

臺北市立大安高級工業職業學校專業群科 106 年專題及創意製作競賽
「專題組」作品說明書

群 別：電機電子群

作品名稱：綠能腳踏車指示燈

關 鍵 詞：腳踏車發電、方向燈、Arduino應用



目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	2
參、研究方法.....	3
肆、研究成果.....	9
伍、討論.....	11
陸、結論.....	11
柒、參考資料及其他.....	13

壹、摘要

本專題的目標是將腳踏車行進時的動能轉換為電能，並利用於頭尾燈及方向燈之供電，既能提升行車時的安全，又能兼顧環保。

在硬體架構上，我們利用小型交流發電機，讓轉子摩擦腳踏車的後輪來發電。蓄電設備選用市面上常見的手機行動電源，取代傳統使用的一次性三號電池，減少廢電池的產生。軟體的部分則使用 Arduino 微控制板，以達成同時控制頭尾燈、方向燈之功能。

貳、研究動機

近年來環保意識高漲，全球各個角落無不提倡節約能源，腳踏車除了用來休閒運動，也成為許多通勤族的交通工具。腳踏車固然方便及環保，但是在行車安全上卻有隱憂：腳踏車在轉彎時沒有方向燈，後方駕駛往往無法掌握騎士的轉彎方向，導致事故頻傳。

對於腳踏車轉彎時所發生的事故，交通部僅建議單車騎士在轉向時，以手勢告知後方駕駛自己的行車動向，目前並沒有明訂法規及罰則。我們認為，若是能製作安裝在腳踏車上的指示燈，就能夠達成如同汽機車方向燈的效果，有效提升自行車轉向時的安全，也能克服手勢在夜間行駛時不明顯、以及騎士放開單手比劃可能造成重心不穩等問題。

其中我們使用發電機的原因是考慮到方便性，組員們曾有過騎車環島和夜騎的經驗，更讓我們了解到車燈的重要性，環島時使用充電式車燈或是電池式車燈耗電其實蠻快的，環島時常常到了最後只剩一兩個人的車燈還有電，在完全黑的環境下，是非常的危險，利用發電機能使車燈持續發電，不用考慮到電耗完的時候再來後悔。

為達成方向燈控制的功能，我們選擇設計簡易的 Arduino 微控制板編寫程式以控制燈號。除此之外，我們利用電工機械的知識，將一台小型交流發電機裝設在後輪，將腳踏車行進時產生之動能轉換為交流電能，再應用電子電路課程學到的整流及穩壓電路，將交流電能轉換為直流電能，儲存於電池中，作為指示燈的電源。如此不僅能兼顧綠色能源的理念，也方便騎士不必更換指示燈的電池。

參、研究方法

一、研究流程

本專題研究流程如圖 1 所示：

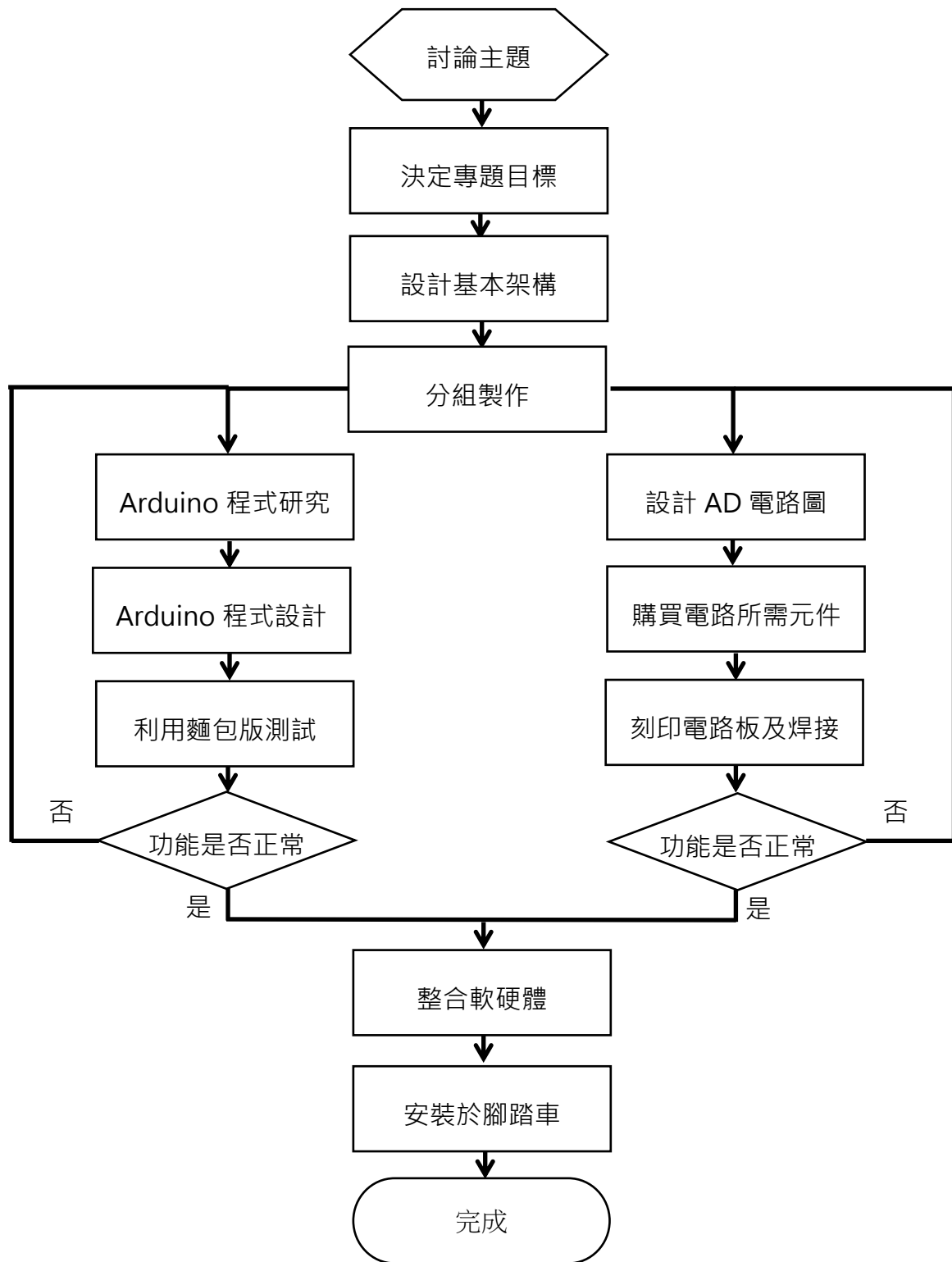


圖 1 研究流程圖

二、開發方向

為了響應環保的理念，此專題的主要目標除了提高腳踏車的行車安全，其次便是追求環保。我們利用腳踏車行進時的動能轉換為電能，儲存於可重複充放電的行動電源而非一次性電池，如此不僅充分利用綠能，更能減少電池廢電池的產生，保護環境。

三、硬體架構

本專題的基本架構如圖 5 所示，主要分為三大部分，藍色為電源輸出區，綠色為控制電路及燈號顯示區，紅色為控制訊號輸入區，藍色箭頭表示電源方向，紅色箭頭表示訊號傳送方向。



圖 2 硬體架構表

四、硬體設備

（一）Arduino 微控制板

Arduino 是一個開放原始碼的開發平台，有許多為其開發的功能擴充板及函式庫，使其能夠以簡單的程式操控各式硬體。本專題使用的是 Arduino UNO 板，工作電壓為 5V，有 14 支 I/O 接腳。



圖 3 Arduino UNO 板

（二）交流發電機

經過比較，我們選用體積小、價格便宜的永磁式交流發電機作為指示燈的電力來源。透過以轉子摩擦轉動的車胎，將動能轉換為交流電能，其輸出隨輪胎轉動的速度起伏在 10~20 伏特間，最大輸出電流為 1 安培。



圖 4 交流發電機

（三）橋式整流 IC

由於電池僅能儲存直流電能，從交流發電機輸出的電能必須經過整流才能為電池充電。橋式整流透過二極體僅能正向導通的特性，將極性交變的電源輸入轉換成同極性輸出。

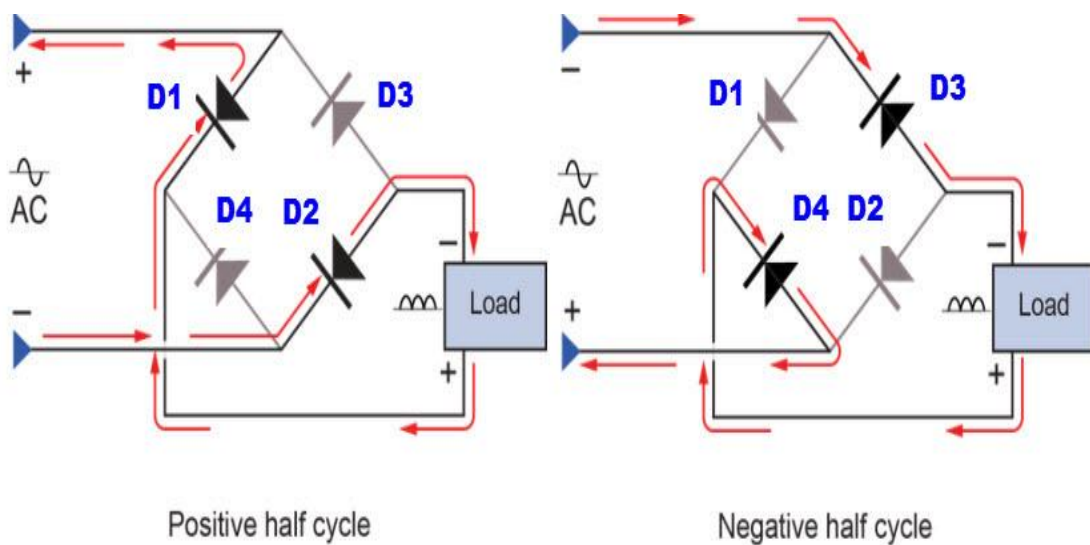


圖 5 橋式整流電路

（四）LM7805 IC

交流電經過全波整流後，成為電壓大小不定的脈動直流電，經過穩壓電路才能轉換成電壓固定之直流電源。LM7805 之優點在於，只需要在輸入、輸出端並聯電容減少漣波電壓，就能提供穩定的直流電壓輸出，在電路設計上不僅節省空間也降低成本，另外，LM78xx 系列積體電路內部有過電流／短路保護功能，除了保護積體電路本身，同時也能防止其他電路燒毀。

LM7805 額定輸入電壓為 7~25 伏特，符合我們選用的交流發電機輸出電壓；輸出電壓為 5 伏特，最大輸出電流為 1.5 安培，足夠提供 Arduino 板所需。

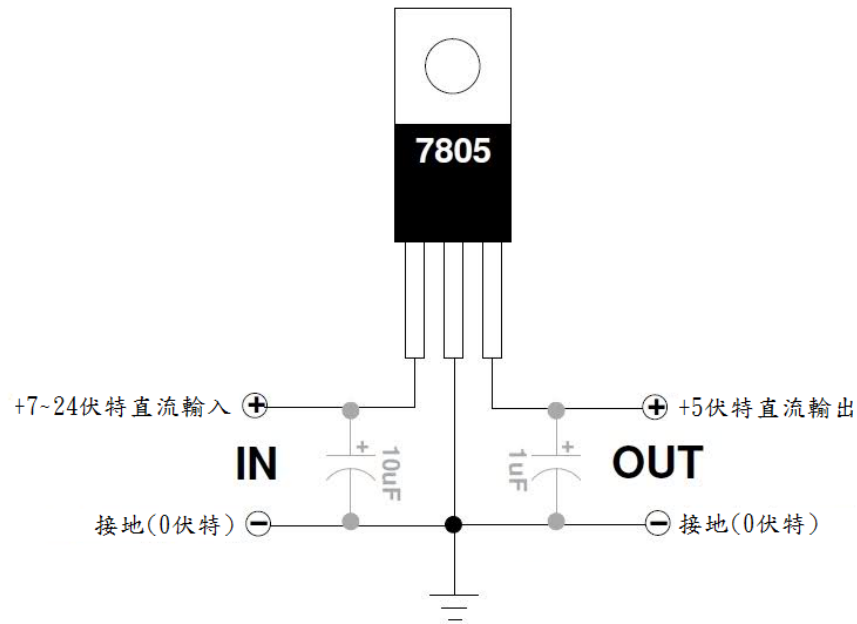


圖 6 LM7805 電路圖

（五）矩陣燈

LED 矩陣即為多個 LED 以矩陣的形式排列合為一個元件，在捷運、公車等大眾運輸工具上的跑馬燈就是 LED 矩陣的應用。我們選擇使用 8x8 矩陣 LED，透過程式控制，顯示朝左的箭頭或朝右的箭頭，以達到方向燈之效果。



圖 7 8x8 點矩陣 LED

五、程式設計

(一)頭尾燈控制

頭尾燈分別採用四顆 LED 同時動作，為了使操作方便易懂，因此程式內部撰寫為同一顆按鈕控制。

然而受限於 ATmega328p-pu 單晶片每支輸出接腳之電流限制，因此頭尾燈依舊由兩支輸出接腳控制，以此保證 LED 的亮度足以使後方車輛可以注意到。

功能部分，一上電時為減，第一次按下按鈕為快速閃爍，第二次為慢閃爍，第三次為全亮，第四次則還原為初始狀態(減)，頭尾燈的狀態依此循環。

```
if (click1 == 2)
{
    if(currentTime - previousTime1 > interval1)
    {
        if(toggle1 == LOW)
            toggle1 = HIGH;
        else
            toggle1 = LOW;
        digitalWrite(LED1,toggle1);
        digitalWrite(LED2,toggle1);
        previousTime1 = currentTime;
    }
}
```

圖 8 頭尾燈程式

(二)方向燈控制

方向燈我們採用 8x8 的矩陣來呈現，為了減少接腳，左右方向燈由一顆矩陣來展示，而控制按鈕各放置在左右手把，分別控制左轉與右轉。

方向燈初始狀態為全減，按一下左/右轉按鈕後，左/右方向燈即開始閃爍，直到再一次按下左/右轉按鈕時，方向燈全減。

因應路況的多變，左右方向燈故意不設計互鎖功能，在左/右轉時可以隨意切換成另外一種狀態，操作簡單直觀，方便騎士使用。

```
previousTime2 = currentTime;
if(rightFlag == 1)
{
    digitalWrite( 13, LOW);
    digitalWrite( 6, HIGH);
    digitalWrite( 7 ,HIGH);
    digitalWrite( 5 ,HIGH);

    digitalWrite( 10, HIGH);
    digitalWrite( 9, LOW);
    rightFlag = 2;
}
```

圖 9 矩陣方向燈程式

(三)多工設計

如 89S51、ATmega328p-pu 等單晶片一般被認為無法多工，即一次只能處理一行程式。

為了能使頭尾燈及方向燈能夠分別控制及分別動作，我們想到了能夠以判斷時間來模擬多工的情況，也就是「假多工」。以不斷的比較時間來判斷是否切換燈號、掃描等動作，而並非延遲一個時間之後，再繼續判斷。如此一來，在等待延遲的同時也能做其他事，解決了我們需要多工的需求。

```
unsigned long currentTime = millis();
if(currentTime - previousTime1 > interval1)
{
    if(toggle1 == LOW)
        toggle1 = HIGH;
    else
        toggle1 = LOW;
    digitalWrite(LED1,toggle1);
    digitalWrite(LED2,toggle1);
    previousTime1 = currentTime;
}
```

圖 10 多工程式

肆、研究成果

本專題之功能如以下圖所示：

一、電源提供

我們將交流永磁式摩電機固定在盡量靠近車身中心的地方（如圖 11），使得摩擦時能較為穩定，且不致使車身不平衡，造成騎乘上的困難。

正常行駛時，摩電機的輸出電壓約在 10~20 有效值交流電，雖然與一開始的估計值略異，但不影響功能。



圖 11 交流永磁式摩電機

二、自製電路板

我們藉助了學校的雕刻機，製作出了我們的電路板（如圖 12）。我們的電路板分為三大部分：電源處理、尾燈組、Atmega328p-pu 單晶片周邊電路。

摩電機發出來的電壓經處理（整流、濾波、穩壓）後，利用方便的 USB 接頭輸出給行動電源，將電能儲存在之中，以便提供整個專題電源的運作。

我們將尾燈組與電源處理及 IC 周邊電路鐸在同一塊電路板上，減少了電路板數量，也省下了空間。

整個專題功能的控制由 Atmega328p-pu 單晶片來進行，周邊電路也包括了重製按鈕，電源燈等基本元件。我們將輸入/出接腳連接至排針，方便杜邦線連接。



圖 12 自製電路板

三、電源輸出

我們用手旋轉踏板，模擬實際騎乘的狀況，觀察行動電源的指示燈是否亮起，確認處理後的電有確實充進去。如圖 13。



圖 13 手動模擬腳踏車行進

四、指示燈輸出

頭燈組的擺放位置在車頭的中間，尾燈組放在靠近車尾的地方，而矩陣燈則固定在車身最尾端，與電路板拉出一點空間，方便拉線。控制左右方向燈的按鈕分別置於左右把手內側，而控制頭尾燈組的按鈕固定於兩把手中間。

頭尾燈組的模式共有四種：快閃爍（間隔 0.2 秒）、慢閃爍（間隔 0.5 秒）、全亮、全滅。頭尾燈由一顆按鈕一起控制，避免操作過於複雜。

方向燈以 8x8 矩陣來呈現，按右/左手把的按鈕即顯示向右/左的箭頭，且故意不設計互鎖，為的是操作方便、因應多變的路況。

在程式的撰寫上，我們也設計了多工，使得按鈕能夠分別控制，不受燈號影響而延遲。



圖 14 頭燈組



圖 15 尾燈組及方向燈

伍、討論

由於時間有限，我們的成品尚有改善空間，以下列出幾點待修正項目，以及製作過程中遭遇的困難。

一、發電機摩擦輪胎帶動轉子，將產生噪音，且磨損輪胎。

若能夠克服結構問題，製作由輪軸直接帶動轉子之發電機，就能解決此問題。

二、腳踏車高速行駛時，交流發電機輸出電壓過高，造成 7805IC 發熱。

以功能相同、容許輸入電壓更高的 LM2576-5.0 取代 7805。然而，LM2576 的外部電路相較於 7805 複雜，IC 本身的成本也較高。

陸、結論

本專題最終成品之功能如下

一、腳踏車發電

在腳踏車行駛時，透過發電機以及整流穩壓電路，提供行動電源穩定5伏特電壓充電。經充電後的行動電源，驅動單晶片控制頭尾燈及方向燈。

二、指示燈功能

頭尾燈依照按鈕次數有不同模式，依序如下：

- (1)快速閃爍
- (2)普通速度閃爍
- (3)持續亮燈

同時亦能藉由左、右握把上的按鈕控制 LED 點矩陣顯示左右箭頭。

柒、參考資料及其他

1.Arduino UNO 板圖示。2018 年 2 月 6 日 取自：

<https://store.arduino.cc/usa/>

2.交流發電機圖示。2018 年 2 月 6 日 取自：

<http://www.light-energy.hipages.tw/>

3.8x8 點矩陣 LED。2018 年 2 月 6 日 取自：

http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/5519

4.橋式整流電路。2018 年 2 月 6 日 取自：

<https://www.elprocus.com/bridge-rectifier-circuit-theory-with-working-operation/>

5.趙英傑（2017 年 1 月）超圖解 Arduino 互動設計入門。臺北市：旗標科技股份有限公司

6.張義和（2016 年 7 月）新例說-altium designer-3D 動畫製作，3D 電路設計(第二版)。新北市：新文京開發出版股份有限公司