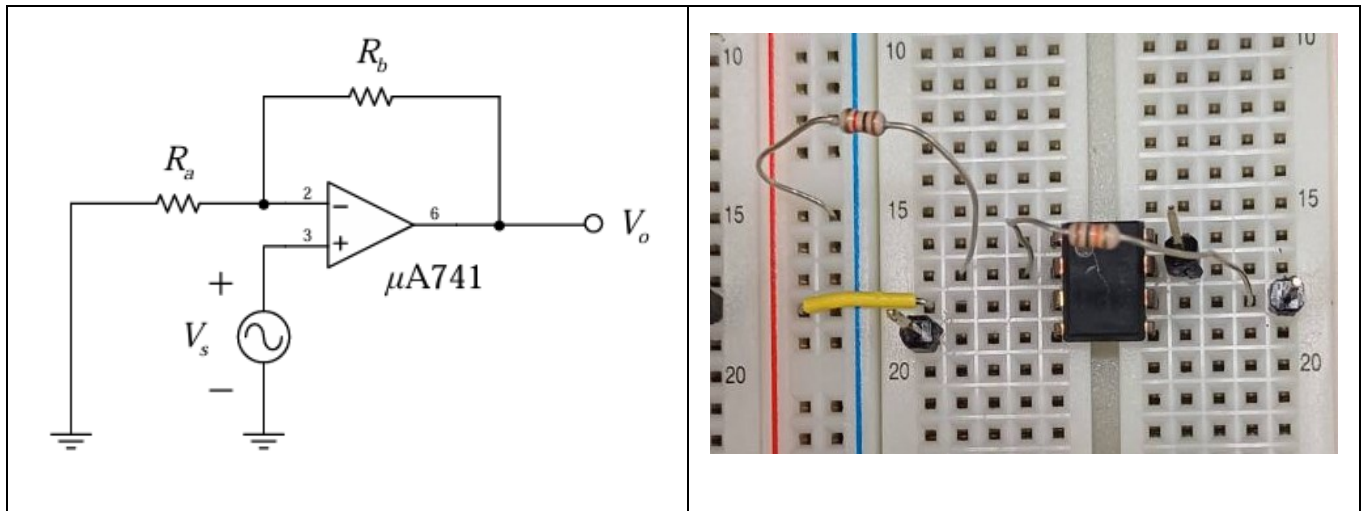


$V_o$  與  $V_s$  的相位角會差大約 180 度，說明波形圖會呈現一個為正，一個為負的交錯形狀，也說明了兩者電壓值在同一時間點差一個負號。

$V_o$  相對於  $V_s$  會有一個放大倍率  $= R_b / R_a$

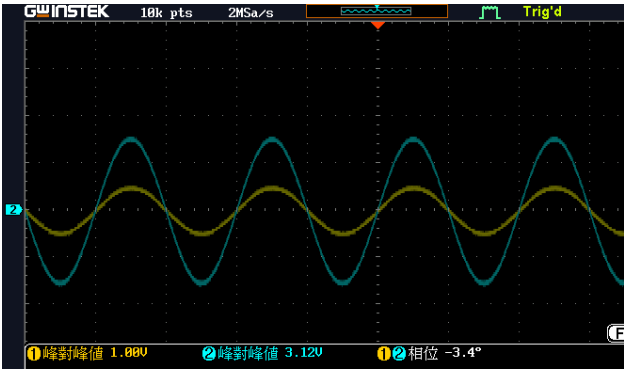

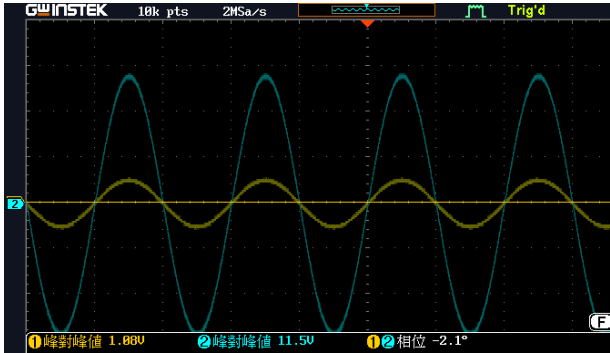
$R_b:R_a$	波型	理 論 倍率	實 際 倍率	誤差
2:1		-2	-1.96	2%
5:1		-5	-4.88	2.4%
10:1		-10	-9.76	2.4%

## 2. 非反向放大器

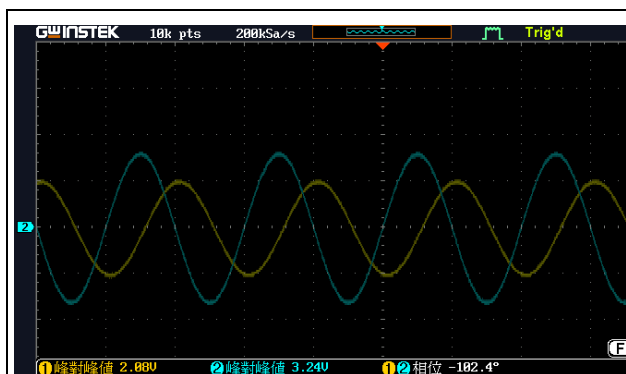
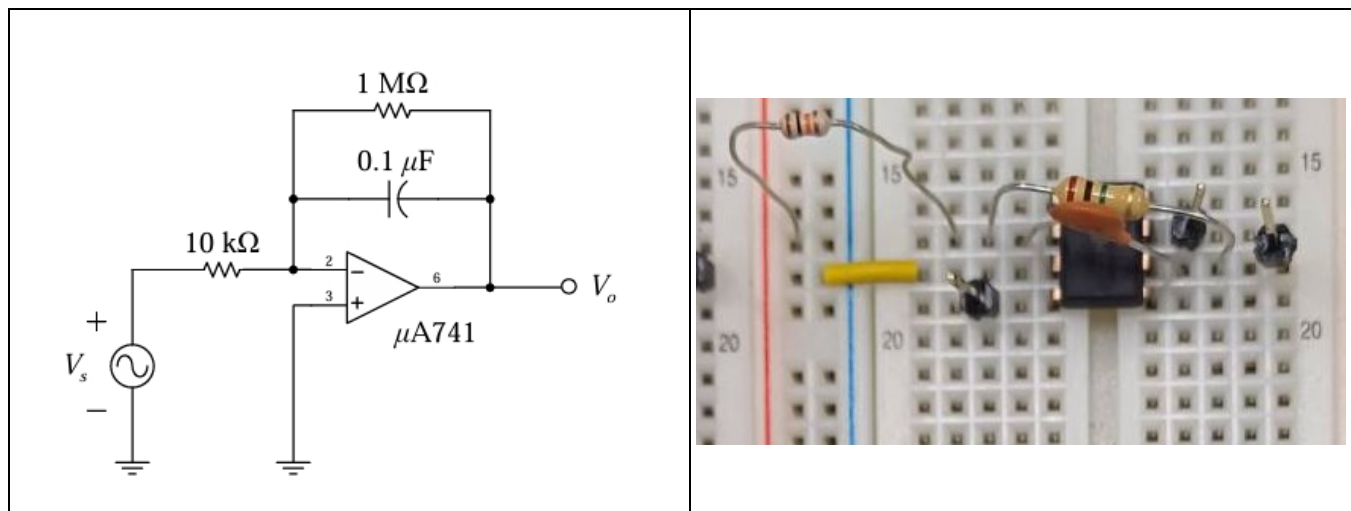


$V_o$  與  $V_s$  的相位差會接近於 0，所以兩者的波形為同步

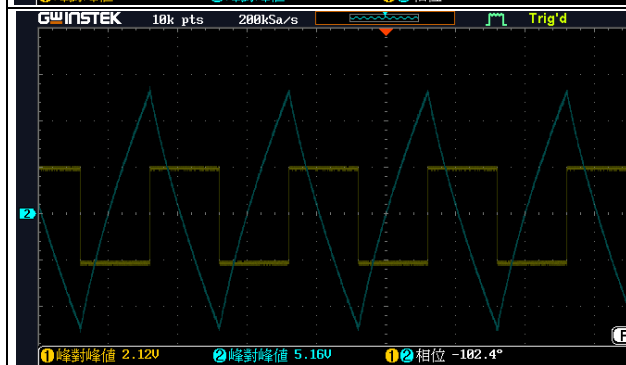
$V_o$  相對於  $V_s$  的放大倍率  $= 1 + (R_b / R_a)$

$R_b:R_a$	波型	理 論 倍率	實 際 倍率	誤差
2:1		3	3.12	4%
5:1		6	6.2	3.3%
10:1		11	11.5	4.5%

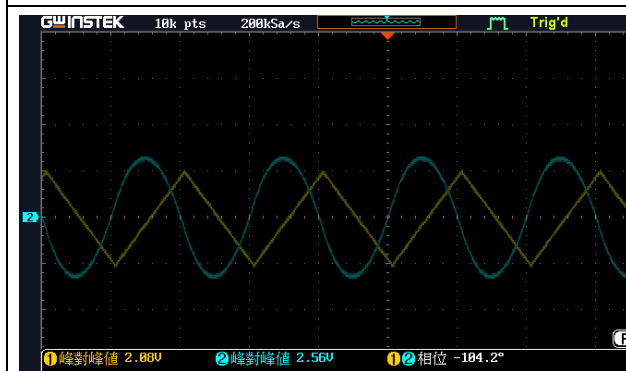
### 3. 積分器



正弦波→相位差

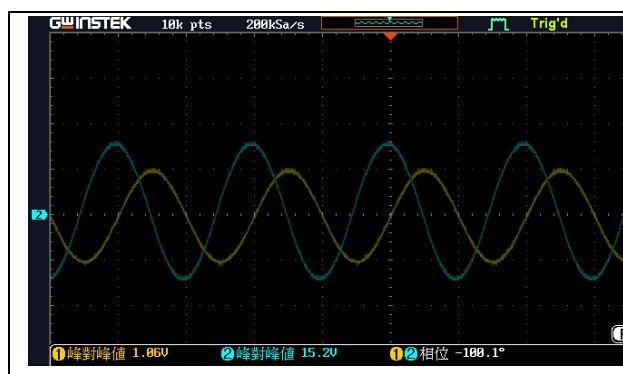
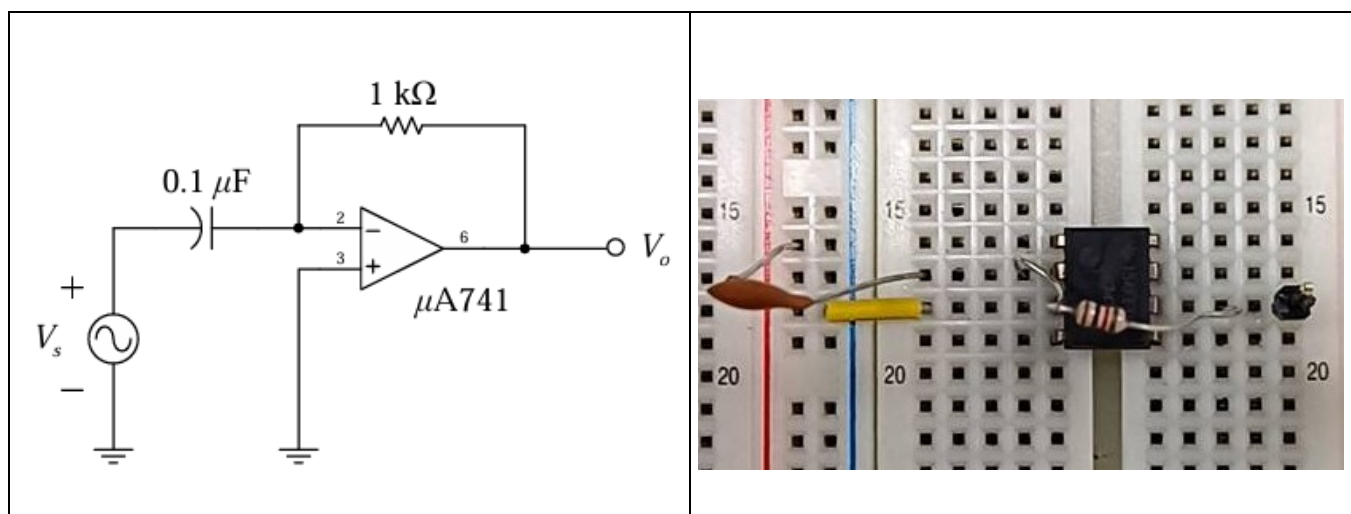


方波→三角波



三角波→正弦波

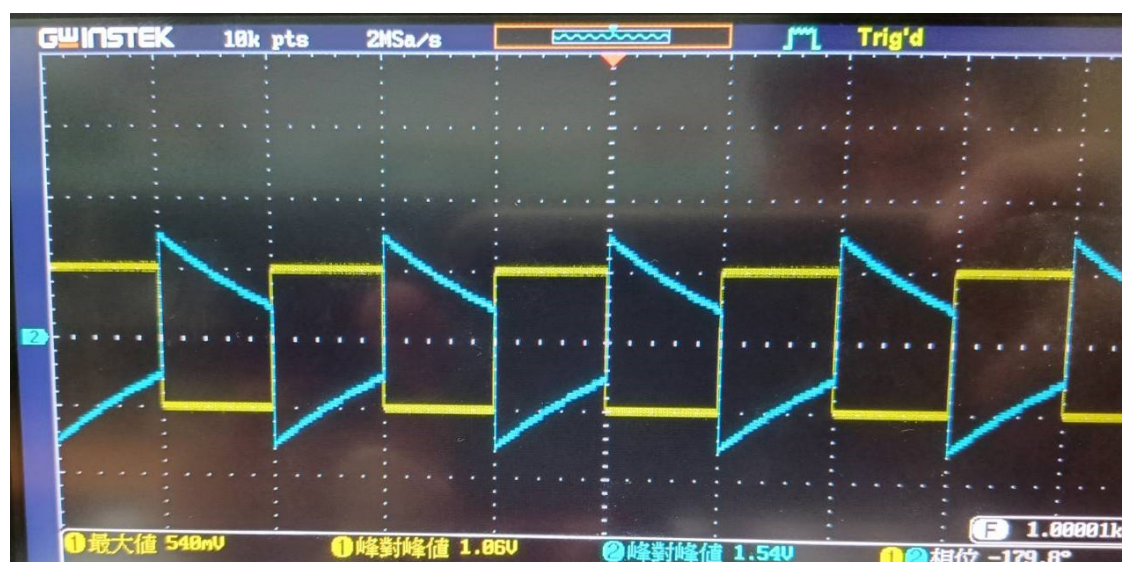
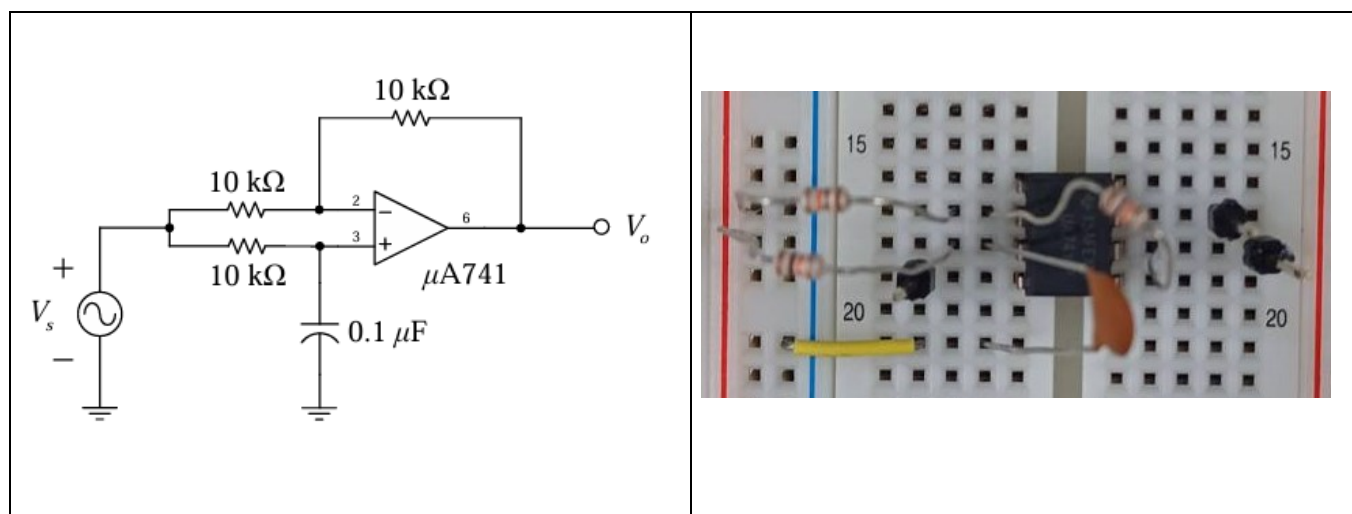
#### 4. 微分器

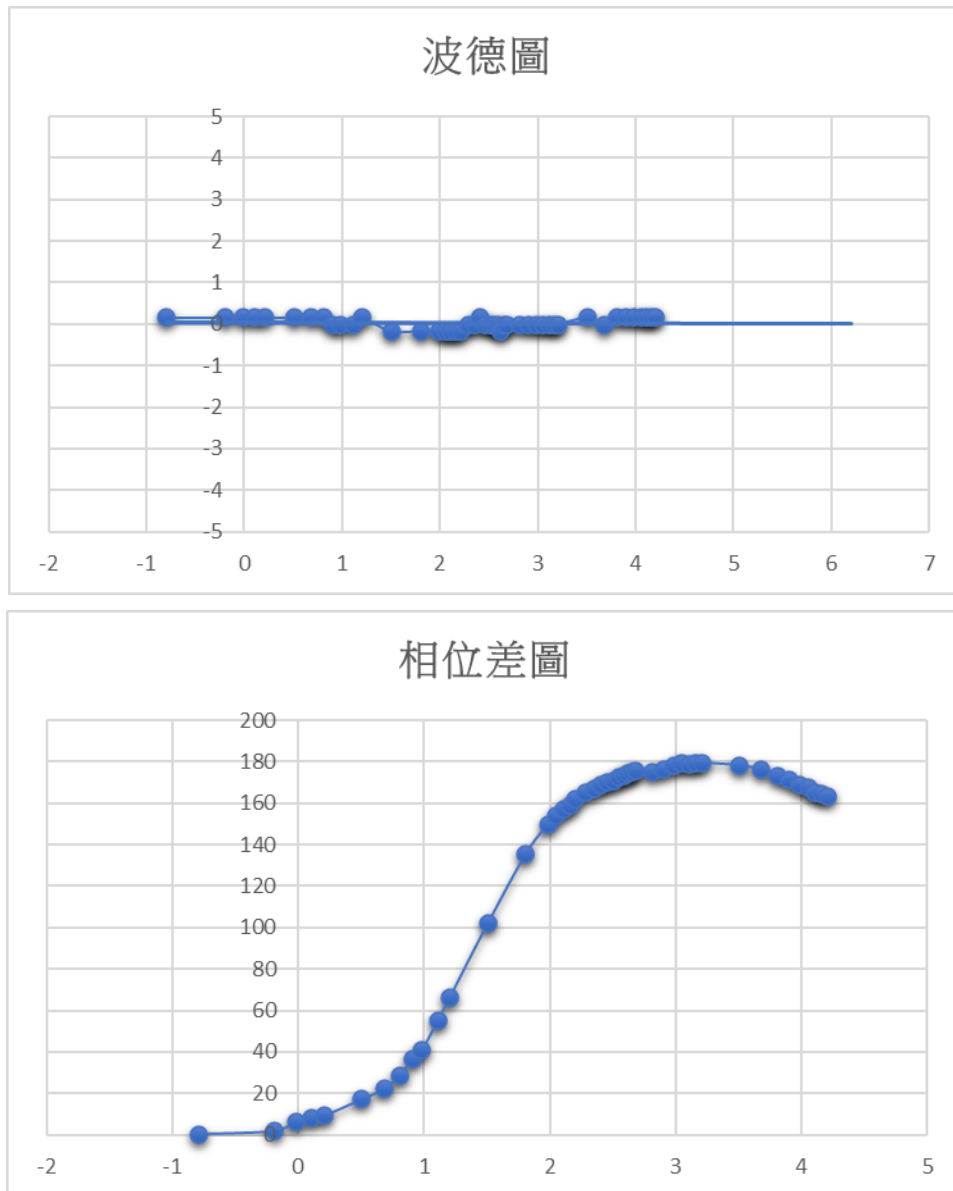


正弦波→相位差



## 5. 全通濾波器





輸出電壓增益為 1 會和輸入電壓有相位差，且相位差會隨著頻率增加而增加，但到頻率為 8KHZ 時會趨緩。

輸入電壓為方波，會有電容充放電的圖形，也會有相位差出現

利用重疊原理將輸入電壓拆成兩部分:非反向和反向

輸出電壓 = 
$$V_o = \frac{-R}{R}V_i + \left(\frac{R+R}{R}\right)\left(\frac{1}{1+SRC}\right)V_i$$

所以輸出電壓 = 輸入電壓，增益為 1、相位角 =  $\tan^{-1} \left( \frac{1-j\omega R_C}{1+j\omega R_C} \right)$ 。

因此全通濾波器輸出電壓=輸入電壓但有相位差→延遲器

#### 四、 問題與討論

在使用運算放大器時，需接上正負電壓，否則無法進行實驗，且電壓不要超過 18V。

積分器使用更小電容值的電容會有更好的積分效果，波型會比較好看。

在全通濾波器實驗中，當頻率超過 40000HZ，相位差會直接轉變為負的，但理論上應該到達一定的頻率相位差就基本持平了。

#### 五、 心得

這次實驗是做關於運算放大器，為電子學第一章的內容，將上課所學到的放大器的特性實際做出來觀察，也在實驗中了解到將實驗成果接近理想放大器電路是很難的，包括加上額外的電壓，並聯電阻等等，都是為了讓輸出電壓能像理想放大器的輸出結果一致。也在實驗中觀察到全通濾波器的放大倍率，和上課推倒的公式一樣。