

# == 實驗 1 ==

## 運算放大器電路

探討運算放大器之原理及其應用電路，熟悉 FeedBack-33 類比單元之各項操作，並以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。

### § 學習目標

1. 瞭解比例器與反相器之原理。
2. 瞭解加法器與減法器之原理。
3. 瞭解積分器之原理。
4. 瞭解微分器之原理。

### § 相關理論

#### 比例器與反相器

比例器之電路如圖 1-1 所示，應用理想運算放大器輸入端為虛接地、輸入阻抗無窮大與克希荷夫電流定律，可求得比例放大器之增益。當  $R_f = R_i$  時，增益為-1，又可稱為反相器。

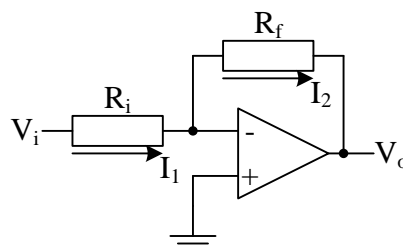


圖 1-1、比例器

## 加法器與反相器

加法器之電路如圖 1-2 所示：

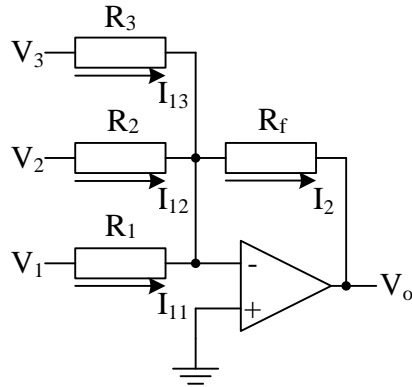


圖 1-2、加法器

在 FeedBack-33 的硬體配置中，並沒有減法器電路，但可以用加法器加入反相器當減法器，其電路如圖 1-3 所示：

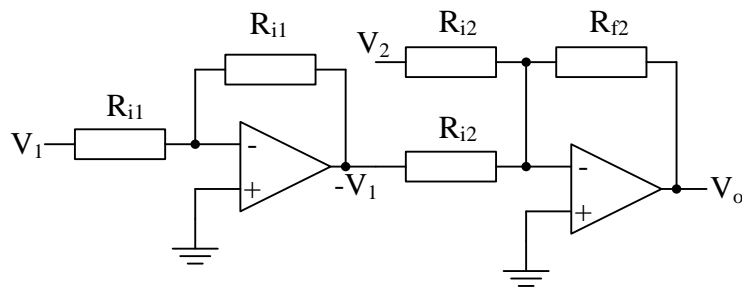


圖 1-3、減法器

## 積分器

積分器之電路如圖 1-4 所示：

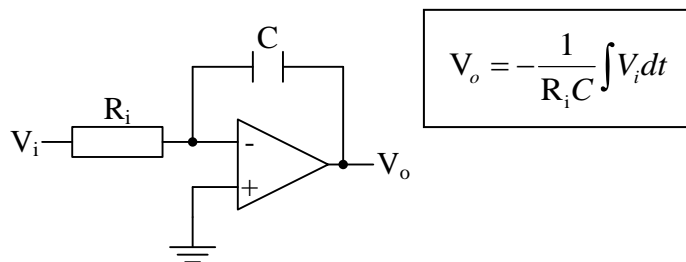


圖 1-4、積分器

## 微分器

微分器之電路如圖 1-5 所示：

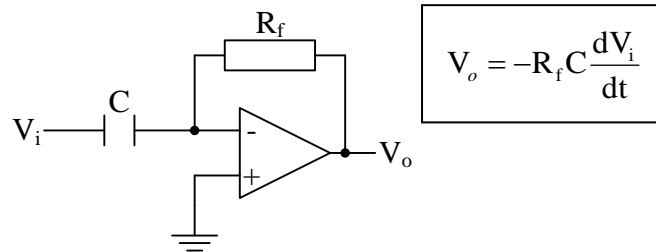


圖 1-5、微分器

因微分器對輸入信號之瞬間變化相當敏感，為改善此現象，可加一低通濾波器，如圖 1-6 所示：

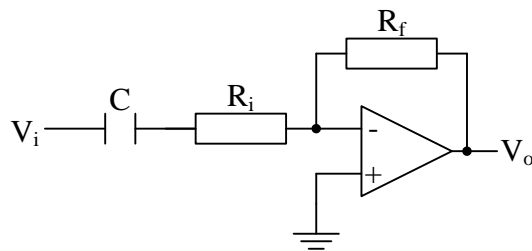


圖 1-6、具低通濾波器功能之微分器

## § 實驗 1-1 【比例器】

### 1. 步驟

- (1) 如圖 1-7 所示完成接線，將 A1 之輸出端與回授電阻連接，使 A1 為反相比例放大器。
- (2) 信號方波之振幅可用 P3 衰減器來調整，其頻率可由機構單元面板右下角的旋鈕及切換開關來控制。
- (3) 以實驗 0 之量測方法，量測及儲存 CH1 及 CH2 的信號，觀察輸入信號與輸出信號波形之關係。
- (4) 以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。

### 2. 請完成

- (1) 請推導圖 1-1 之增益值  $V_o/V_i$ 。
- (2) 請完成輸入信號為方波 ( $\pm 2V@0.5Hz$ )、增益為-1 之反相比例器電路，量測及儲存波形，並以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。
- (3) 請完成輸入信號為方波 ( $\pm 5V@5Hz$ )、增益為-3.3 之反相比例器電路，量測及儲存波形，並以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。

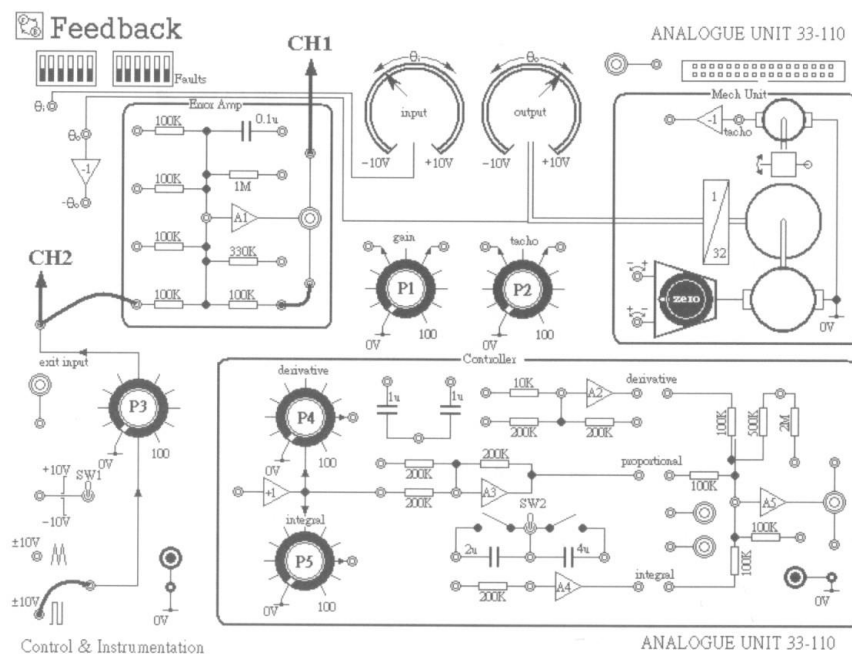


圖 1-7、反相比例器電路接線圖

## § 實驗 1-2 【加法器】

### 1. 步驟

- (1) 如圖 1-8 所示完成接線，將 A1 之輸出端與回授電阻連接，使 A1 為加法器。
- (2) 信號方波之振幅可由 P3 調整，三角波信號之振幅可由 P4 調整，其頻率可由機構單元面板右下角的旋鈕及切換開關來控制。
- (3) 以實驗 0 之量測方法，量測及儲存 CH1 及 CH2 的信號，觀察輸入信號與輸出信號波形之關係。
- (4) 以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。

### 2. 請完成

- (1) 請推導圖 1-2、1-3 之增益值  $V_o/V_i$ 。
- (2) 請完成輸入信號為方波 ( $\pm 5V@5Hz$ )、三角波 ( $\pm 5V@5Hz$ ) 之加法器電路，量測及儲存波形，並以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。

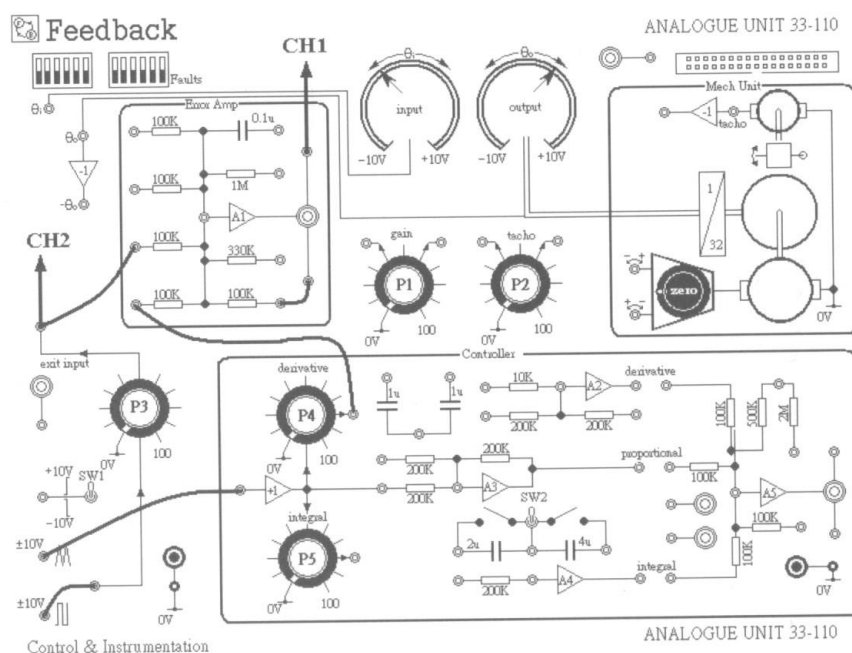


圖 1-8、加法器電路接線圖



## § 實驗 1-4 【微分器】

### 1. 步驟

- (1) 如圖 1-10 所示完成接線，將 A2 輸出端與回授電阻連接，使 A2 為微分器。
- (2) 三角波信號之振幅可由 P4 調整，其頻率可由機構單元面板右下角的旋鈕及切換開關來控制。
- (3) 以實驗一之量測方法，量測及儲存 CH1 及 CH2 的信號，觀察輸入信號與輸出信號波形之關係。
- (4) 以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。

### 2. 請完成

- (1) 請推導圖 1-5、1-6 之增益值  $V_o/V_i$ 。
- (2) 請完成輸入信號為三角波 ( $\pm 10V@0.5Hz$ ) 之微分器電路，量測及儲存波形，並以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。
- (3) 請完成輸入信號為方波 ( $\pm 5V@0.5Hz$ ) 之微分器電路，量測及儲存波形，並以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。
- (4) 將輸入頻率降低，請問輸出信號穩態電壓是否亦成比例降低？

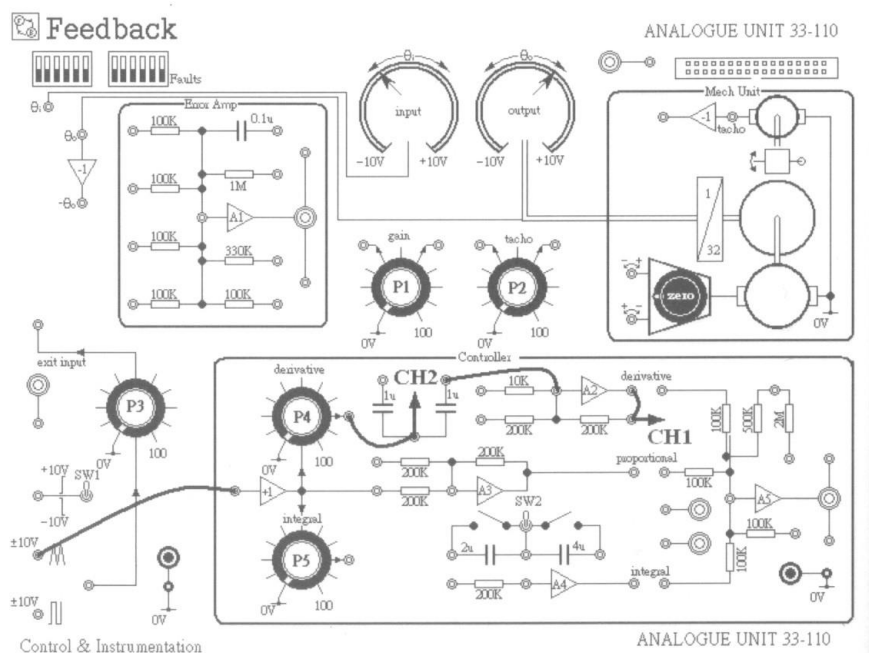


圖 1-10、微分器電路接線圖

## § 問題討論(作業)

1. 繳交實驗結果(含:測量波形與模擬驗證)
2. 運算放大器有那些重要特性？
3. 在類比單元中如何完成減法器功能？
4. 當微分器之輸入為三角波信號時，其輸出為何？
5. 在圖 1-10 中，若微分器之輸入端電容再串聯  $10\text{K}\Omega$  電阻，當輸入信號為三角波信號時，其輸出有何改變？並以軟體驗證之。