

## 後記

### 便利生活的極致：自走盆栽

想像以下畫面，你培植的盆栽居然在家裡閒晃，一下開窗、一下給自己澆水？內湖高工同學結合多種科技，開發了想像力十足的「自走盆栽」。

小盆栽坐在一台禮品桶改裝的四輪小車子上面，指揮小車子跑來跑去，難不成是植物放電，釋出心電感應？非也。靠著環境偵測器，包括壓在土裡的自製濕度電阻板、光敏電阻板、TGS8000空氣感應器、AD590溫度感應器，陽光空氣水等環境因素化成電流大小，透過極密特反相器的邏輯閘，遙控IC晶片，使資訊傳輸到伺服器，再接至紅外線偵測及定位系統，啟動馬達帶動輪子，使得自走車在土壤太乾時跑到澆花處、光不夠奔向光源、空氣污濁開電扇，電力耗盡自行充電。植物一如寵物，高興時甚至說話，像「哈！有新鮮空氣真好」、「請享受美妙的音樂」、「OK！我已經充電好了」。

#### 自走盆栽全面啟動

當初為「減輕盆栽主人的負擔」、「增加蒔花弄草的樂趣」，內湖高工的盧士凱、顧達昀、謝坪筠、郭威賢四位同學想出這個點子；羅文煜老師則是幕後推手，也是放音設備中假裝植物說話、變聲器變音的播音男聲。盧士凱同學說：「我們老師人超好！」如果電路設計出錯，研究小組卻又再三揪不出錯誤，羅老師這時候總是擔任救火員研究到底；一次同學把一台三用電表不小心炸掉還冒火花，心裡緊張得七上八下，怕平日溫和的老師真得動怒，結果羅老師只沈穩地說：「老師這邊還有一台拿去用。」同學至今忘不了當時場景。

研究小組的強項在於程式和電路板設計，利用學校的電路板設計軟體把電路板實體圖規劃出來，不斷偵錯不斷修改，設計出5種相互交錯的複雜電路系統。所有電路板圖設計好打印出後，需照圖手工焊，焊接不只是科學，還是門藝術，郭威賢同學雙手特別靈巧，拉線排線都漂亮，最不會歪歪扭扭造成短路，每每被要求焊主控板，其他同學巧詐地套《蜘蛛人》說：「力越大，責任越大。」

#### 風吹日曬 成長茁壯

過程中充滿艱辛，研究小組說，最辛苦的莫過於在教室走廊上長期研究濕度、溫度、照度等感測參數，接受不同天候狀況的淬煉，才能決定適合植物生長的參數，實用層面上還面臨另一個考驗，每種植物對環境需求不同，不同植物需更改環境參數；紅外線偵測也是一大挑戰，路線定位後還有角度偏斜的問題，需規劃新程式才能精密微調。同學們不怕挑戰，只希望好點子能不斷成長茁壯，未來如能把概念延伸至輪椅、醫療輔具的應用，將能造福眾社會大眾，成就更好的便利生活。

同學們除了本質學識增強，也很感激老師的反覆磨練，使自己演說能力突飛猛進，知道如何挑重點表達，面對人群也克服了恐懼。現在研究小組都上了大學，不僅口頭報告餘力有餘，也比其他同學多了一份成熟與自信。

4-2  
機 電

實 作 作 品



### 插座電力負荷安全顯示器

臺北市立大安高級工業職業學校  
蔡奕甫、陳韋立

## 插座電力負荷安全顯示器

### A 作品特色或用途

#### 一、動機

每當冬天，電視新聞上往往會出現許多因為用電不當所引起的火災新聞，在插座上同時插了好幾個高耗能的負載，如：電暖爐、烤箱……，分路上流過太大的電流。電流超過其額定值，引起許多用電問題，小則保險絲熔斷、安全開關跳脫，大則絕緣設備受損、電線走火等。

當你在使用電器設備時，時常會一次用上許多插座，當負載過大，電流超出使用安全範圍時會，有可能導致電線走火，最常發生問題的就是延長線，某些家庭常常會因為插座不足及錯誤的觀念而將延長線一接再接，當其中一段線路負荷不了大量的電流所產生的熱能而起火，電線起火意外就會因此而發生。

藉由這次高瞻計畫，在二極體的原理探討與相關應用課程中，學習到更多的理論知識，更有機會及時間能將二極體的應用加以延伸，把我們以上的點子做成實體成品。

為何會時常發生這種用電意外？因為許多對電學沒有深入了解的使用者常常會因不了解使用電量的極限而不停增加負載，而導致負載過大超過插座、導線以及延長線負荷而過熱起火，因此希望藉由在插座上加裝「插座電力負荷安全顯示器」，藉此讓一般大眾都可以隨時清楚的知道插座負載是否超出使用範圍。

#### 二、特色

1. 本專題成品不改變現有的插座使用方式，利用6顆LED顯示出插座的使用安全程度，讓不懂電學常識的一般民眾，也能很清楚知道使用中之插座是否安全，進而減少電氣火災意外的發生。目前市面上的相關產品都較為複雜，數字顯示功率、功率因數、電壓、電流……，對不了解電學概念的一般大眾，過為複雜，難以理解。
2. 製造成本不到一百元，而市面上相關的產品皆要價千元以上。
3. 電路簡單，不需使用交流轉直流電之直流電源供應器，提升耐用程度，降低故障機率。
4. 體積狹小、不佔空間，可直接裝置在現有壁式插座或延長線插座上。
5. 製造容易，在不改變現有產品外觀下，即可大量生產，並且具有擴充性（增加功能）。

#### 三、用途

為了讓一般大眾都能以淺顯易懂的方式了解負載用量，即使是沒有電學知識的使用者，不會無限制的增加負載導致分路電流過大引起危險，因此決定使用簡潔明瞭的方式，使用六顆LED燈做為負載用量顯示，顏色依序為綠、綠、黃、黃、紅、紅。目前市售的產品太過複雜，而且都是以數字表示瓦特數，對於沒有電學知識的一般使用者來說根本對數字沒概念，一點幫助也沒有，但意外又往往都發生在一般的使用者身上，因此我們才會設計出如此簡單明瞭、構造簡單、價格低廉的產品。

### B 作品製作要點說明

#### 一、製作概要

利用比流器和比壓器原理，取出負載電流與電壓變化量，最後利用中間抽頭式變壓器原理，分段取出不同負載量再以光耦合電驛作為開關，當光耦合電驛導通時利用直流電源推動六顆顏色不同的高亮度LED燈，綠、黃、紅三種顏色讓使用者了解負載使用程度，確認可行後，最後再直接將直流電源改為110 V交流電源推動LED。

根據電工法規1.6 mm的導線可以負荷15 A（安培）的電流，電流A（安培）乘上電壓V（伏特）等於功率W（瓦）。以一般家用插座為例，1.6 mm的導線可以負荷的電流15 A（安培）x 110 V（伏特）=1650 W（瓦），電壓為台灣電力公司提供有效值110 V，頻率60HZ電力，最大額定電流為15 A，最大輸出功率為1650 W。

$$V = I R \quad P = V I = 110 \times 15 = 1650 \text{ W}$$

因此我們設計時就將這六顆燈依照電流大小平均分配，當負載由小增大，會從最左邊的綠色一直依序亮到最右邊的紅色。

LED顏色	1綠	2綠	3黃	4黃	5紅	6紅
負載電流	1.5A	3A	5.25A	7.5A	11.25A	15A
消耗功率	165W	330W	577.5W	825W	1237.5W	1650W
最大負載百分比	約10%	約20%	約35%	約50%	約75%	100%

最常使用的插座為壁式插座與延長線插座，所以我們把以上兩種市售現有的產品加以改良成為我們的完整作品。



二、理論說明

(一) 電磁感應：

磁生電的現象我們稱為電磁感應(electromagnetic induction)西元1831年英國物理學家法拉第(M.Faraday，1791-1867)發現：當一線圈周圍磁場發生變化時，會令線圈中產生電流此稱為電磁感應。

(二) 法拉第電磁感應定律：

法拉第根據實驗結果做了以下描述：當通過一線圈的磁通量發生變化時，線圈會感應出一個電動勢其大小與線圈匝數及通過線圈的磁通量變化率成正比，這即是法拉第電磁感應定律(Faraday’s law of electromagnetic induction)。

$$e=N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

(三) 楞次定律：

法拉第在上述實驗中並未說明如何判別感應電流的方向，在西元1834年時，德國科學家楞次(H. Lenz，1804-1865)針對這個問題提出楞次定律(Lenz’s law)，即是說明：感應電流的方向是要反抗原線圈的磁通量變化。

$$e=-N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

三、製作成品所需使用材料

項目	規格	數量	價錢
光耦合電驛	耐壓200V	3	25 x 3=75
LED	綠 x 2、黃 x 2、紅 x 2	6	1 x 6=6
熱縮套管		少許	
電路板		一小塊	
磁芯		1	15
漆包線		少許	
焊絲		少許	
砂紙		少許	
碳質電阻	8.2KΩ	6	
絕緣紙		少許	
總共花費			96元

四、製作成品所需使用儀器、工具

儀器	項目	數量
	RLC電表	1
	指針式三用電錶	1
	數位式三用電錶	1
	電力計	1
	滑環電阻負載	2
	直流電源供應器	1
工具	萬用鉗	1
	熱風槍	1
	電烙鐵	1

五、所遇到的問題與克服的方法

1. 遇到的問題：圓形磁芯難以在不切斷漆包線的情形下繞製。

克服的方法：因為漆包線越長越難繞製，所以先以紙張作為底部繞在磁蕊上找到所需漆包線的中間點作為開始端並先繞二至三匝固定在紙張上，接著轉動紙張讓漆包線纏繞在紙張上，如此可以不必一匝一匝的繞製省下許多製作時間。
2. 遇到的問題：一次側電壓有效質110，最大值110√2，擊穿了我們所使用的這個光耦合電驛的二次側，此光耦合電驛二次側最大耐壓60 V。

克服的方法：使用耐壓更高的光耦合電驛，不過學校並無此高耐壓光耦合電驛所以決定以5V 直流電源供應光耦合器二次側，但使用5V 直流電源使電路更加複雜、體積增加、成本增加、又更容易出錯，因此決定上網額外購買耐高壓光耦合電驛。
3. 遇到的問題：中間抽頭式匝數多寡會影響二次的電流值，且因所使用磁蕊體積小誤差值大不易計算。

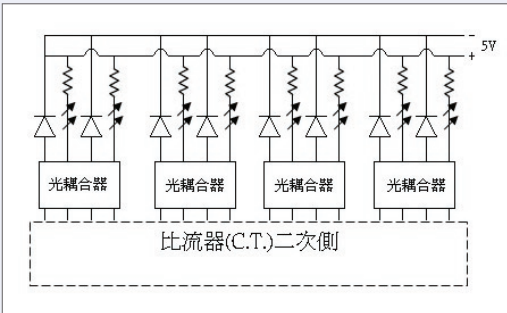
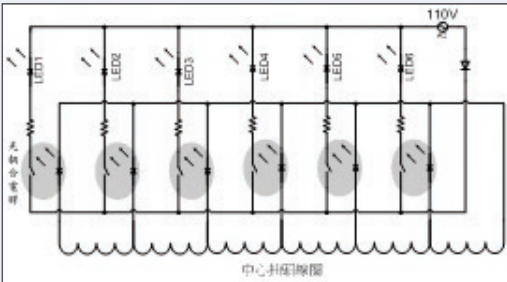
克服的方法：先每十匝中間抽頭一次並用此接上負載進行測試，測量其每端抽頭一次側需多少電流（安培）才會導通以及其感抗，以此換算所需要電流（安培）之匝數。
4. 遇到的問題：磁蕊導磁係數過低，導致電感量太小，無法感應到我們所需要的電壓與電流，當然無法順利推動我們所要推動的光耦合電驛。

克服的方法：雖然增加二次側繞阻匝數可以增加電感量，匝數增加不但繞製困難更造成體積增加，因此至光華商場及上網到處尋找，購買導磁係數 較大的磁蕊，取代原先不適用的磁蕊。

六、未來的發展與擴充性

此種電路不僅僅能用於延長線、插座，甚至所有家用電機器具都可以接上此「插座電力負荷安全顯示器」偵測電路電流量及消耗電能量並保護電路。至於未來可改善電路使此電路在滿載時能發出警報聲響以警告使用者，並在過載後一定時間內自動切斷電路做自動保護功能，我想這些都是在未來可以探討、改進的地方。

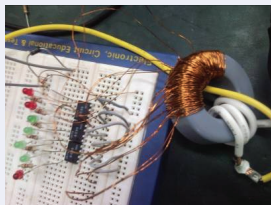
C 作品製作流程圖示

創新構想 ideal	
可行性評估〈實用性〉、〈製作難度〉	
學理討論	
當電路接上負載會產生一定電流量，當負載量越大負載電流也會隨之增加，於是我們設想將藉著線路中之負載電流，我們便可以得知負載使用情形，以此決定在不需將原線路做更改的優先情形下，以比流器和比壓器的原理取出電流，藉此偵測負載使用量及負載電流量。	
設計電路	
 <p>原始測試電路</p>	利用各種之前所學的觀念，加上網路上所查詢的資料，進行電路設計。
 <p>最後設計完成之電路</p>	
準備製作所需要的所有材料	
依照所設計電路準備各種材料及使用器具。	

測試及研究所準備的材料（磁蕊及光耦合電驛）	
	磁蕊測試嘗試繞製100匝線圈。
	並嘗試以此線圈推動光耦合電驛，以單顆LED作為負載並以直流電源供應器推動輸出負載，經結果確認可行。
	嘗試以直條式磁蕊繞製以節省空間，並且嘗試中間抽頭繞組方式繞製。
	測試後無法推動光耦合電驛，經測量發現直條式磁蕊的導磁係數過低無法將一次側電流感應到二次側，導磁係數於100匝時約為圓形式的 $\frac{1}{8}$ 因此決定以圓形式磁蕊製作。
繞製中心抽頭比流器	
	用銅金色的漆包線一一繞製。  並在所需要使用的匝數做中間抽頭。
 	用砂紙刮除末端導線的絕緣漆，使原本銅金色的漆包線，變成銀色。  確認繞製磁蕊可以推動光耦合電驛後開始繞製圓型磁蕊並做中間抽頭，從70匝開始每10匝一次中間抽頭直到120匝，並接上三顆光耦合電驛和六顆LED作為輸出。



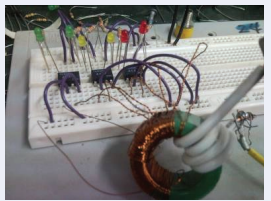
中心抽頭比流器特性測試



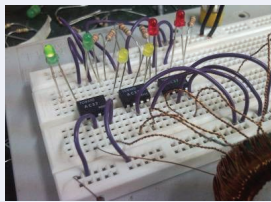
在首次製作時，我們決定先測試磁蕊的特性，先以每隔20匝抽頭一次取出電壓測試。

測量實際的電壓、電流比、電感。

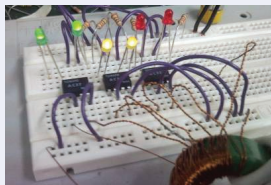
接到麵包板進行電路測試



把原本設計好的電路實際接到麵包板上進行實際電路測試。



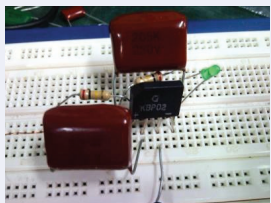
並實際接上負載作測試。



二次側電源製作與改善

一開始是以直流電源供應器作為二次側電源供應以便實驗，但為節省電路構造直接使用110 V交流電。

接到麵包板進行電路測試



使用110 V電源接於二次側，但光耦合器被打穿無法正常操作，於是嘗試製作整流器接於二次側不幸的是經過整流後無法推動光耦合器。



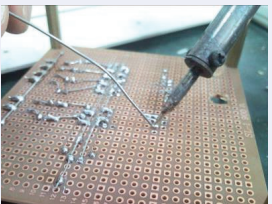
決定再另外購買其他型號之耐高壓光耦合電驛，電路則可更加簡單，不需直流電源可直接由交流110 V驅動，電路體積大幅縮小、穩定、可靠。

決定實際硬體形狀、包裝方式，進行外殼製作

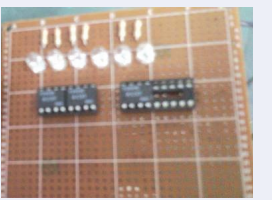


以現成的延長線作為外觀並加以改造，在外殼打上圓孔讓LED能露出，其餘電路放置於延長線盒內空隙中。

製作電路板



決定元件放置的位置並使用電烙鐵確實依照電路連接所有使用元件。



電路板完成圖。

整合性負載測試

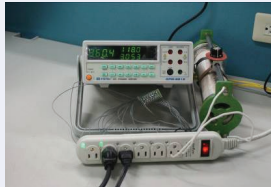



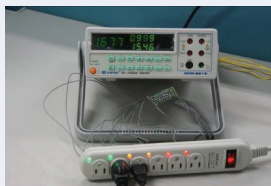



以各種耗電瓦數不同的負載作為實際負載測試（如吹風機），並以滑環電阻作負載微調整。

此圖為滑環電組。



約10%輕載，亮一顆燈。

	增加負載到約20%輕載，亮兩顆燈。
	增加負載到約35%，亮三顆燈。
	增加負載到約50%，亮四顆燈。
	增加負載到約75%重載，亮五顆燈。
	100%滿載，亮六顆燈。
封裝美化	
	整合所有電路並固定於延長線當中。

	封裝完成，並做整體美化，達到實用與美觀兼具。
完成	
	此圖為兩種已經完成之成品，壁式插座與延長線兩種形式。  壁式插座附加一開關作附加小夜燈控制及電源顯示測試之用。
	當插座不夠使用時，一般家庭最常使用延長線，因此這是我們第一個形式的作品。
	這是每一間房間必備的壁式插座，我們也把成果應用在其中，不同的是又增加了一個小夜燈功能，而且LED燈又比傳統的小夜燈來的省電、節能許多。這是我們第二個形式的作品。
	最後我們與作品的合影，為這次的專題製作畫下了一個美好的句點。未來成品還有可改善之處，如加上警報與自動斷電等，讓功能更加完整。



## 後記

### 紅燈危險！插座電荷安不安全 看顏色就知

因為關心電線走火所引發的火災問題，大安高工兩位同學設計了插座電力負荷安全顯示器，只要看燈號，就知道你家的插座是不是負荷太重該調整了。

有趣的發明經常來自於對生活的關心，大安高工的蔡奕甫和陳韋立兩位同學，發現插座或延長線容易使用不當，造成負荷過重而電線走火的問題，加上一般人對於電流、電壓等知識不那麼清楚，更容易忽略用電安全。所以要怎麼樣讓一般人也可以發現插座電流過大呢？

#### 有知識又有手藝 好搭檔分工出擊

兩位同學在做這個研究之，已在大安高工學過電磁學、變壓器、LED等相關課程，打下良好基礎，所以他們一想就想出五種解決問題的方法；但是這五種方法，哪些更容易、更可行，就靠指導老師林松裕老師，出手為他們挑選，最後就比較合適的二種方法來實驗。最後他們決定將不同顏色的LED燈裝在插座或延長線上，選用綠色安全、黃色普通、紅色危險的常用配色，這樣一般人只要一眼就能知道電流的危險程度到哪裡。

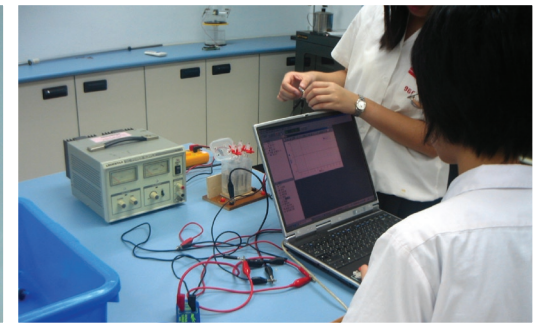
兩人的分工方式，基本上是蔡奕甫處理文獻和算數據，陳韋立纏線圈。線圈乍看之下很簡單，但纏起來要花上大半天的時間。「因為線圈不能斷，線又很長，所以就由手比較靈巧的人來做！」陳韋立笑著說。不過事實上兩人都是手藝靈巧的人，都有選手身份，主要參加室內配線比賽，陳韋立因為對程式有興趣，所以也朝工業配線發展；比賽不只要求正確，而且要在時間在做完，所以兩人手腳之快速準確就不用多說了。

#### 研發超神速 做研究樂趣最重要

也許正因為兩人的手藝超群，他們的作品可能是高瞻計畫各得獎者中花費時間最少的——只花了十到十五天，利用放學時間做，一天花六小時，前面十三天左右都在研究和尋找材料，加上最後二天的成品製作，還要使用吹風機等做負載測試，這麼多工作竟然如期完成。「不過做出來的三種成品都放在系上的展示櫃了。」蔡奕甫說。這麼實用的東西被放在展示櫃，總覺得有點可惜呢！

兩個優秀的同學，都早在高三上學期就錄取理想的大學了，蔡奕甫在台科大電機系，未來希望可以當上工程師，主攻IC科技，而陳韋立則就讀北科大能源系，擅長邏輯的他，仍然對寫程式很有興趣，希望從事程式設計工作。而這次高瞻計畫的作品，其實正是在申請上了大學之後的高三上學期製作的，除此之外陳韋立還參加了電機整合比賽，和別校機械專長的同學合作設計打孔機。因此他們的成品完全是出於興趣，「玩」這個發明，帶著輕鬆的心情去做，成品反而更亮眼。

5-1  
能源  
實作作品



## 可逆式電解水及鹼性氫氧燃料電池

高雄市立高雄女子高級中學  
沈君宜、周炯彤、周昱瑄、林軒仔、胡祖瑄、高嘉偵