

單元 PEN-PET0607 學習指引

當你學習本單元前，你必須先了解下列之知能：(1)具備交／直流電壓及電流相關知識；(2)基本感測器特性；(3)運算放大器特性及(4)示波器之基本操作。

如果你自認自己的程度尚可的話，請翻到下一頁開始學習。但如果你認為自己仍有不夠熟悉之處，請將本單元放回原位，並取出基礎電子教材編號 PEB0407(使用示波器觀測電路波形)、PEB0501(使用基本電壓表測量直流電壓)、PEB0504(使用數值型三用電表測量直流電壓)、PEB0505(使用基本電流表測量直流電流)、PEB0517(使用數值型三用電表測量直流電流)及電力電子教材編號 PEN-PET0502(電源量測及檢修)等教材開始使用學習，或請教你的指導老師。

引言

電壓及電流是電力控制很重要的二個變數，能藉由感測器測得其量是必要的，瞭解各種電壓及電流感測器的特性，才能順利測得電壓及電流值，再經由比較、轉換、處理及分析等電路或設備，達成監測或順利控制電力電子電路，所以認識電壓及電流感測器之特性是非常重要的，也是本單元的學習重點。

定義

應變器(Strain Gage)：

又稱為負荷囊(Load Cell)，由金屬材料加壓變形後，兩端電阻值產生變化做成的，當金屬材料受到拉力或張力時，金屬材料變細，電阻值增加，反之則阻值變小。

負載效應>Loading Effect)：

由於分壓或分流，造成取樣並阻抗無阻大或等於零，造成的取樣損失，而耦合中有阻抗匹配不佳，由分壓或分流造成阻抗匹配損失，稱之負載效應。

學習目標

- 一、在不參考任何資料及無人幫助的情況下，你能夠正確的說出各種電壓及電流感測器的特性，並依照本單元所示，選擇適合電壓及電流感測器的種類。
- 二、在不參考任何資料及無人幫助的情況下，你能依照本單元所示，能設計簡易型的阻抗電壓及電流感測電路。

學習活動

本單元之學習活動分兩部分：

- 一、 相關知識
- 二、 實際觀察及電路應用操作量測
 - (一) 相關知識包含了：
 1. 電壓及電流電阻感測器法
 2. 電壓及電流 CT 或 PT 感測器法
 3. 特殊電壓及電流感測器法
 - (二) 實際觀察及電路應用操作量測：
 1. 精密全波整流電路
 2. 電源電路零交越檢測電路
 3. 三相欠相檢測電路。
 - (三) 你在學習過程中，也可借助或參考下列資料：
 1. 游福照(1999)，電工儀表。台北：全華圖書。
 2. 盧明智(2000)，感測器應用與線路分析。台北：全華圖書。
 3. 陳瑞和(1991)，感測器。台北：全華圖書。

可供參考資料很多，以上所列，僅作為參考。

本單元的第一個學習目標是

在不參考任何資料及無人幫助的情況下，你能夠正確的說出各種電壓及電流感測器的特性，並依照本單元所示，選擇適合電壓及電流感測器的種類。

假如你認為能夠勝任以上學習目標的能力，請翻至第 11 頁做學習評量。假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁。

相關知識

一、電壓及電流電阻感測器法

一般直流或交流電壓及直流或交流電流均可用此法。優點：是最簡單及使用最廣的一種感測電壓及電流的方法。缺點：無法和感測電路隔離，有負載效應及線路損失。(必要時要加上放大電路)

如圖 1.1 為並聯分壓取樣電壓電路。

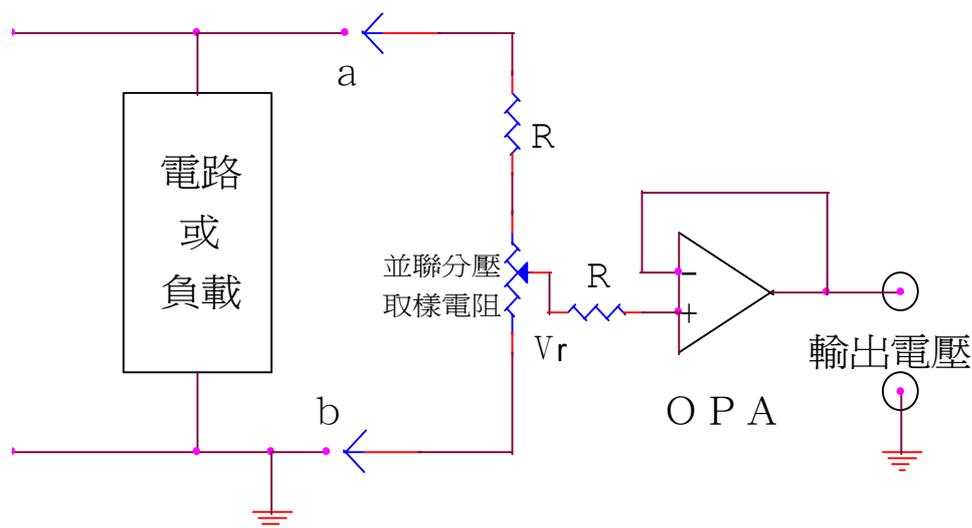


圖 1.1 電壓取樣電路

動作說明：電壓取樣點 V_{ab} ， V_R 可變電阻，可利用分壓電路原理，取一定比例的電壓值， V_R 可變電阻電阻值愈大，愈無負載效應，運算放大器接成電壓隨耦器，可提高輸入阻抗。

如圖 1.2 可提高輸入取樣電路的輸入阻抗，且有放大作用。

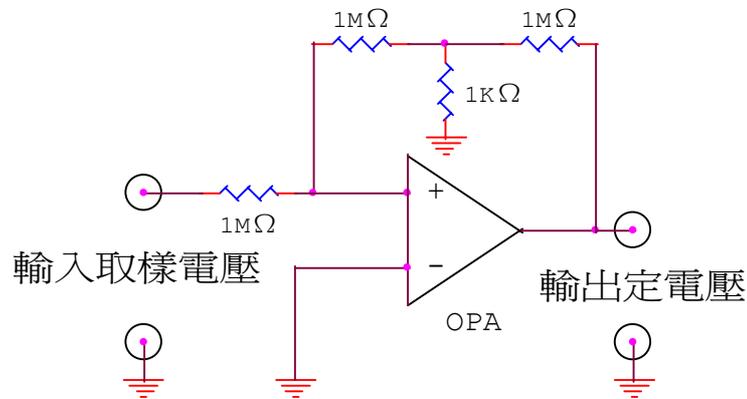


圖 1.2 提高輸入阻抗電壓取樣電路

動作說明：輸入阻抗約 $1\text{M}\Omega$ ，電壓增益為 -1002 倍。

如圖 1.3 為串聯壓降取樣電流電路

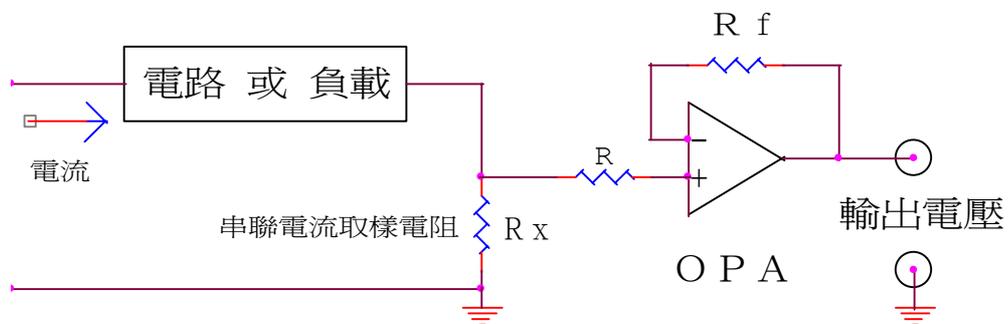


圖 1.3 電流取樣電路

動作說明：電流取樣， R_x 電阻，利用電阻壓降法，取一定比例的電壓值， R_x 電阻電阻值愈小，愈無負載效應，運算放大器接成高增益電壓放大，可提高感測量。

利用並聯高電阻取樣感測電壓，若必要可加上倍增電阻分壓，利用串聯低電阻取樣感測電流，若必要可加上分流電阻分流，再經由歐姆定律，分壓或分流關係，得到電壓或電流值，必要時再轉變成適當的其他電子信號，傳送或處理（控制）電路。

若感測為交流電壓或電流，則必須經由 AC→DC 的轉換電路。而電流則先經由 AC I→AC V 的轉換電路。

二、電壓及電流 CT（比流）或 PT（比壓）感測器法

此法只用於交流電壓或電流感測，優點：能測高電壓及大電流，感測時和電路有隔離作用。缺點：體積大，價格貴。（若非必要最好少用）

兩者皆使用變壓器的原理設計而成，和一般變壓器比較有顯著的不同特性：如表 1.1 所示。

表 1.1 感測變壓器和一般變壓器比較

特 性	感測變壓器	一般變壓器
鐵芯材料 (矽鋼片)	較高導磁係數材料	高導磁係數材料
特 性	大電壓變小電壓 PT；大電流變小電流 CT	大電壓變小電壓(降壓用)；小電壓變大電壓(升壓用)
用 途	儀表專用(稱為負載)	一般用用戶、實驗室等(稱為負載)

(一) PT(比壓器)特性

1. 「比壓器構造類似於降壓變壓器，二次繞組匝數較少，線徑較粗」；將待測電路電壓降在假負載大電阻上得 AC 電壓。一次側、二次側之匝數(N)和電壓(V)皆成正比，其關係如下：

$$V_1/V_2 = N_1/N_2 \quad \text{公式 1.1}$$

2. 二次側可開路、接高電阻或接電壓表，但不可短路。
3. 一次側標示符號：+、-（或 U、V）；二次側標示符號：+、-（或 u、v）。

(二) CT(比流器)特性

1. 「比流器構造類似於升壓變壓器，二次繞組匝數較多，線徑較細」；將待測電路電流降在假負載低電阻上得 A C 電流。其匝數和電流成反比：

$$I_2 / I_1 = N_1 / N_2 \quad \text{公式 1.2}$$

2. 二次側要短路、接低電阻或接電流表，但不可開路。
3. 一次側標示符號：K、L；二次側標示符號：k、l。

三、特殊電壓及電流感測器法

(一) 熱動型：主要用途是用來測量交、直電壓或電流的有效值(均方根值)，且測量值與波形及頻率無關，最適合測量特殊波形或高頻電路，最大缺點是反應時間較長，比較不適合用在控制電路上。

1. 熱偶式：原理是利用西貝克(Seebeck)效應，兩種不同金屬一端夾在一起後串接於電路中，由於冷熱接點之溫差而產生一定比率熱動勢，若通過電流於其上，其熱電動勢與 I 平方成正比。

如圖 1.4 為熱電偶感測有效值轉換電壓值

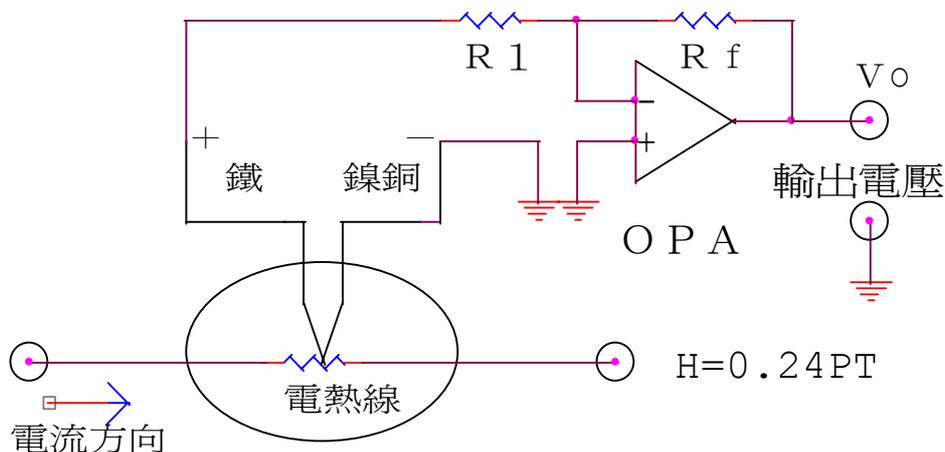


圖 1.4 熱電偶感測有效值轉換電壓值電路

2. 熱線式：原理是利用熱效應(熱脹冷縮)再加上滑阻或應變器，完成感測值。

3. 雙金屬式：原理是利用兩片不同的金屬熔接在一起，由於兩種材料的膨脹係數不同，受熱而變形，若再加上滑阻或應變器，則可完成感測值。
- (二) 靜電型：主要用途是用來測量交／直流高電壓，且測量值與波形及頻率無關，原理是利用兩黃銅極板組合而成，一固定一可動，當兩極板間加直流或交流電壓時，將產生靜電引力，作用力之大小和極板間之電位差成函數變化，可加上滑阻或應變器，完成感測值。

$$T_{av} = K(E_{rms})^2 \quad \text{公式 1.3}$$

一些高頻電路，由於頻頻太高無法用一般電路感測，而熱電偶感測便能將高頻功率有效值轉換電壓有效值。

- (三) 霍爾效應：霍爾元件的原理，是利用磁通密度與流過電流成正比關係，來測量電流量，測量電流值時，不必跟電路接觸(串接)，能測量交、直流電流轉換成直流電壓(交流電壓為峰值輸出)；如下圖 1.5 所示，為參考電路，輸入電流與輸出電壓成正比的關係。

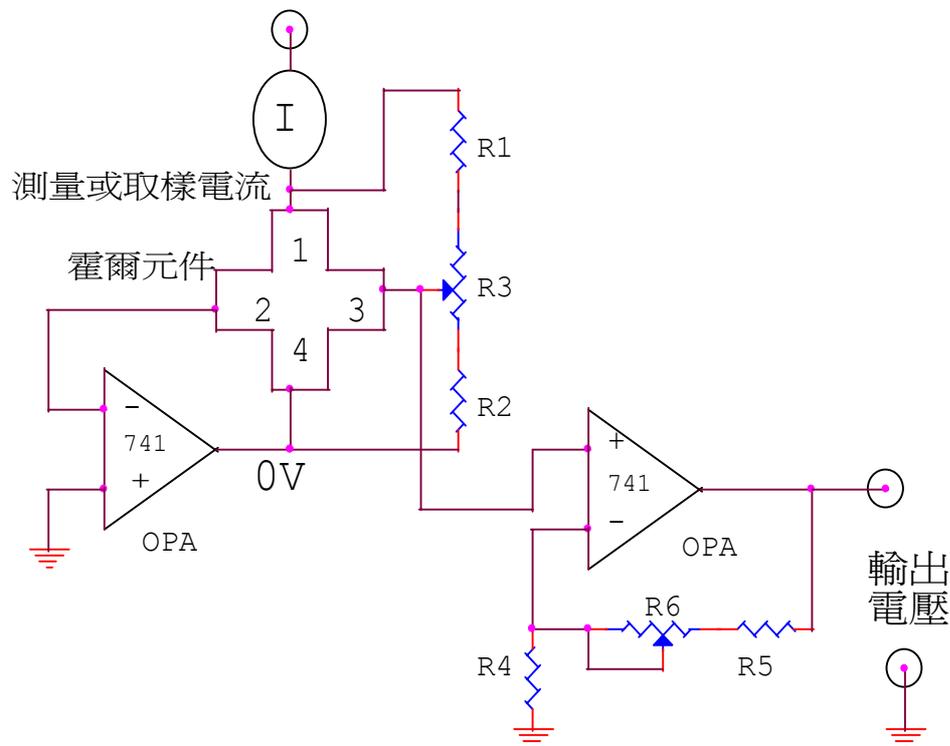


圖 1.5 霍爾元件測量電流電路

學習評量一

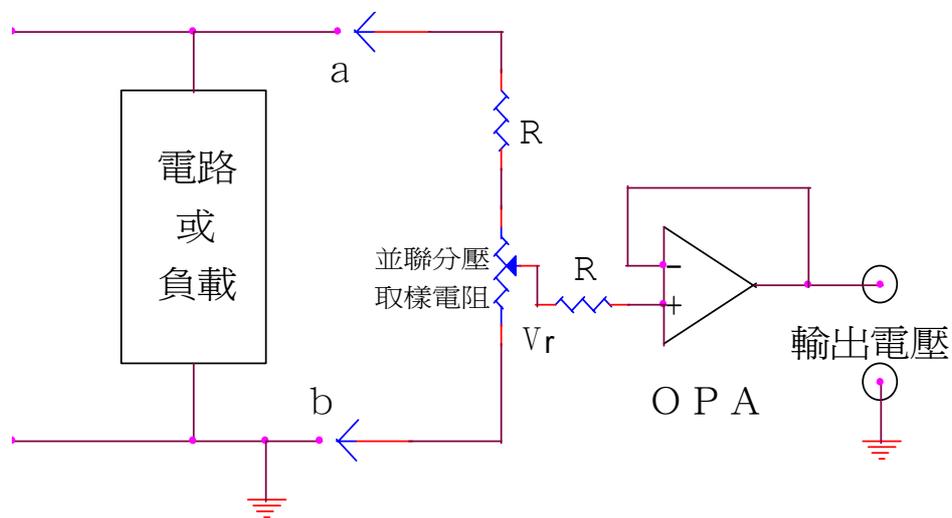
請不要參閱資料或書籍，繪出或寫出下列問題的正確答案。

一、繪出阻抗形電壓感測電路？(50%)

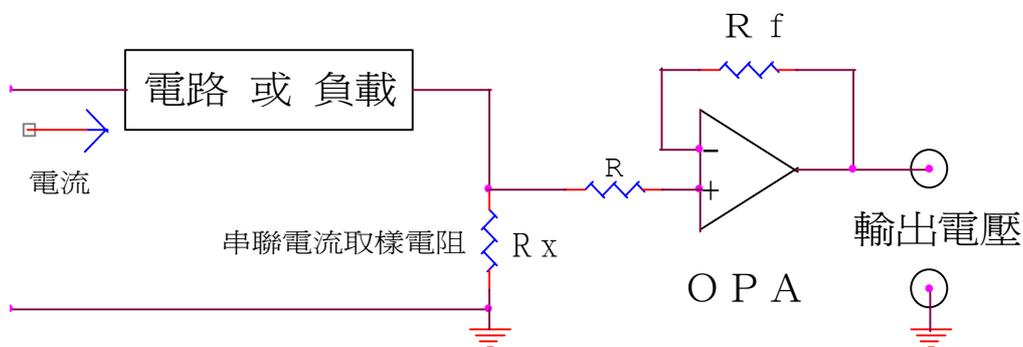
二、繪出阻抗形電流感測電路？(50%)

學習評量一答案

一、



二、



本單元的第二個學習目標是

在不參考任何資料及無人幫助的情況下，你能依照本單元所示，能設計簡易型的阻抗電壓及電流感測電路。

實際量測操作

實際觀察及電路應用操作量測：

(1)精密全波整流電路；(2)電源電路零交越檢測電路及(3)三相欠相檢測電路。

一、精密全波整流電路

感測之交流電壓或交流電流(電流則經由 ACI→ACV 的轉換電路)，必須經由 ACV →DCV 的轉換電路，而一個比較不誤差的整流電路，便是相當重要，下面介紹精密全波整流電路便是很好的精密電路。如圖 2.1 為精密全波整流，適用 ACV → DCV。

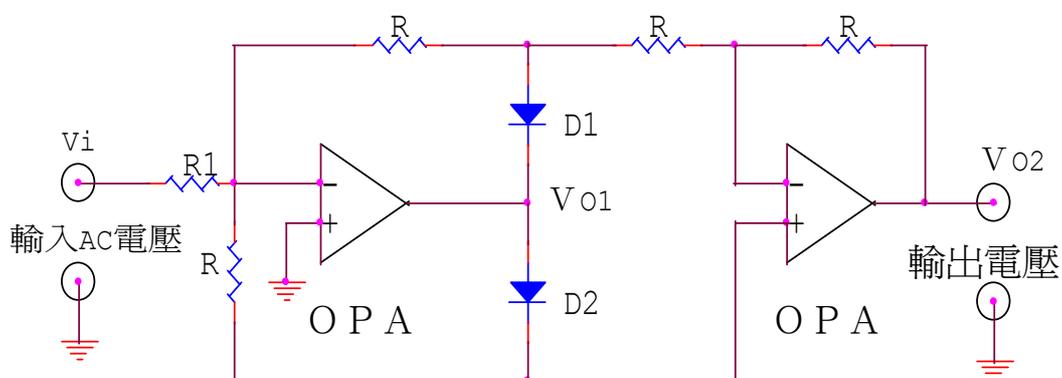


圖 2.1 精密全波整流電路

註：(1) 若 $V_i > 0 \rightarrow D_1$ 導通， D_2 截止

$$V_{O1} = (-R/R_1) V_i$$

$$V_{O2} = (R/R_1) V_i$$

(2) 若 $V_i < 0 \rightarrow D_2$ 導通， D_1 截止

$$\text{得 } (V_i/R_1) + (V_{O1}/R) + (V_{O2}/3R) = 0$$

$$\text{整理得 } V_{O2} = (-R/R_1) V_i$$

公式 2.1

如圖 2.2 為精密全波整流電路波形關係圖

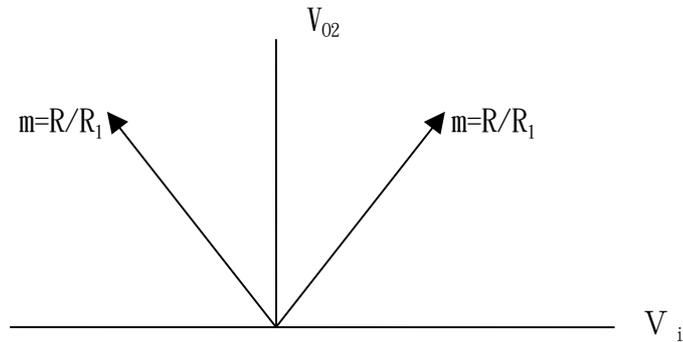


圖 2.2 精密全波整流電路之波形關係圖

二、電源電路零交越檢測電路

由於電力電子控制元件一般是 SCR 或 TRIAC，所以取得正脈波非常重要，下面介紹電源電路零交越檢測電路。如圖 2.3 所示。

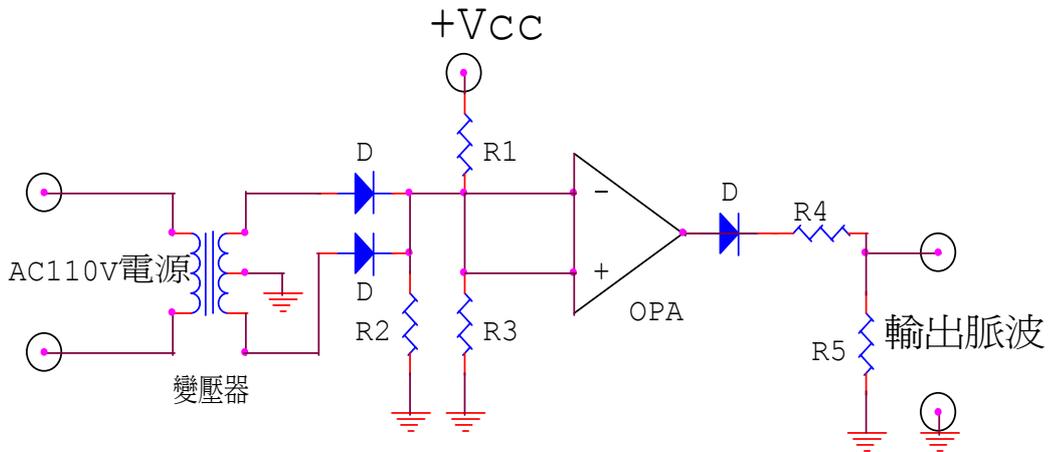


圖 2.3 AC 零交越電壓檢知電路

利用中間抽頭變壓器整流電路或一般的橋式整流，得到全波正脈波，經由運算放大器完成比較器，得一正脈波輸出。電路中中間抽頭變壓器也可以省略，只要能得到全波整流便可，電路中使用中間抽頭變壓器的理由，為了能同時供給運算放大器的雙電流使用所考量。

三、三相欠相檢測電路

利用 C T(比流器)的原理完成如圖 2.4 電路，每相經比流器感一交流電壓，經由半波整流電路轉換成 DCV，利用 LED 當各相檢知器，若三相均無欠相，則輸出經由 NAND 閘就不會動作，所以輸出 LED 亮時，便是有欠相，也可以由各相檢知的暗了的 LED 上，得知是那一相欠相。

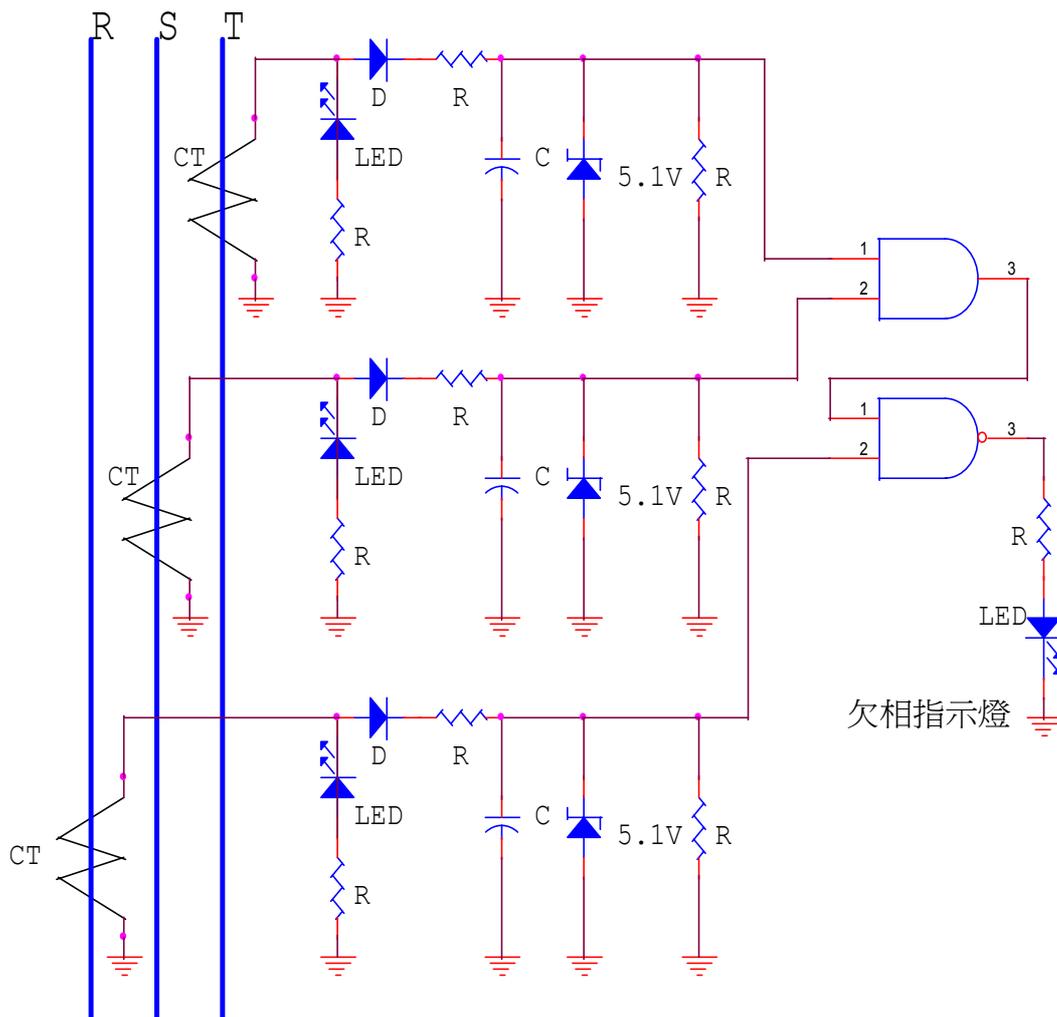


圖 2.4 三相欠相檢測指示燈電路

實際操作：

一、說明

以上三個應用電路，只製作 AC 精密全波整流電路，依電路圖至器材室借取材料於麵包板上測試，輸入由信號產生器加入 m 伏特的正弦波電壓，輸出則由示波器觀測，以了解電路特性及動作原理，進而印證電路的可行性。

二、設備或儀器

雙電源供應器；信號產生器；示波器及個人基本工具

三、電子元件

$R_1=1k\Omega$ ； $R=100k\Omega$ ；OPA= μ A741C；D=1N4148

學習評量二

請不要參閱資料或書籍，繪出或寫出下列問題之正確答案。

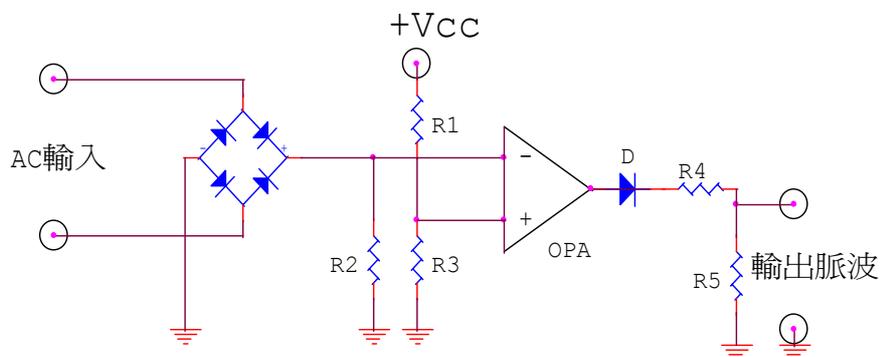
一、設計一電路，利用一般的橋式整流，得到全波正脈波，經由運算放大器完成比較器，得一正脈波輸出？(60%)

二、說明第一題之動作原理？(40%)

筆記欄

學習評量二答案

一、



二、

參考本單元 18 頁

學後評量

請不要參閱資料或書籍下，30 分鐘內繪出或寫出下列問題之正確答案。

一、比較一下各種電壓電流感測器的特點及用途？

我的工作計劃

作業名稱：_____

工作開始日期：_____ 完成日期：_____

工作時間：_____ 小時 教師認可：_____

我完成上列工作時所需用之工具及儀器：

1 _____ 5 _____ 9 _____

2 _____ 6 _____ 10 _____

3 _____ 7 _____ 11 _____

4 _____ 8 _____ 12 _____

我所需要的材料及消耗品

名 稱	說 明	規 格	數 量	估 價

學生自我評量

一、自我評量表：請在下表評分內容，通過者打(✓)

操作項目	評 分 內 容	得 分
1. 模組接線及設定 (每項 10%)	() (1) 線路連接是否正確。 () (2) 控制電壓及儀表設定是否正確。	
2. 實習結果 (每項 30%)	() (1) 實習結果是否正確。 () (2) 對於實習結果的分析是否正確。	
3. 時間 (每項 20%)	80 分鐘內完成才給分	
總 得 分		

A=90 分以上

B=80 分以上

C=70 分以上

D=60 分以上

E=60 分以下

學後評量評分=_____分，屬於____等

二、我的工作計畫得分____分，屬於____等。

你可依照下列各項自我考量，有一項缺失即扣 10 分。

是否細心周詳的填列工具設備

是否細心周詳的計劃作程序

是否重視安全事項並適時提示

是否再作檢討以求更好方法

書寫是否清晰整齊

老師是否做很多改正

三、敬業精神與學習態度得分____分，屬於____等。

你可依照下列各項自我考量，有一項缺失即扣 10 分。

工具排放是否整齊

工作環境是否清潔

操作時是否與他人閒聊

工作態度是否積極而有耐心

是否虛心接受老師指導

是否常主動向老師請教問題

教師評量

一、實作評量項目：請在下表評分內容，通過者打(✓)

操作項目	評 分 內 容	得 分
1. 模組接線及設定 (每項 10%)	() (1) 線路連接是否正確。 () (2) 控制電壓及儀表設定是否正確。	
2. 實習結果 (每項 30%)	() (1) 實習結果是否正確。 () (2) 對於實習結果的分析是否正確。	
3. 時間 (每項 20%)	80 分鐘內完成才給分	
總 得 分		

A=90 分以上

B=80 分以上

C=70 分以上

D=60 分以上

E=60 分以下

學後評量評分=_____分，屬於____等

二、我的工作計畫得分____分，屬於____等。

你可依照下列各項自我考量，有一項缺失即扣 10 分。

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="radio"/> 是否細心周詳的填列工具設備 | <input type="radio"/> 是否細心周詳的計劃作程序 |
| <input type="radio"/> 是否重視安全事項並適時提示 | <input type="radio"/> 是否再作檢討以求更好方法 |
| <input type="radio"/> 書寫是否清晰整齊 | <input type="radio"/> 老師是否做很多改正 |

三、敬業精神與學習態度得分____分，屬於____等。

你可依照下列各項自我考量，有一項缺失即扣 10 分。

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| <input type="radio"/> 工具排放是否整齊 | <input type="radio"/> 工作環境是否清潔 |
| <input type="radio"/> 操作時是否與他人閒聊 | <input type="radio"/> 工作態度是否積極而有耐心 |
| <input type="radio"/> 是否虛心接受老師指導 | <input type="radio"/> 是否常主動向老師請教問 |