

科技部補助  
大專學生研究計畫研究成果報告

\* \*\*\*\*\* \*  
\* 計 畫 \*  
\* : 自動轉向小型風力發電機 \*  
\* 名 稱 \*  
\* \*\*\*\*\* \*

執行計畫學生： 邱日昇  
學生計畫編號： MOST 106-2813-C-036-029-M  
研 究 期 間： 106 年 07 月 01 日至 107 年 02 月 28 日止，計 8 個月  
指 導 教 授： 葉隆吉

處理方式： 本計畫可公開查詢

執 行 單 位： 大同大學機械工程學系

中華民國 107 年 03 月 09 日

# 目錄

一、前言 .....	3
二、研究動機與研究問題 .....	4
三、文獻回顧與探討 .....	5
四、研究方法及結果 .....	6
(一) 研究原理.....	6
(二)主要基座自動轉向的控制方法.....	7
(五)研究成果模型呈現.....	10
五、結論 .....	11
六、參考文獻 .....	12
七、附錄 .....	13

## 圖目錄

圖一 風力發電機.....	3
圖二 傳統定向式小型風力發電機.....	4
圖三 自動轉向小型風力發電機示意圖.....	4
圖四 水平軸風力發電機.....	5
圖五 微型風力發電機.....	6
圖六 自動轉向小型風力發電機俯視示意圖.....	6
圖七 控制系統架構.....	6
圖九 齒輪設計.....	7
圖十 訊號控制流程圖.....	8
圖十一 馬達固定架.....	8
圖十二 基座驅動機構.....	8
圖十三 底板.....	8
圖十四 自動轉向小型風力發電機側視圖.....	10
圖十五 自動轉向小型風力發電機俯視圖.....	10

## 一、前言

近年提倡再生能源的使用，其中風能的利用年年激增，全世界以風力產生的電力在 2008 年共約 2192 億度，在 2000 年到 2015 年之間已經成長了二十四倍。未來在風力發電上有更多的發展空間[1]。

風能設施日趨進步，在許多情況下，風力發電成本已經足以與傳統發電相比，甚至在一些地方（如美國中西部），風力已經比燃煤發電便宜很多。風力發電是可再生能源，空氣污染及碳排放很少，其他環境成本也低。風力發電可以是分散式發電，沒有大型發電設施過於集中的風險且風力發電機隨時可以卸載，增加電網穩定性[2]。

因為自然界中的風向是不固定的，對傳統固定式的風力發電機而言當風向改變使其效益便會下降，雖說垂直式風力發電機可解決風向問題，但其產生之效益無法大於傳統固定式的風力發電機，因此本計畫提出一種可以隨風向自動轉向迎風面的風力發電機組。



圖一 風力發電機

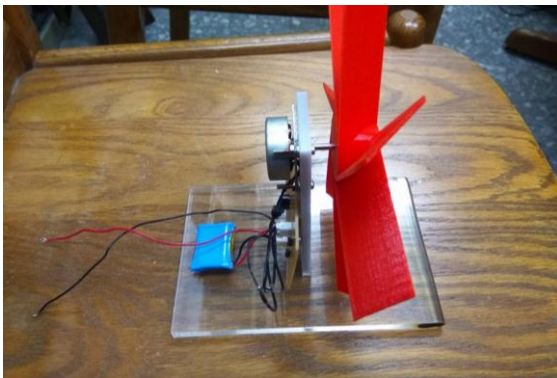
## 二、研究動機與研究問題

曾在台灣西部沿海看見豎立的風力發電機組，看見部分風力發電機組之扇片未轉動，後來了解是因為風向不固定而未能運作，因此產生開發一種順著風向的改變而自動調整風力發電基座之方向的想法，使其可以迎向迎風面產生更大的效益。

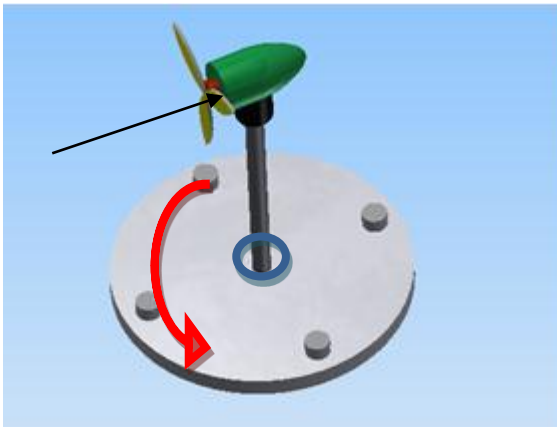
本計畫中將製作一台自動轉向小型發電機組，並與傳統定向式發電機組做效益之比較，本計畫提出之發電機組屬於單面定向蒐集風力，但藉由機構或動力方式，轉動底座使其自動轉向不同角度以蒐集風能提高發電效率。

本企劃會先準備一台風力發電機組模擬傳統式的風力發電機如圖二所示，而後製作出能自動調整方向之風力發電機組如圖三所示。本企劃中將提出幾種可使機組自動轉向之方法，在基座的周圍上加入可感測風力大小的風力感測器，並帶動整個基座使發電機組能夠到達收集風力最佳之位置，以達到最高之發電效益。

在轉動基座的同時需要有足夠的能量帶動整個基座，必定會消耗一定的能量，所以在製造完能自動調整位置方向之風力發電機組時，必須測試其可得到之效益是否能超越傳統定向式的風力發電機，本企劃將會比較並提出新的結論，來證明改良後能自動調整方向之風力發電機所增加之效益。



圖二 傳統定向式小型風力發電機



圖三 自動轉向小型風力發電機示意圖

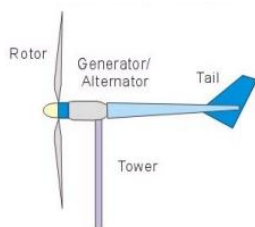
### 三、文獻回顧與探討

人類利用風能的歷史可以追溯到公元前，但數千年來，風能技術發展緩慢，沒有引起人們足夠的重視。但自 1973 年世界石油危機以來，在常規能源告急和全球生態環境惡化的雙重壓力下，風能作為新能源的一部分才重新有了長足的發展。風能作為一種無污染和可再生的新能源有著巨大的發展潛力，特別是對沿海島嶼，交通不便的邊遠山區，地廣人稀的草原牧場，以及遠離電網和近期內電網還難以達到的農村、邊疆，作為解決生產和生活能源的一種可靠途徑，有著十分重要的意義。[1]

風力發電沒有燃料問題，也不會產生輻射或空氣污染。風能是取之不盡，用之不竭的再生能源。風力分佈廣泛，蘊量巨大。但是由於氣流瞬息萬變，因此風的脈動、日變化、季變化以至年際的變化都十分明顯，波動很大，極不穩定，大部分時間可能因此無法穩定供電，在本次的研究當中，既要探討如何在 360 度之範圍內，可以使製作出之發電機組產生最大效益。[3][4]

風力發電機依現行可以依據旋轉軸的方向來做區分，依旋轉軸和地面方向的角度分成水平軸風力機與垂直軸風力機。目前針對於水平式風力機之迎風面之問題做改善，因風向改變或產生不同之氣流時，無法使風扇轉動，故使發電機組無法產生電能，目前有垂直軸之風力機，但其效益卻無法比水平軸之風力機來的大，由此產生了自動轉向風力機的概念，想要把它實現出來。[5]

水平軸風力機只需低風速就能啟動運轉，葉片多靠氣流作用於葉片的升力推動，效率相對較高，但風力機效率在轉軸偏離風向情況下大幅降低；垂直軸風力機可由來自不同風向的風皆能驅動運轉，但需要較大的風速才能使其轉動，且效率比水平軸低，在水平軸式與垂直軸式的優缺點比較之下，各有其之優勢及劣勢，在研究過程之後改良現有之小型風力機，以改善其劣勢，或是從研究當中獲取一些新的想法與改善空間，使發電效益達到最佳。[3][5]

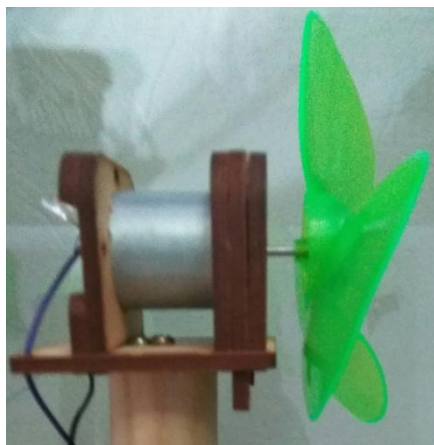


圖四 水平軸風力發電機

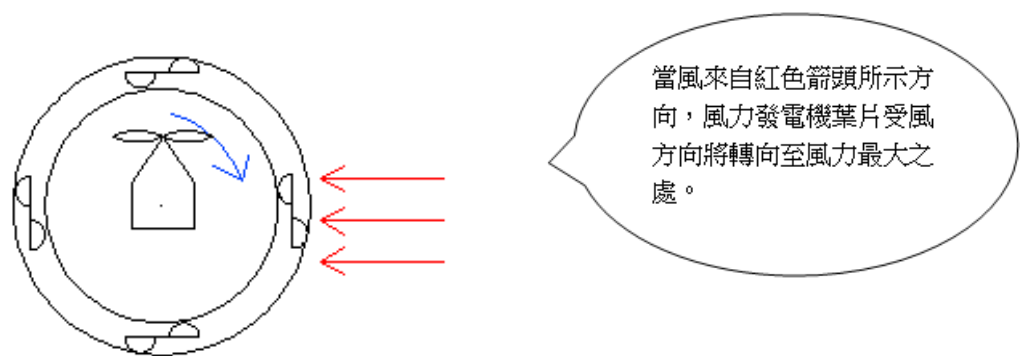
## 四、研究方法及結果

### (一) 研究原理

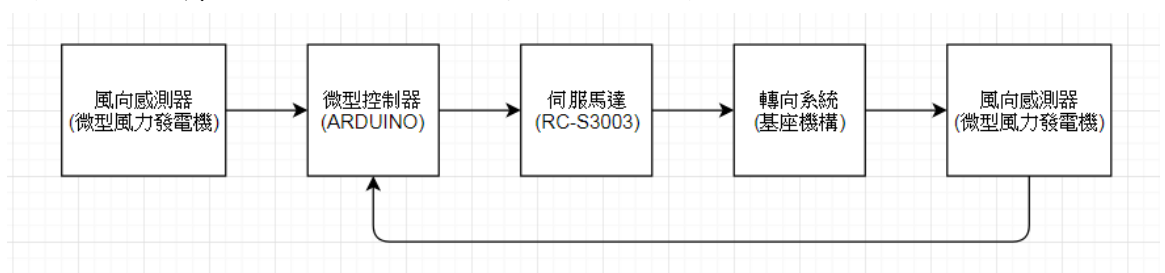
本計劃中將結合機構、電控等多種方法製作，在基座的四個方位，如圖五所示加入微型風力發電機當作感測器，規格輸出電壓：DC 0.1~24V。輸出電流：0.01~0.4A 轉速：200~6000 轉/分，感測器製作成如圖六的形式，整個風力機組會呈現出如圖七所示。此感測器不但能夠判斷風速大小，還要判斷來自哪個方向，感測器的訊號輸入 arduino 做邏輯判斷，整合四方位的感測結果判斷風力最大的方位，而後帶動伺服馬達等相關機構讓主要基座自動轉向風速最大之方向，使主要受風之風力發電機產生最佳效益。



圖五 微型風力發電機



圖六 自動轉向小型風力發電機俯視示意圖



圖七 控制系統架構

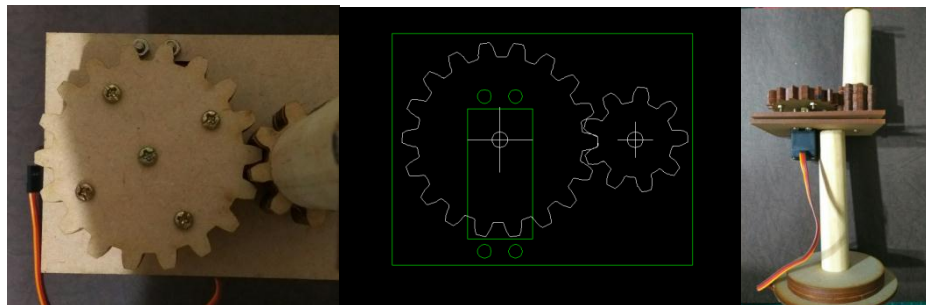


## (二)主要基座自動轉向的控制方法

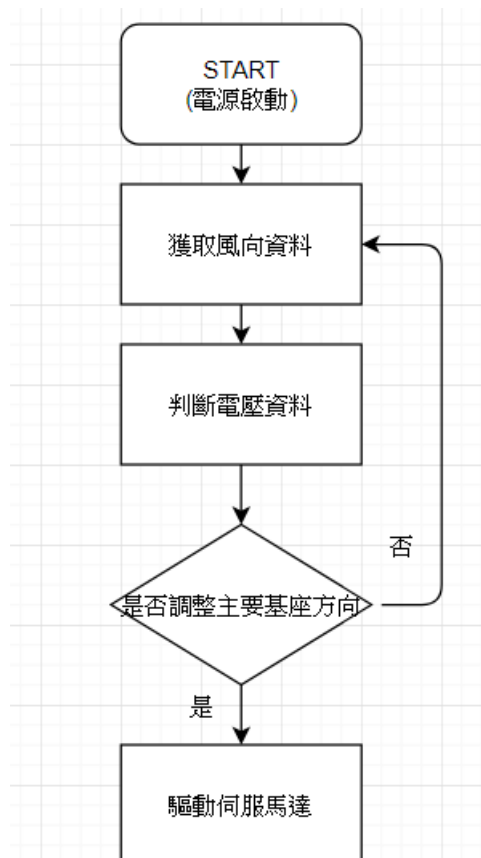
當 arduino 收到風力感測器的電壓判斷完後輸入至主要基座的伺服馬達(圖八) [6]，帶動主要基座的轉向機構，該機構使用齒數比為 1:2 的齒輪，齒輪的設計如(圖九)，使基座達到自動旋轉達到轉向效果。基座旋轉的過程還必須思考到如何在到達最強風力方向時，能夠停止下方基座的轉動吸收到最大風力，因此每次到達定位時會停留 5 秒使主要基座可以收到風而後產生電能(圖十)。



圖八 伺服馬達



圖九 齒輪設計

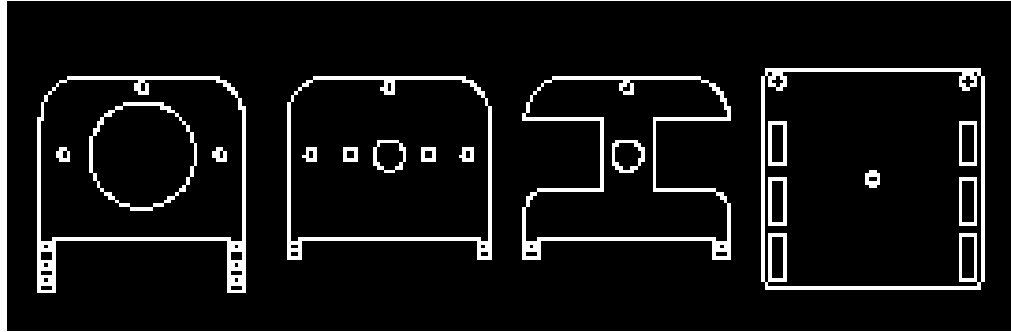




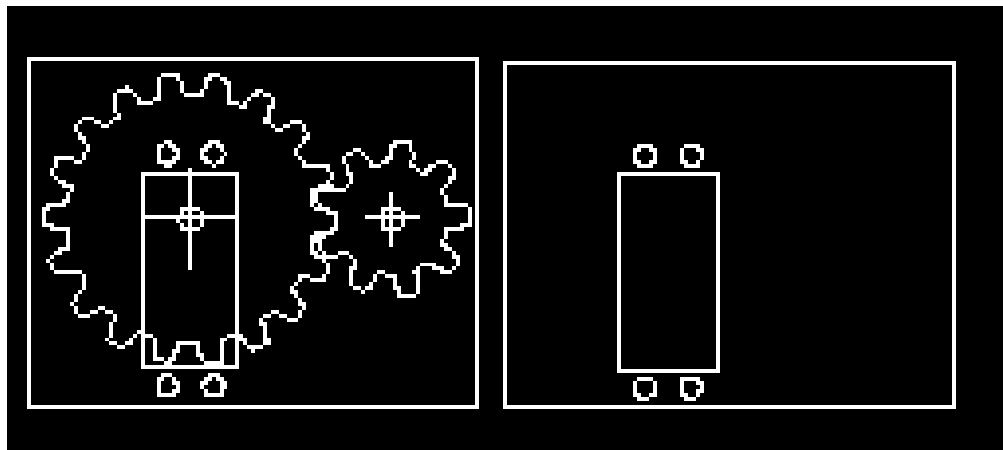
圖十 訊號控制流程圖

(三)製作材料

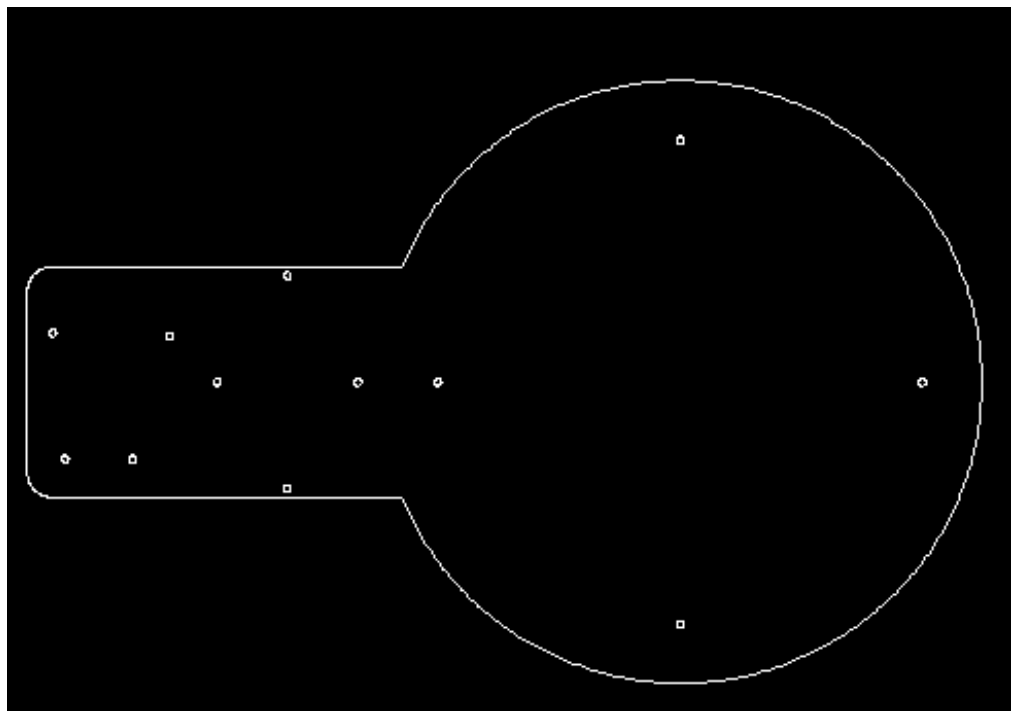
製作過程使用使用傳統加工及雷射切割技術加工密集板和木材以製作出馬達固定架如(圖十一)、基座如(圖十二)、支撐柱、底板如(圖十三)、齒輪及機構如(圖十二)。



圖十一 馬達固定架



圖十二 基座驅動機構



圖十三 底板

#### (四)Arduino 程式碼

```
#include <Servo.h>
Servo myservo; // 建立一個 servo 物件
int pos = 0;    // 設定 Servo 位置的變數

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    myservo.attach(9); // 將 servo 物件連接到 pin 9
    myservo.write(0);   // 告訴 servo 走到 'pos' 的位置
    delay(1000);
}

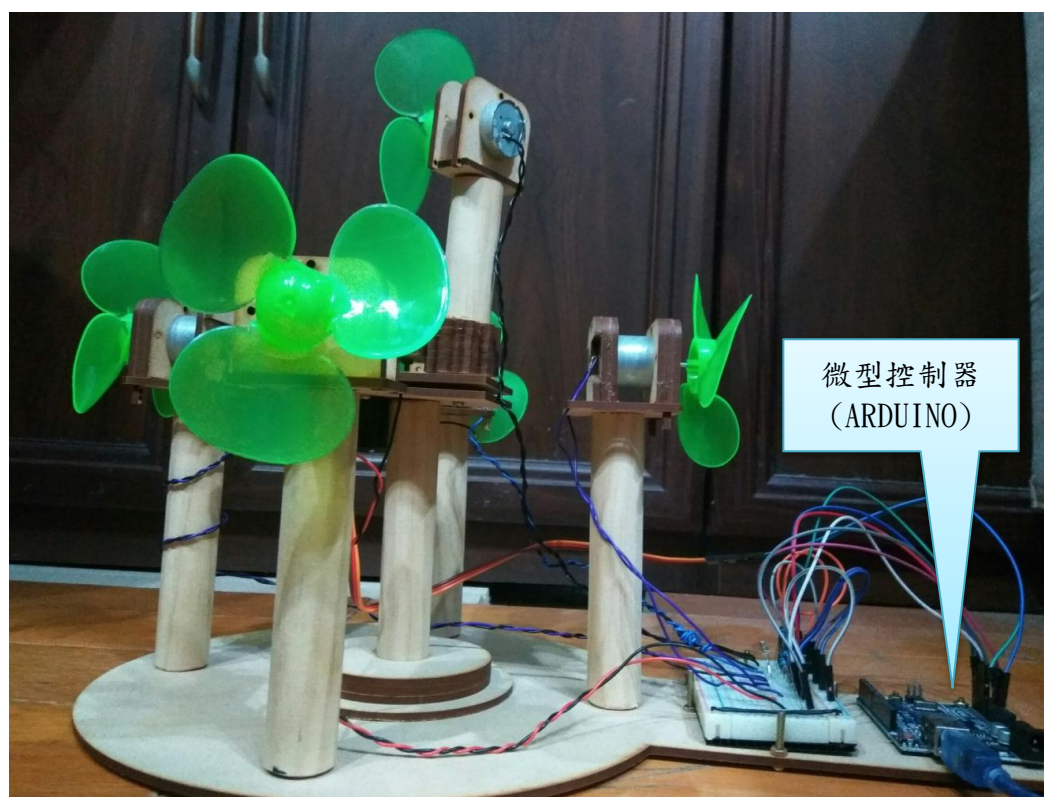
void loop() {
    int V1 = analogRead(A1);
    int V2 = analogRead(A2);
    int V3 = analogRead(A3);
    int V4 = analogRead(A4);
    int V5 = analogRead(A5);

    float vol1 = V1*(5.0 / 1023.0);
    float vol2 = V2*(5.0 / 1023.0);
    float vol3 = V3*(5.0 / 1023.0);
    float vol4 = V4*(5.0 / 1023.0);
    float vol5 = V5*(5.0 / 1023.0);
    //將 V1的值換算成實際電壓值存入浮點型變量 vol
    //從A0口讀取電壓數據存入剛剛創建整數型變量V1，電壓測量範圍為0-5V 返回的值為0-1024

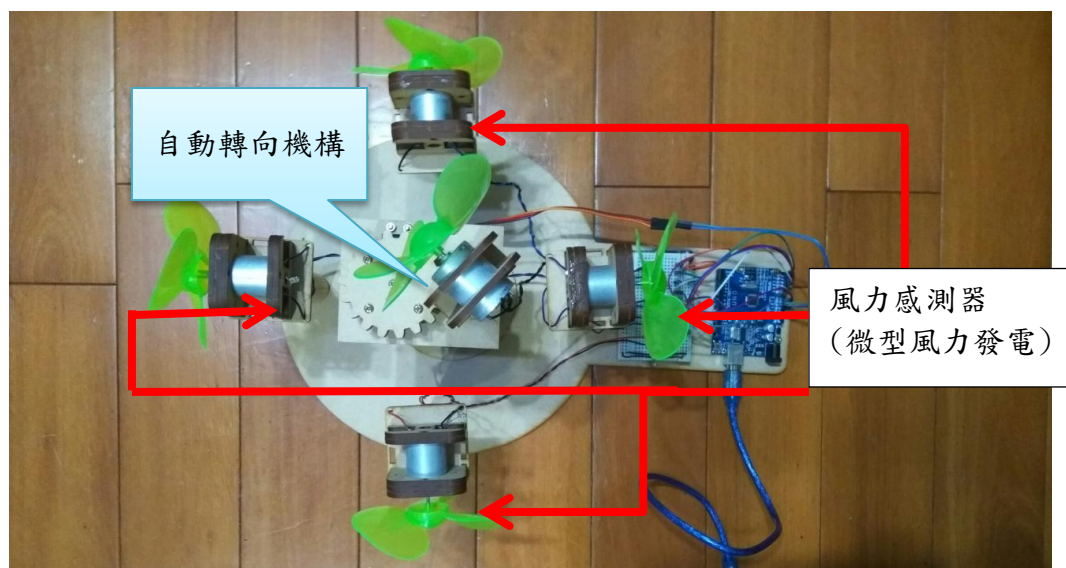
    if (vol1 > vol2 && vol1 > vol3 && vol1 > vol4)
    {
        myservo.write(0);
        delay(1000);
    }
    if (vol2 > vol1 && vol2 > vol3 && vol2 > vol4)
    {
        myservo.write(45);
        delay(1000);
    }
    if (vol3 > vol1 && vol3 > vol2 && vol3 > vol4)
    {
        myservo.write(90);
        delay(1000);
    }
    if (vol4 > vol1 && vol4 > vol2 && vol4 > vol3)
    {
        myservo.write(135);
        delay(1000);
    }
}
```

### (五)研究成果模型呈現

綜合而言，本企劃之開發自動轉向小型風力發電機結果如下(圖十四)及(圖十五)所示。



圖十四 自動轉向小型風力發電機側視圖



圖十五 自動轉向小型風力發電機俯視圖

## 五、結論

此自動轉向小型風力發電機模型主要由微型風力發電機構成的風力感測器及 ARDUINO 微控制器及驅動介面電路組成，當風扇受風轉動後，系統程式會判斷最大風力方向，其所發出之電壓訊號傳送至 ARDUINO，經由內部電路及程式把數值呈現出來並比較四點結果，控制器再傳送驅動信號至伺服馬達，使發電機葉片迎風面自動轉向至最大風力位置，達到研究目的。

顯示資料的畫面可由 ARDUINO 的 Arduino Software IDE 連結，除了包含顯示數據的畫面外，亦可以架構資料庫，使擷取的資料作後端處理與提供供未來修改程式及研究。ARDUINO 使用與 C 語言和 C++ 相仿的程式語言，並且提供了包含常見的輸入/輸出函式的函式庫，所以能夠簡單且方便使用，ARDUINO 建構於簡易輸出/輸入 (simple I/O) 介面板，提供程式基於創用 CC 開放原始碼的電路圖設計可依需求自己修改，因此能夠快速推廣到相關研究人員，加入更多的研究。

本研究經過相關文獻回顧探討、製作模型及訊號控制等過程，經整理及歸納列出以下結論，藉由模擬出的模型提供雖然模擬出來的結果在小型或微型風力發電上可以使用，如果要驅動真正整座水平式風力發電機組，靠馬達或機構的方式是否可行還必須評估及測試，在實際的電力需求是非常大的，如靠馬達轉動基座所花費的電力是不是超過發電機組所產生的電力，無法達到真正的效益。此研究能自動轉向不同角度以蒐集風能提高發電效率，未來可應用到真正的風力發電機，期望能夠使風力的應用更加普及來實踐永續發展。且因再生能源有不需成本的優勢，可使未來電價的穩定及降低。

## 六、參考文獻

[1] 維基百科，發電機

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%91%E7%94%B5%E6%9C%BA>

[2] 風能的優點及缺點

<https://goo.gl/QAAZaJ>

[3] 「創次方」

<https://read01.com/Aa4GE5.html>

[4] 葉建甫，小型風力發電機系統之電力轉換器研製

[5] 混合軸風力發電機與垂直軸風力發電之性能分析與比較

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/080817.pdf>

[6] <http://www.speed-rc.com.tw/front/bin/ptdetail.phtml?Part=S3003>

[7] 牛山泉(2010)，基礎風力能源。台灣：全華科技圖書股份有限公司

[8] 溫仁方，小型風力發電機可變葉片角度之設計、開發與測試

<http://handle.ncl.edu.tw/11296/ndltd/65356979930064527670>

## 七、附錄

在計畫執行期間曾參加國立科學工藝博物館2017年全國能源科技創意企畫書比賽。

