

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

第二次實驗報告

工程科學系 2 年級

E94071209 林政旭

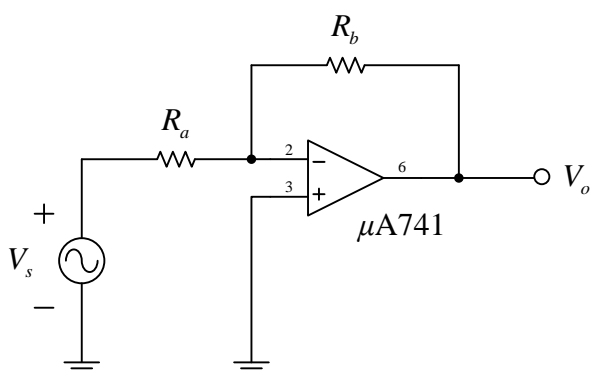
繳交日期：2020/3/19

## 一. 實驗目的

本實驗的目的在認識運算放大器的規格及特性，並實現運算放大器的基本電路：反相放大器、非反相放大器、積分器、微分器及全通濾波器。

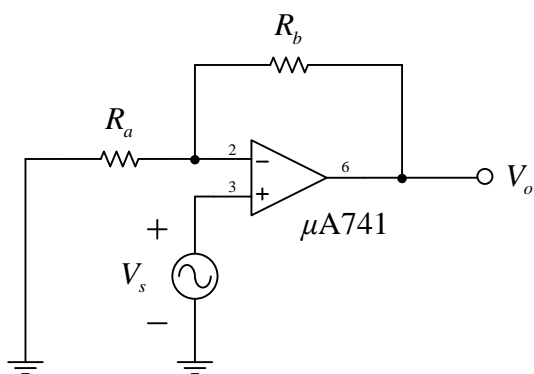
## 二. 實驗步驟

### I. 反相放大器 (Inverting amplifier) :



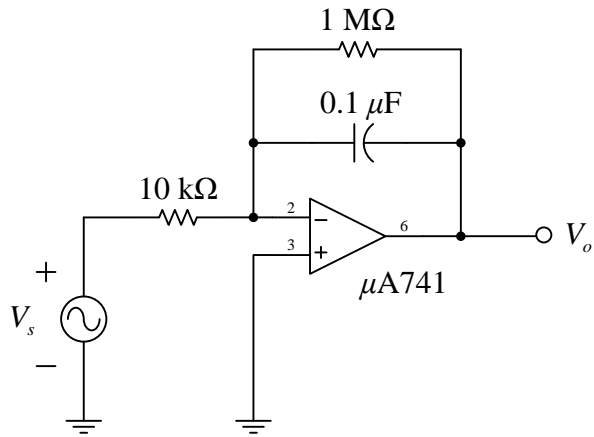
1. 請觀察並描繪  $V_s$  與  $V_o$  之電壓波形。
2. 試說明  $V_s$  與  $V_o$  的關係。

### II. 非反相放大器 (Non-inverting amplifier) :



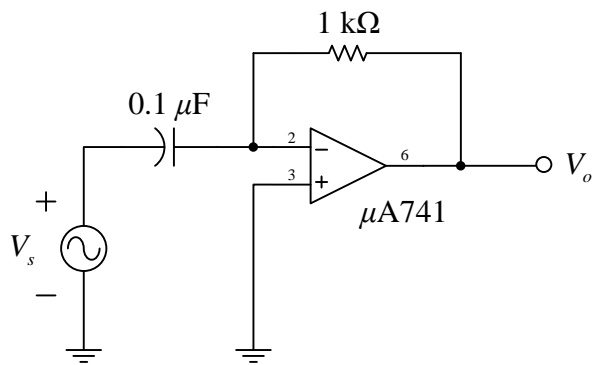
1. 步驟同實驗 I。

### III. 積分器 (Integrator) :



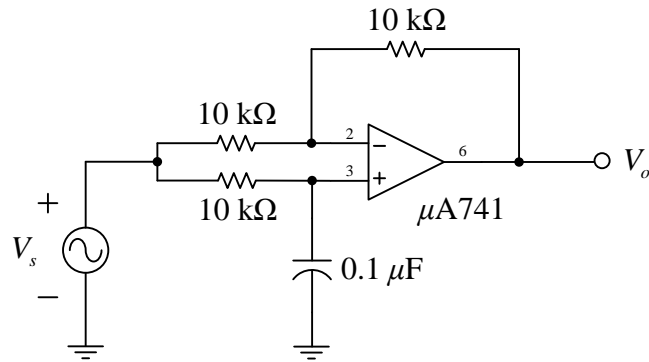
1. 令  $V_s$  為正弦波（注意： $V_s$  不可含有直流電壓）。
2. 觀察並描繪  $V_s$  與  $V_o$ ，同時說明其間的關係。
3. 將  $V_s$  改成方波，重複步驟 2。

#### IV. 微分器 (Differentiator)：



1. 令  $V_s$  為正弦波。
2. 觀察並描繪  $V_s$  與  $V_o$ ，同時說明其間的關係。

#### V. 全通濾波器 (All-pass filter, APF)：



1. 令  $V_s$  為正弦波。
2. 觀察 100Hz, 300Hz, 1KHz 的相位變化
3. 方波(500Hz 以下)

### 三. 實驗結果

1. 反向放大器電路圖如右：

波形如右下圖：

$R_a=1K$ ,  $R_b=10K$

由右下圖可知

$V_o$ (藍)的波峰與  $V_s$ (黃)的波峰相差將近半個週期(180 度)

$$V_o = -(R_b/R_a)V_s$$

負號代表波形相差 180 度

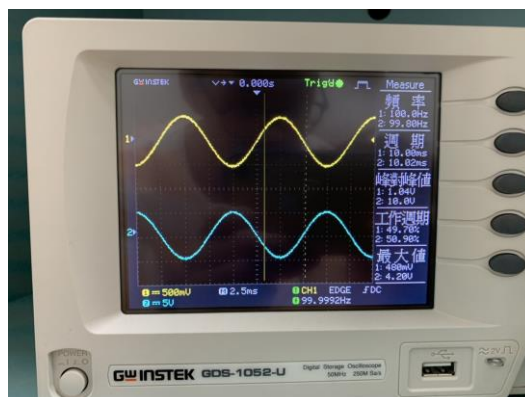
由上圖公式可知

$$V_o = (10K/1K)V_s = 10V_s$$

而實際  $V_s=1.04V$

$$V_o=10V$$

$V_o$  約為 9.62Vs



2. 非反向放大器電路圖如右：

波形如右下圖：

$R_a=1K, R_b=10K$

由右下圖可知

$V_o$ (藍)的波峰與  $V_s$ (黃)的波峰  
幾乎沒有相位差

$V_o=(1+R_b/R_a)V_s$

$V_o=11V_s$

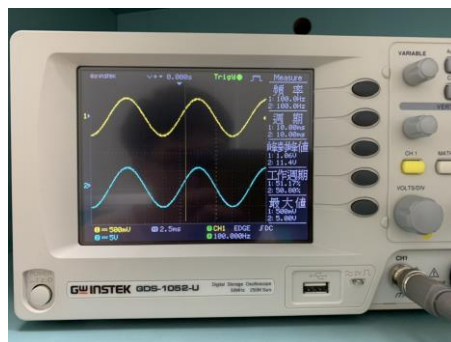


實際值

$V_s=1.06V$

$V_o=11.4V$

$V_o$  約為  $10.75V_s$



3. 積分器電路如右圖

正弦波如最右邊兩張：

週期約為  $1ms$

而波峰週期差為

$250-10=240\mu s=0.24ms$

約差了  $1/4$  個週期( $90^\circ$ )

$V_o$ (黃)領先  $V_s$ (藍)  $90^\circ$

方波如右下圖：

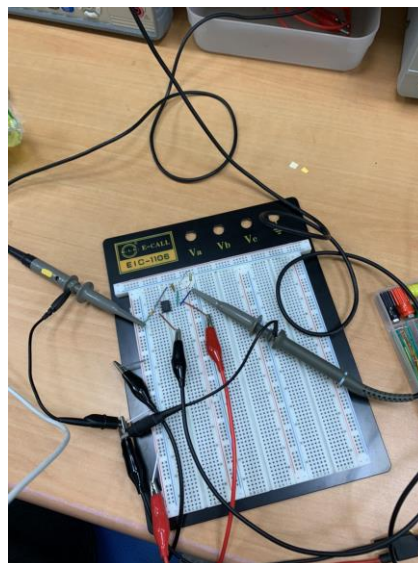
方波圖看不出週期差

$Gain=-R_f/(R_f R_a C_s + R_a)$

$s=j\omega$

當頻率很大  $Gain=0$

當頻率很小  $Gain=-R_f/R_a$





4. 微分器電路如右圖：

週期約為 1ms

週期差約為：

$270-10=260\mu s=0.26ms$

相差  $1/4$  個週期(90 度)

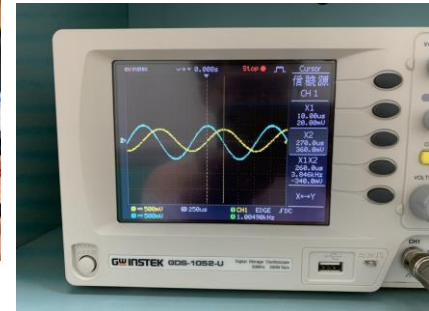
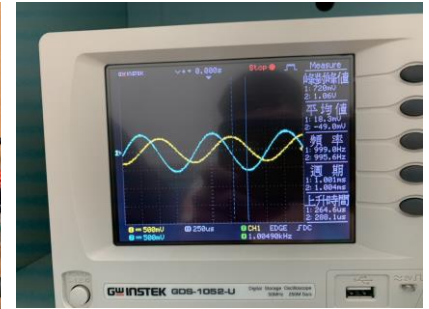
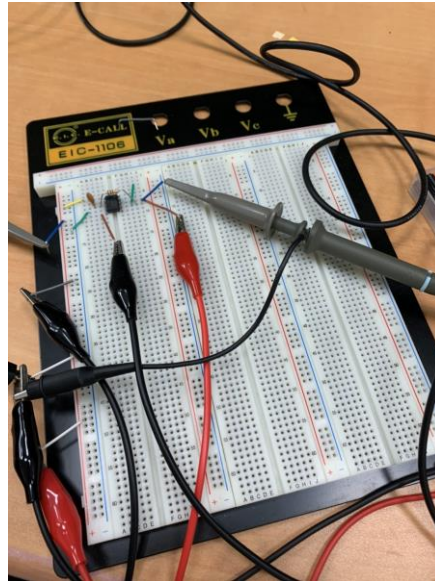
Vs(藍)領先 Vo(黃) 90 度

$Gain=-sRC$

$s=j\omega$

當頻率很大  $Gain=無限大$

當頻率很小  $Gain=0$



5. 全通濾波器電路如右圖：

相位變化：

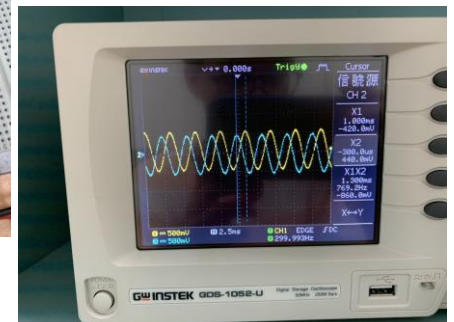
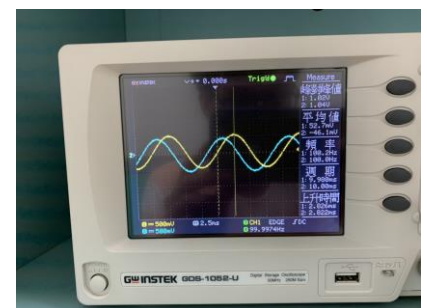
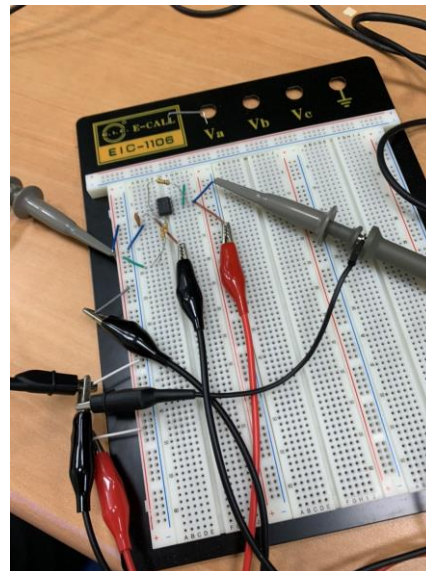
從最右三張圖可知

頻率由 100Hz->300Hz

->1K

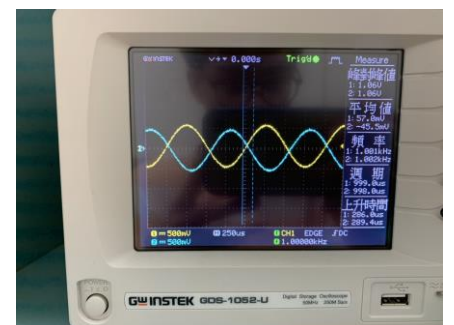
Vs(藍)領先 Vo(黃)越來越大的  
相位角

(中間那張是 300Hz)



當頻率=200Hz

方波如右圖



#### 四. 問題與討論

1. 在接完積分器之後，示波器上的圖一直抖動，不容易觀測波形。後來我在示波器上按 stop，再去調整波的位置。
2. 全通濾波器不會接。看同學的一個一個慢慢接起來。
3. 不知道積分器與微分器的 gain 是甚麼。翻助教上課在黑板寫的照片，上 google 找資料，問同學。

#### 五. 心得

我覺得這次實驗比上次實驗簡單許多。一方面可能是我已經接過一次線路了，所以我在接示波器與訊號產生器的電路上比較沒有那麼多問題。而另一方面可能是之前工科營的時候也有稍微碰過放大器，所以比較熟悉，而且反向放大器與非反向放大器在電路學的時候都有提到過，可能是對裡面的理論比較了解，實際做起來也比較順手。雖然在做積分器的時候碰到了點問題，不過還是找到辦法解決了，害我在積分器上花了相當多的時間。