

第 2 章 技能檢定基本技能

電力電子乙級技能檢定之工作範圍為電力電子及自動化控制單元裝置之組裝、測試、調整及維修。

基本的應試技巧分述如下：

1. 應自行攜帶工具表內工具。
2. 檢查電路板所需零件並檢查是否正常。
3. 使用 4 枝銅柱將 PC 板的四角固定，豎立於元件面上，以利銲接作業。
4. 將電阻引線彎好備用。
5. 注意電阻器的大小：電路中數量最多的元件為色碼電阻，目視時有些顏色易造成混淆，應以三用電表輔助測量，避免錯誤。
6. 注意元件的極性：如二極體和電解電容器。
7. 注意元件型號的標示：例如電晶體型號，切勿錯置。
8. 固定零件：零件由元件面插入後，應以一手從銅箔面將元件引線外彎，並緊貼板面壓緊固定，以免翻面時元件脫出。
9. 將元件依高低層次順序安插至正確位置：參考電路板元件佈置圖，每安插完一層就銲接一次。
10. 避免銲接錯誤：在每類元件完成插件翻面銲接前，應再用尖嘴鉗將元件緊貼板面固定，並在剪除餘線後銲接或先銲再剪，以免佈線銲接時因元件脫落造成空銲。
11. 剪除餘線時應留意勿使餘線超出銲點，以免與其它接點誤連，造成短路。
12. IC 腳座、測試端子和精密可調變電阻器等元件引線無需剪除。
13. 銲接完成後應審視電路板銅箔面，看是否有異常包銲或短路。
14. 將 IC 插入腳座：注意 IC 缺口。

本章將介紹準備技能檢定必須具備之基本技能和相關知識，包括電阻、可調電阻器、電容、二極體、橋式整流器、電晶體等各項電子元件規格與量測、銲接技巧和儀

器使用，考生應於平時勤加練習這些基本技術，技巧越純熟，對通過電力電子乙級技術士技能檢定的助益越大。

2-1 電子元件規格與量測

技能檢定的首要工作需辨識各種電子元件，包含數值大小的計算、接腳的判斷、良劣的量測，皆與製作電路板的成敗有著密切關聯，以下將介紹電力電子乙級技術士技能檢定所用零件之規格與量測。

2-1-1 電阻(resistor)

數值固定的電阻體積小，若要直接在電阻本體上標示電阻值並不容易，美國電子工業協會(Electronic Industry Association，簡稱 EIA)訂定以不同顏色來表示電阻的數值，即現今通用的色碼電阻。色碼電阻識別的標準是使用黑、棕、紅.....等各種顏色，代表十進制中的 0~9，再配合金、銀兩種顏色，代表誤差及倍數。

1. 一般色碼電阻

為四碼電阻，在電阻本體上有四環顏色，如圖 2-1 所示，第一環和第二環之顏色代表數字，第三環之顏色代表 10 的倍數，第四環之顏色代表誤差，詳細資訊請參考表 2-1。以圖 2-1 為例說明，觀察色碼電阻之顏色為橙、黑、紅、金，其數值計算為 $30 \times 10^2 \pm 5\% = 3000 \pm 5\% = 3K\Omega \pm 5\%$ ，即 $3K \pm 150\Omega$ 。



圖 2-1 一般色碼電阻

表 2-1 一般色碼電阻各環顏色代表之數值

顏色	第一/二環	倍數	誤差
黑	0	$10^0 = 1$	
棕	1	$10^1 = 10$	F($\pm 1\%$)
紅	2	$10^2 = 100$	G($\pm 2\%$)
橙	3	$10^3 = 1000$	
黃	4	$10^4 = 10000$	
綠	5	$10^5 = 100000$	D($\pm 0.5\%$)
藍	6	$10^6 = 1000000$	C($\pm 0.25\%$)
紫	7	$10^7 = 10000000$	B($\pm 0.10\%$)
灰	8	$10^8 = 100000000$	
白	9	$10^9 = 1000000000$	
金		10^{-1}	J($\pm 5\%$)
銀		10^{-2}	K($\pm 10\%$)

色碼電阻的尺寸和額定功率(瓦特數)成正比關係，即瓦特數愈高者體積愈大，反之亦然。不同額定功率之色碼電阻如圖 2-2 所示，最上方電阻的額定功率為 1/4W，中間電阻的額定功率為 1/2W，最下方電阻的額定功率為 1W，尺寸的差異相當明顯。市售色碼電阻有 1/8W、1/4W、1/2W 之碳膜電阻，1W、2W、3W、5W 之金屬氧化膜電阻等各種規格。

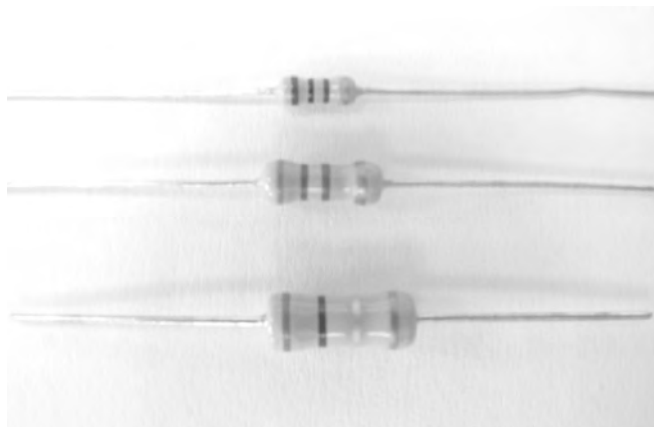


圖 2-2 不同功率額定之色碼電阻

2. 精密色碼電阻

若在精確度要求較高之電路中使用色碼電阻，則適合使用精密色碼電阻。精密色碼電阻為五碼電阻，在電阻本體上有五環顏色，如圖 2-3 所示，第一環、第二環和第三環之顏色代表數字，第四環之顏色代表 10 的倍數，第五環之顏色代表誤差，誤差通常為 $\pm 1\%$ ，顏色代表的意義和表 2-1 所列者相同。以黃、紫、綠、紅、棕的精密色碼電阻為例說明，其數值計算為 $475 \times 10^2 \pm 1\% = 47.5 \text{ K}\Omega \pm 1\%$ ，即 $47.5\text{K} \pm 475\Omega$ 。



圖 2-3 精密色碼電阻

3. 片式電阻器

若需使用功率較高之固定電阻，則片式電阻較為合適，外觀如圖 2-4 所示，此類電阻器會直接在電阻本體上標示功率、電阻值和誤差，使用 R 代表單位為 Ω 之電阻小數點，例如： $1\text{R}0=1.0\Omega$ 、 $\text{R}20=0.20\Omega$ 、 $5\text{R}1=5.1\Omega$ ，圖 2-4 中片式電阻標示“ $2\text{WR}015\text{J}$ ”，即代表本電阻之額定功率為 2W、電阻值為 $0.015\Omega=15\text{m}\Omega$ 、J 代表誤差為 $\pm 5\%$ 。

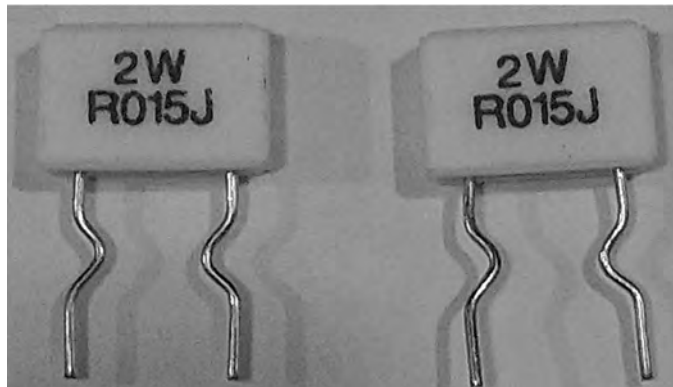


圖 2-4 片式電阻器

4. 功率電阻器

電力電子檢定使用功率較高之固定電阻當作負載，外觀如圖 2-5 所示，上下以鋁板隔離，附並聯開關和端子，各試題使用之功率電阻器如表 2-2 所示。



圖 2-5 功率電阻

表 2-2 試題使用之功率電阻

試題	負載	數量
返馳式轉換器	12Ω/50W	2
功率因數修正器	1600Ω/150W	2
	800Ω/150W	1
升壓及降壓轉換器	12Ω/50W	2

2-1-2 可調電阻器(variable resistor)

可調電阻器之大小可調整，為三腳元件，兩端接腳之電阻為固定，中間腳為調整電阻大小之輸出，一般分為下列三種：

1. 可變電阻器

使用於電阻值需要常常改變的電路，像音量控制、搖桿、類比指針式三用電表的最大值調整等，外觀如圖 2-6 所示，此類可變電阻器會直接標示電阻值，例如在底部標示“VR 100K”即代表數值為 100KΩ，調整範圍在 0~100KΩ 之間。

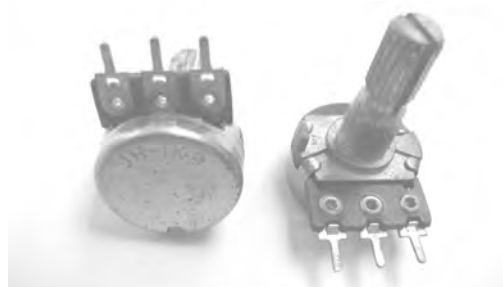


圖 2-6 可變電阻器

2. 精密可調電阻器

大部份使用於微調場合或不需時常調整之處，設定後除非有偏差產生才需要調整的電路，像類比指針式三用電表的歸零值調整。外觀如圖 2-7 所示，精密可調電阻之調整鈕位於上方或側面，需使用工具(一字起子)調整電阻值。此類電阻器會間接標示電阻值，使用者需自行轉換數值，例如其標示為“105”即代表數值為 $10 \times 10^5 = 1M\Omega$ ，調整範圍在 0~1MΩ 之間。

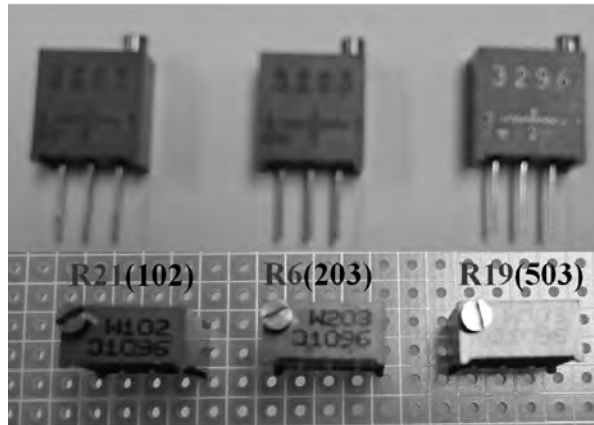


圖 2-7 精密可調電阻器

3. 線繞磁管可調電阻器

此為功率較高之可變電阻器，如圖 2-8 所示，市面上之產品有 20W、30W、50W、100W~600W、800W~1KW、2KW 等各種規格可供選擇。此類電阻器會直接標示電阻值，例如 20Ω/200W，利用旋轉軸可將電阻值調至 0~20Ω 以符合需求。



圖 2-8 線繞磁管可調電阻器

2-1-3 電容(capacitor)

電容器的結構是由兩個金屬板，中間夾雜著絕緣物組合而成的元件，以下將介紹電容器之標示、種類和量測。

電容的標示包含電容容量、電容耐壓、電容極性、容量誤差和電容耐溫，分述如下。

1. 電容容量

標示著電容的容量大小。如果誤用不同數值的電容，雖未必會發生事故，但已偏離原先電路設計的本意，無法達到預期的效果。

1. 以 μF 為單位：電容容量 $1\mu\text{F}$ 以上者，直接以數值標示容量，例如 $1000\mu\text{F}$ 、 $470\mu\text{F}$ 、 $10\mu\text{F}$ 等。
2. 以 pF 為單位：第一位數與第二位數代表電容數值，第三個數字代表 10 的次方，亦即數值後面 0 的個數。例如電容容量標示為 104 者，代表電容量為
$$10 \times 10^4 \text{ pF} = 10^5 \text{ pF} = 10^5 \times 10^{-12} \text{ F} = 10^{-7} \text{ F} = 10^{-1} \times 10^{-6} \text{ F} = 0.1\mu\text{F}$$

2. 電容耐壓

表示電容所能承受的峰值電壓，使用者需視電路的狀態選用足夠耐壓的電容，才不會因為電容耐壓能力不夠，造成電容被擊穿而報銷，或電容爆裂而機毀人傷，務必謹慎行事。電容耐壓以伏特(V)表示，直接標示在電容外殼或印在套膜上，選擇電容時應注意電路之電壓峰值並預留安全容量，即採用耐壓高於電路電壓峰值之電容器。

3. 電容極性

常用的電容器中，金屬薄膜電容和陶瓷電容沒有極性的分別，電解質電容和鉭質電容具有極性，使用時須注意極性，極性接反則會發生意外事故。電容極性一般印刷在電容外殼或套膜上，或以長腳代表正極、短腳代表負極。

4. 容量誤差

代表電容量的誤差大小，誤差值越低代表電容容量與標示值越相近，精確度越高。電容誤差以字母標示，如表 2-3 所示。

表 2-3 電容的容量誤差

	$\leq 10\text{pF}$	$\geq 10\text{pF}$		$\leq 10\text{pF}$	$\geq 10\text{pF}$
B	$\pm 0.1\text{pF}$		K		$\pm 10\%$
C	$\pm 2.25\text{pF}$		M		$\pm 20\%$
D	$\pm 0.5\text{pF}$		P		$-0\sim+100\%$
E		$\pm 25\%$	S		$-20\sim+50\%$
F	$\pm 1\text{pF}$	$\pm 1\%$	W		$-0\sim+200\%$
G		$\pm 2\%$	X		$-20\sim+40\%$
H		$\pm 2.5\%$	Z		$-20\sim+80\%$
J		$\pm 5\%$			

5. 電容耐溫

表示電容能承受的工作溫度極限，超過此一限制，可能造成電解液乾涸或減短壽命之現象。

依照介質的不同，可分為電解質電容、紙質電容、薄膜電容、陶瓷電容、雲母電容和空氣電容等，以下將介紹電力電子乙級技術士技能檢定中使用的電容器。

1. 電解質電容

具有極性，長腳為正、短腳為負，使用時須特別注意極性。大多被使用在需要電容量很大的場合，例如主電源部份的濾波電容，除了濾波之外，並兼具儲存電能之功效。當內含電解質乾涸或變質時，電解質電容即無法繼續使用，使用壽命短為其主要缺點。電容量大小與耐壓會直接標示在電容本體上，如圖 2-9 中顯示之電解質電容，由左而右顯示出它們的電容量與耐壓分別為 $1000\mu\text{F}/50\text{V}$ 、 $470\mu\text{F}/25\text{V}$ 、 $47\mu\text{F}/50\text{V}$ 、 $22\mu\text{F}/25\text{V}$ 和 $10\mu\text{F}/50\text{V}$ ，外殼並標示負極的位置。

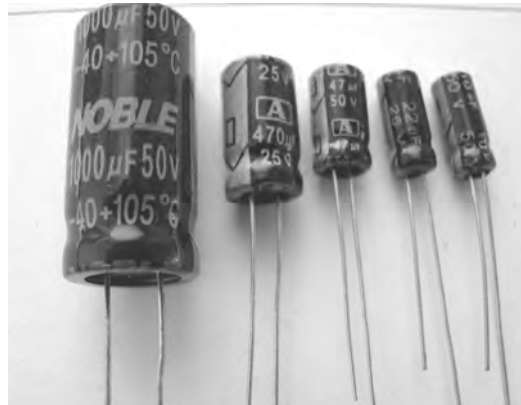


圖 2-9 電解質電容

2. 陶瓷電容

此種電容沒有極性，係以陶瓷當電介質，在圓形陶瓷片兩面電鍍一層金屬薄膜而成，優點是壽命極長，如圖 2-10 所示，為無極性的電容器，採用間接標示其容量，例如：電容量標示為“473”，其數值計算如下：

$$47 \times 10^3 \text{ pF} = 47 \times 10^3 \times 10^{-12} \text{ F} = 47 \times 10^{-9} \text{ F} = 47 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \text{ F} = 0.047 \mu\text{F}$$

數字後面若出現字母則代表誤差大小，較常出現的為 J 代表誤差為±5%，K 代表誤差為±10%，M 代表誤差為±20%。若電容量標示為“104J”，換算其數值為 0.1μF，誤差為±5%；若電容量標示為“104”和“501”，即分別代表 0.1μF 和 500pF。

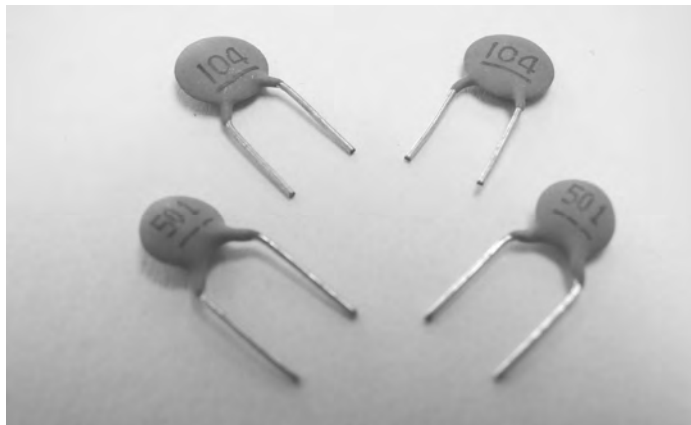


圖 2-10 陶瓷電容

積層陶瓷電容器(Multi-layer Ceramic Capacitor, MLCC)是陶瓷電容器的一種，陶瓷電容分成單層陶瓷電容與積層陶瓷電容(MLCC)，MLCC 因為物理特性為耐高電壓和高熱、運作溫度範圍廣，且能夠晶片化使體積小，且電容量大、頻率特性佳、高頻使用時損失率低、適合大量生產、價格低廉及穩定性高等優點，缺點為電容

值較小。電力電子乙級技能檢定術科試題中使用大量積層電容器，外觀如圖 2-11 所示，兩隻腳一樣長，為無極性的電容器，採用間接標示其容量，換算方式和陶瓷電容相同，例如：電容量標示為“473”，其數值計算如下：

$$47 \times 10^3 \text{ pF} = 47 \times 10^3 \times 10^{-12} \text{ F} = 47 \times 10^{-9} \text{ F} = 47 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \text{ F} = 0.047 \text{ } \mu\text{F}$$

若電容量標示為“221”，換算其數值為 220pF，應檢人須熟悉此類電容之容量轉換。

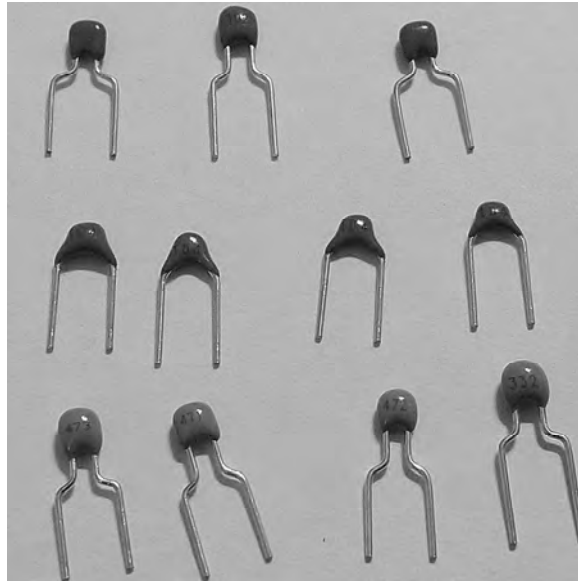


圖 2-11 積層電容

3. 表面貼裝陶瓷電容器

表面貼裝陶瓷電容器為表面黏著元件(surface mount device，簡稱 SMD)其中一種，係利用表面黏著技術(surface mount technology，簡稱 SMT)製作之電子裝置，外觀如圖 2-12 所示，體積很小，需特別注意電容量，目視容易出錯，建議使用 R-L-C 測試器量測，以確定數值，量測如圖 2-13 所示。銲接時必須注意銲接品質，依據銲接規則(四)和(五)銲接表面黏著元件(SMD)時，使用的電烙鐵最大功率不可超過 30W，銲接溫度控制在 300°C 以內，銲接時間應少於 3 秒，銲錫量應與元件呈現良好浸潤狀態，銲錫最大高度可以高過元件，但不能超出金屬端延伸到元件體上。建議銲接時先在電路板之銲點上錫，以電烙鐵使銲錫融化，再把表面貼裝陶瓷電容器放上去，電烙鐵在銲接過程中只接觸銲點而不接觸電容，最後再以類似方法（加熱銲點上的鍍錫而不是直接加熱電容）銲接表面貼裝陶瓷電容器另一端。

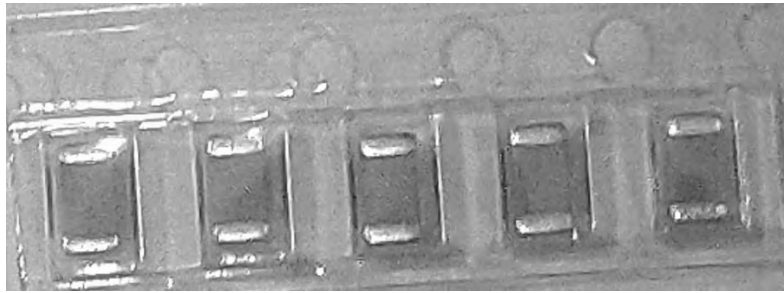


圖 2-12 表面貼裝陶瓷電容器



圖 2-13 表面貼裝陶瓷電容器量測

測量電容時需考慮下列兩個因素，即(1)電容正常與否、(2)電解質電容器的極性判斷，確定所使用之電容無短路或開路現象並了解極性後，方能置入電路板中。

首先針對有極性之電解質電容進行量測。

1. 好壞的判斷

1. 將指針式三用電表撥於歐姆檔之 $R \times 1K$ 檔，黑棒接電容器的“+”端，紅棒接“-”端。
 - (1) 若指針迅速向右側低電阻區偏轉，然後慢慢的回到左側高電阻區(即 ∞ 處)，表示電容正常。
 - (2) 若指針偏轉後，一直停在 0Ω 處，表示此電容器已短路，無法使用。
 - (3) 若指針偏轉至低電阻區後無法回到 ∞ 處，表示該電容器有漏電的現象，一般電容器的電阻值若低於 $100K\Omega$ 即屬不良品。
2. 將三用電表紅、黑測棒對調，重複測量一次，對於容量較大的電容，指針偏轉角度約為第一次測量時的兩倍。

3. 測 $1\mu\text{F}$ 以下的電容時，應將三用電表改撥在 $\text{Rx}10\text{K}$ 檔，若使用 $\text{Rx}1\text{K}$ 檔測量小容量電容時，由於充電時間常數(time constant) $\tau = \text{RC}$ 過小，不易觀察指針偏轉的角度，撥至 $\text{Rx}10\text{K}$ 檔較適合觀測。
4. 若指針完全不動，表示電容器沒有電容量，但測量 $0.01\mu\text{F}$ 以下的電容，除非使用高靈敏度電表，否則不易看出指針的偏轉。

進行上述量測時，須注意下列兩點：

- (1) 測量已在電路使用過的電容器之前，必須先將電容放電再測之，用手指抓住電容兩端片刻即可，以免造成錯誤的量測。
- (2) 測量時，請勿使用 $\text{Rx}10\text{K}$ 檔測量後，再以同極性的 $\text{Rx}1\text{K}$ 檔進行量測，否則將造成指針的反方向偏轉。

2. 極性辨別

若無法由外觀判斷極性時方進行下列測量。

1. 指針式三用電表應撥於歐姆檔之 $\text{Rx}1\text{K}$ 檔。
2. 電容加上順向電壓時，指針偏轉至 0Ω 後會回到 ∞ 處；電容加上逆向電壓時，因漏電的關係，指針指示的電阻值較低。
3. 兩次的測量中，取電阻值較大的那次測量，接到黑棒(電池的正端)的端點為“+”極。
4. 容量較大的電容器，因充電時間常數太大，不易測量。

進行上述量測時，須注意下列事項：測量耐壓較低的鉭質電容時，因其額定工作電壓較低，不要用 $\text{Rx}1$ 檔測之，避免電容部份介質因逆向電壓而遭受破壞。

接著針對無極性電容(麥拉電容和陶瓷電容)進行量測。

1. 對電容器作導通測試，測量電容器是否漏電或短路；至於斷路與否，一般無法測試。
2. 若有高電阻檔($\text{Rx}10\text{K}\Omega$)的三用電表時則可以測量容量大於 $0.01\mu\text{F}$ 以上的電容器，三用電表指針稍微偏轉後即退回 ∞ 處，即表示電容器有充放電作用。
3. 指針偏轉後不退回原位，表示電容器有漏電現象，應更換之。

第 4 章 功率因數修正器

本章將針對試題 11600-105202 功率因數修正器進行解析，包含試題說明、動作要求、電路原理和實體製作，使應檢人熟悉理論分析和實務操作。

4-1 試題說明

1. 本試題目的為評量考生對功率因數修正器(power factor corrector)的技術能力，測試考生於電路製作與功能檢測驗證能力。
2. 依照試題要求之線圈匝數與電感值繞製電路所需之電感器，並量測該電感器之參數特性。
3. 依電路圖、元件佈置圖(元件面)與佈線圖(銅箔面)按圖並依電路銲接規則進行電路銲接工作。
4. 完成電路板與元件銲接後，考生須依試題要求項目，完成電路測試點波形量測與性能數據記錄。
5. 監評人員於評審時將針對考生完成數據紀錄(表 4-6，表 4-33)，抽查三個以上之數據，請考生現場進行量測，以查核紀錄數據是否相符。
6. 本題之電壓與電流波形量測共有 A、B、C 三個測試條件，監評人員現場指定一個測試條件，考生須在該測試條件下實際量測波形，並進行描繪紀錄。

4-2 動作要求

1. 先將自耦變壓器電壓調整為 0V，並連接自耦變壓器於電路輸入端，再連接直流電源供應器至電路輔助電源 VCC 端子，調整直流電源供應器輸出電壓為 18V，提供電力給控制 IC。
2. 先連接一個 1600Ω/150W 功率電阻於電路輸出端，並將示波器連接於輸出端，再將自耦變壓器插入電源插座，調整電壓自耦變壓器後，注意電路板紅色 LED 亮起(請注意避免感電)，將自耦變壓器之輸出電壓逐漸調至 110V，觀察輸出電壓，此時之輸出功率為 25W。

3. 當電路正常工作時，維持示波器的測量，再於電路輸出端並接一個 $1600\Omega/150W$ 功率電阻，得到等效 $800\Omega/150W$ 之輸出端功率電阻，並以示波器觀察輸出電壓，此時之輸出功率為 $50W$ 。
4. 電路正常工作時，再於輸出端並接一個 $800\Omega/150W$ 功率電阻，得到等效 $400\Omega/150W$ 之輸出端功率電阻，並以示波器觀察輸出電壓，此時之輸出功率為 $100W$ 。
5. 調整輸出端功率電阻時，電路輸出端平均電壓皆應為 $200V(\pm 5\%)$ 。亦即當輸出功率 $25W$ 、 $50W$ 或者 $100W$ 時，輸出電壓皆能保持於 $200V(\pm 5\%)$ 。
6. 調整示波器設定，使輸出電壓波形占螢幕 2 格以上垂直刻度，以便量測電路輸出電壓漣波，其電壓漣波峰對峰值應小於 $6V$ (不含開關切換所產生之尖波)，顯示波形須呈現 2~3 個週期。
7. 將示波器連接於輸入端，觀察輸入電壓以及輸入電流等波形。

4-3 電路原理

一般傳統電子設備之電源，利用全橋式二極體整流電路，將市電之交流電壓轉換成直流電壓，為了降低直流輸出電壓的漣波成分，經由並聯大容量之電容，得到一趨近於交流電壓峰值的直流電壓，以提供後級較穩定的直流電壓。

雖然具有架構簡單、堅固、成本低、不必控制等優點，不過全橋式整流電路之二極體僅於交流電源電壓高於輸出電容電壓時才會導通，導通的時間相當短。在交流輸入電流的部分，將形成一脈衝電流，失真程度相當大且含有大量諧波成分及雜訊干擾，使得線路傳輸損失增加，造成功率因數降低(約 $0.5\sim 0.7$ 之間)，電磁干擾的問題，為了改善上述傳統全橋式二極體整流濾波方式之缺點，逐漸發展出各種功因修正電路(Power Factor Correction，簡稱 PFC)。

功因修正器的主要作用是讓電壓與電流的相位相同且使負載近似於電阻性，一般可分為被動式(Passive)功因修正電路與主動式(Active)功因修正電路。被動式功因修正電路優點如下：

1. 電路構造簡單。
2. 成本低。
3. 電磁干擾(Electromagnetic Interference，簡稱 EMI)較低。

被動式功因修正電路缺點如下：

1. 體積大。
2. 重量重。
3. 只能濾除低次諧波。
4. 功率因數校正僅達 0.75~0.8，修正效果不佳。
5. 不符合目前重量輕、體積小的發展方向。

主動功率因數修正或有源功率因數修正(active PFC)是指可調整負載的輸入電流，改善功率因數的電力電子系統，其主要目的是使輸入電流接近純電阻式負載的電流，使其視在功率等於有效功率。理想狀態下其電壓和電流相位相同，而其產生或消耗的無效功率為 0，使電源端以最有效率的方式傳遞能量給負載。

主動式功因修正電路是利用適當的迴授補償來控制主動式開關的切換狀態，進行儲能元件能量的儲存與釋放，使得輸入電流追隨命令電流，以得到一個接近正弦波且與輸入電源同相位的輸入電流，來達成功率因數修正之目的。市售的主動式功因修正器架構上大多為升壓式的電路架構，其優點如下：

1. 體積小。
2. 重量輕。
3. 功因改善可達到 0.9。

功率因數 pf (power factor)定義如下：

$$0 \leq pf = \cos \theta \leq 1$$

$$S = P + jQ = \sqrt{P^2 + Q^2} \angle \tan^{-1}\left(\frac{Q}{P}\right) = |S| \angle \theta$$

其中：

S：複數功率(VA)

P：實功率(有效功率)(W)

Q：虛功率(無效功率)(Var)

|S|：視在功率(VA)

θ ：功率因數角(功因角)(°)

本試題即為升壓式主動功因修正器，將 110V 之交流輸入電壓經由整流器轉換成直流電壓 155.56V，再升高為 200V 後送給負載(功率電阻)輸出，同時將功率因數改善至 0.9 以上，電路如圖 4-1 所示，供給材料表如表 4-1 所示。

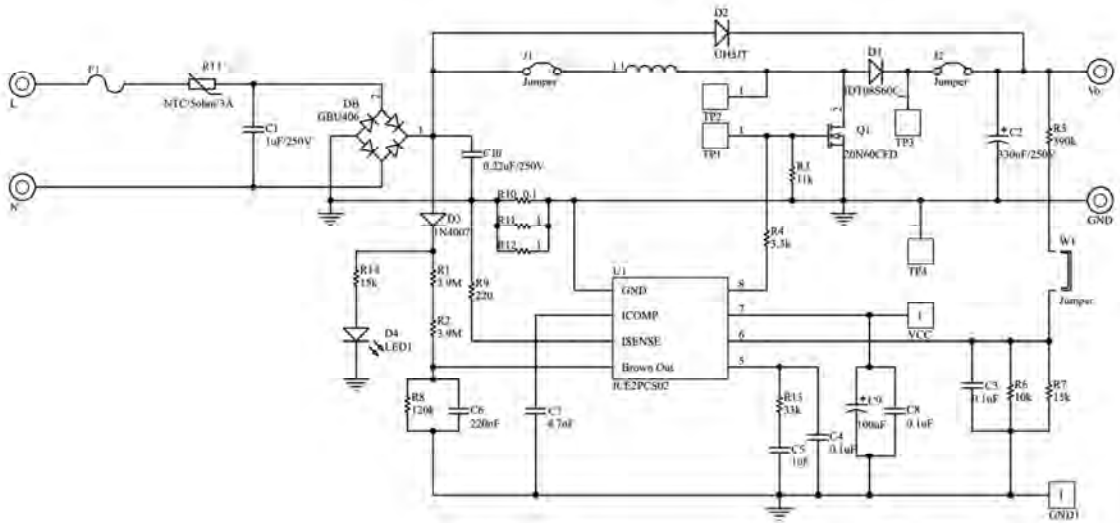


圖 4-1 功率因數修正器：電路圖

表 4-1 功率因數修正器：供給材料表

項次	代碼	名稱	規格	單位	數量	備註
1	R1、R2	電阻器	3.9MΩ ±5%、1/4W	只	2	
2	R3	電阻器	11kΩ ±5%、1/4W	只	1	
3	R4	電阻器	3.3Ω ±5%、1/4W	只	1	
4	R5	電阻器	390kΩ ±1%、1/4W	只	1	
5	R6	電阻器	10kΩ ±1%、1/4W	只	1	
6	R7、R14	電阻器	15kΩ ±1%、1/4W	只	2	
7	R8	電阻器	120kΩ ±5%、1/4W	只	1	
8	R9	電阻器	220Ω ±5%、1/4W	只	1	
9	R10	電阻器	0.1Ω ±5%、2W	只	1	
10	R11、R12	電阻器	1Ω ±5%、2W	只	2	
11	R13	電阻器	33kΩ ±5%、1/4W	只	1	
12	RT1	湧浪電流保護器	NTC/5Ω/3A	只	1	
13	C1	多層陶瓷電容器	1μF/275VAC	只	1	

項次	代碼	名稱	規格	單位	數量	備註
14	C2	電解電容器	330 μ F/250V	只	1	
15	C3、C4、C8	陶瓷電容器	0.1 μ F/50V	只	3	
16	C5	積層電容器	1 μ F /50V	只	1	
17	C6	陶瓷電容器	220nF/50V	只	1	
18	C7	陶瓷電容器	4.7nF/50V	只	1	
19	C9	電解電容器	100 μ F/50V	只	1	
20	C10	方形電容器	0.22 μ F/250V	只	1	
21	電感鐵芯		CS400125	只	1	
22		漆包線	2UEW-B、0.5mm	公尺	10	
23	Q1	電晶體	NMOS 20N60CFD 650V/20.7A	只	1	
24	D1	蕭特基二極體	IDT08S60C	只	1	
25	D2	快速二極體	UH5JT	只	1	
26	D3	二極體	1N4007	只	1	
27	D4	發光二極體	LED、 ϕ 3mm、RED	只	1	
28	U1	控制 IC	ICE2PCS02	只	1	※ 銲接於下層板
29	L、N、GND、 V _{cc} 、GND1、 V _o 、V _g 、V _d 、V _s 、 V _s [*] 、V _a 、V _k	測試端子	ϕ 0.8mm x 10mm	只	12	
30		六角銅柱	ϕ 5.6mm x 15mm	只	4	
31		六角螺帽	M3 x 0.5	只	4	固定銅柱用
32	PCB	印刷電路板	100mm x 200mm	片	1	
33	DB	橋式整流二極體	GBU406	只	1	
34	F1	保險絲	保險絲底座 20mm， 保險絲：250V/6A	只	1	
35	J1、J2	電流測試端子	2pins、2.54mm、排針	只	2	

項次	代碼	名稱	規格	單位	數量	備註
36		連接線	1p、2.54mm、雙頭杜邦連接器、長度為20cm、導體截面積1mm ² 以上	條	2	
37		短路夾	2pins、2.54mm	只	2	
38		銲錫		公尺	1	

(※J1、J2 為量測電流之跳線，需要留足夠寬度讓測試棒勾著)

本試題電路方塊圖如圖 4-2 所示，包含(1)輸入電路(交流電)、(2)全波整流電路、(3)功因修正電路(升壓式)、和(4)負載(功率電阻)等四部份，以下將分述各電路之動作原理。

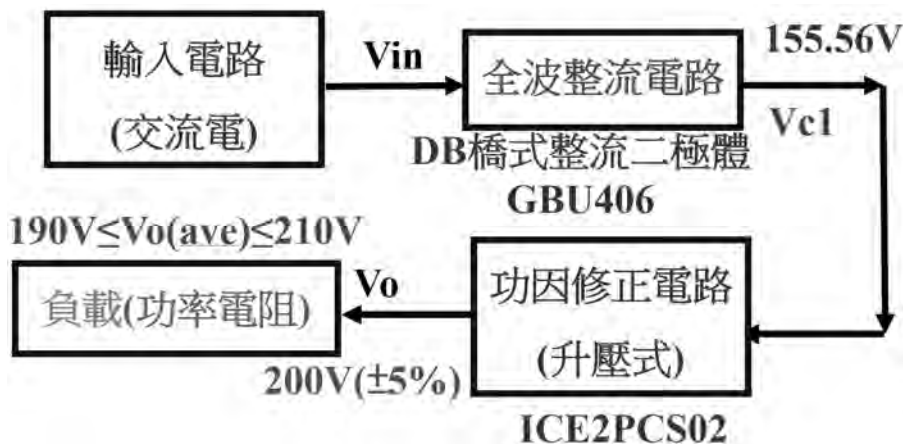


圖 4-2 功率因數修正器：電路方塊圖

4-3-1 輸入電路

輸入電路由交流電源 V_s 、保險絲 $F1$ 、湧浪電流保護器 $RT1$ 和電容器 $C1$ 組成，電路如圖 4-3 所示。 V_s 由自耦變壓器輸出提供交流電源 110V(rms)，利用保險絲 $F1$ 提供穩態之過電流保護；系統初始供電狀態時，由於電壓快速上升，會產生很高的湧浪電流，利用湧浪電流保護器保護設備，以防其因瞬間湧浪電流過大造成損害；電容器 $C1$ 則提供穩壓效果。

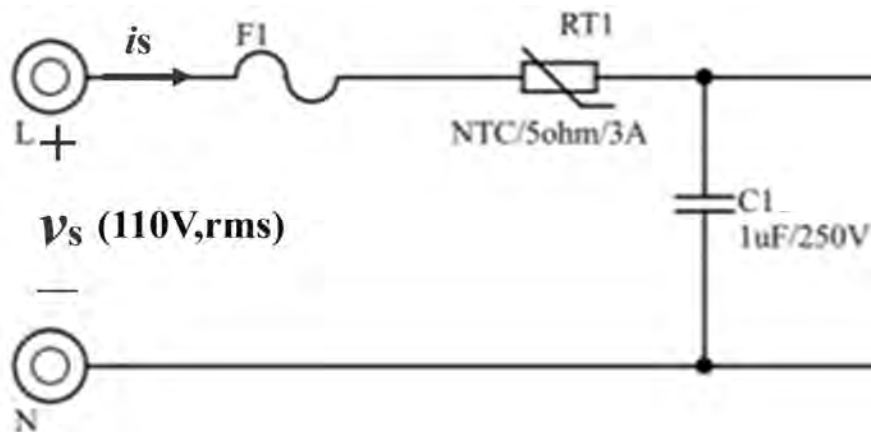


圖 4-3 輸入電路

4-3-2 全波整流電路

全波整流電路由橋式整流二極 DB、電容器 C10、二極體 D3、電阻器 R14 和發光二極體 D4 組成，電路如圖 4-4 所示。整流電路目標為產生平均值固定之直流電壓，本試題係利用橋式整流二極 DB 將交流電源 110V(rms)整流為脈動直流電壓，此直流電壓透過二極體 D3 使發光二極體 D4 亮，電阻器 R14 為 D4 之限流電阻，最後由電容器 C10 提供穩壓濾波功能，將直流電壓輸出，其輸出之直流電壓平均值計算如下：

$$V_C = 110\sqrt{2} = 155.56V$$

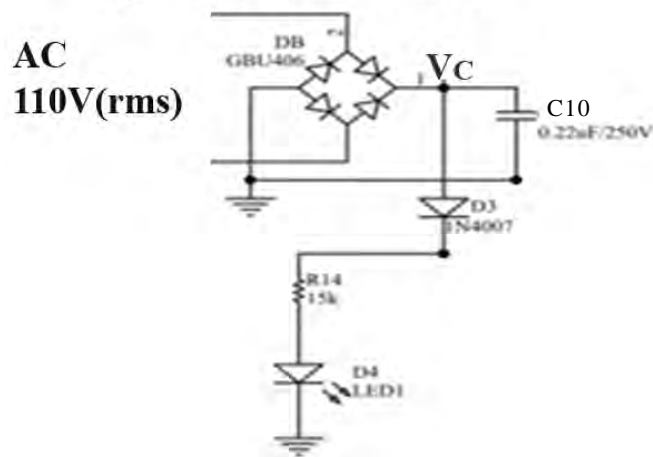


圖 4-4 全波整流電路