

臺北市立大安高級工業職業學校

綜合高中科 電子組

專題報告

光遙控電風扇

Optical Remote Control

學生 組長：游心慈

組員：陳奕安

組員：何品潔

組員：丁宇翔

指導老師：王村益 老師

中華民國 107 年 1 月

臺北市立大安高工 綜合高中科 電子組

專題報告：

## 光遙控電風扇

學生：0415206	游心慈	(簽名)
0415109	陳奕安	(簽名)
0415214	何品潔	(簽名)
0315406	丁宇翔	(簽名)

期末專題報告合格，特予證明

指導老師：王村益 老師

科主任：黃建中 主任

中華民國 107 年 1 月

## 中文摘要

在氣候變遷的這個時代，隨著氣溫的上升，家家戶戶必備的就是電風扇了，但是市售的電風扇只能 100 多度旋轉或是定向不轉。我們想要藉由這次的專題做出可以自由選擇旋轉角度的電風扇，能夠提高使用電風扇的效益，同時也能減少能源的浪費。

我們利用三個感測器，放在電風扇的  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$  的地方，當感測器偵測到光源的觸發即會輸出電壓，再透過 Arduino 控制風扇的開關及伺服馬達擺頭的角度。

感測器是利用二極體的光伏效應，將二極體在逆偏環境下所產生的電流經過 OPA 轉成電壓，再經過儀表放大器來做差動及減法。當 Arduino 接收到電壓時會做判斷，如果大於標準值就會啟動電風扇並旋轉伺服馬達的角度。

關鍵字：電風扇、感測器、光伏效應、儀表放大器、Arduino

## 英文摘要

With the increasing temperature, each and every families are essential with a fan in this climate-changing era. But fans sales on the market can only rotate in a hundred degree or just set at an angle. We want to make a fan can freely choose the angel we want via this proposal. We hope the fan we make can improve the benefits, at the same time, and decrease the wasted energy.

We use three sensors, putting at  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  and  $180^\circ$ . When the sensor detects the trigger of the light, it will output voltage. Then turns the fan on or off and controls the degree of the mortar through Arduino.

Sensor uses photovoltaic effect. Turning the current, produced by putting diode in the condition of reverse bias, into voltage through OPA. And doing differential amplified and subtracted through instrumentation amplifier. Arduino will make a judge when it receives voltage. If the voltage bigger than standard value, the fan will be turned on and rotate the degree of mortar.

Keywords : Fan, sensors, photovoltaic effect, instrumentation amplifier, Arduino

# 目錄

中文摘要.....	3
英文摘要.....	4
目錄.....	5
圖目錄.....	7
第 1 章 概論.....	8
1-1 專題製作背景及目的.....	8
1-2 預期成果.....	8
1-3 製作方法及步驟.....	8
第 2 章 理論探討.....	9
2-1 光伏效應.....	9
2-2 儀表放大器.....	9
2-3 OPA 電流轉電壓.....	10
2-4 SMD5050.....	10
2-5 電風扇 — 720 空心杯.....	11
2-6 伺服馬達 — Tower Pro SG90.....	11
2-7 Altium Designer.....	12
2-8 Arduino.....	12
第 3 章 實驗設計.....	13
3-1 程式.....	13
3-1-1 伺服馬達設定及相關設定.....	13
3-1-2 讀取光感測電路電壓.....	13
3-1-3 Arduino 判斷電壓後改變開關及角度.....	13
3-1-4 將轉動訊號傳給伺服馬達及風扇.....	14
3-2 電路圖.....	14
3-3 電路板.....	15
第 4 章 模擬或實驗成果.....	16
第 5 章 結論與建議.....	17

5-1	結論.....	17
5-2	建議.....	17
	附錄.....	19
附錄一	設備清單.....	19
附錄二	材料清單.....	20
附錄三	研究成員簡歷.....	21
附錄四	貢獻度分配表.....	23

## 圖目錄

圖 2-1 儀表放大器 .....	9
圖 2-2 OPA 電流轉電壓 .....	10
圖 2-3 SMD5050.....	10
圖 2-4 720 空心杯 .....	11
圖 2-5 空心杯加上扇葉 .....	11
圖 2-6 伺服馬達 SG90 .....	11
圖 2-7 Altium Designer .....	12
圖 2-8 Arduino .....	12
圖 3-1 程式概念方塊圖 .....	13
圖 3-2 我們使用的電路圖 .....	14
圖 3-3 我們的電路板 .....	15
圖 4-1 實驗結果(0°).....	16
圖 4-2 實驗結果(90°).....	16
圖 4-3 實驗結果(180°).....	16

# 第1章 概論

## 1-1 專題製作背景及目的

近年來，地球暖化的現象越來越嚴重，溫度越來越高，春天像夏天，夏天時常突破最高溫紀錄，秋冬也不像過往那麼寒冷了，甚至有時溫度如春夏一樣高。考慮到節約能源以保護環境的重要性，改善電風扇的想法就此產生了。

一般市面上的電風扇，旋轉角度都是固定的，不是一百多度不然就是卡住不動，而我們改善電風扇的擺頭，使轉動風向的角度能根據我們的需求增大減小，限制在兩點之間，免於風吹到無人的地方，以減少能源的浪費，達到綠色科技的目的。

## 1-2 預期成果

在能 360 度旋轉的電風扇四周( $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ )加上感測器，如果只有  $0^\circ$  被開啟，則電風扇只會吹向  $0^\circ$ ；如果只有  $90^\circ$  被開啟，則電風扇只會吹向  $90^\circ$ ；如果  $0^\circ$  和  $90^\circ$  同時被開啟，則電風扇會在  $0^\circ\sim 90^\circ$  間旋轉；如果  $0^\circ$  和  $180^\circ$  同時被開啟，則電風扇會在  $0^\circ\sim 180^\circ$  旋轉。希望即使距離遙遠也能輕鬆地運用光線開關電路。

## 1-3 製作方法及步驟

先用藍光濾除環境雜訊，並運用儀表放大器放大環境光與感測光之間的差異，以獲得兩者之間的差，當此差值大於某一定值，即會觸發之後電路。

完成電路的繪製並洗出三塊相同的板子，配置於預先計劃好的三個方向，連接 Mega2560 板、伺服馬達以及風扇，以控制風扇角度及開關。

## 第2章 理論探討

### 2-1 光伏效應

光伏效應是 1839 年由法國物理學家亞歷山大·愛德蒙·貝克勒爾發現。當足夠強大的光輻射能量照射在半導體或半導體與金屬接合部分所產電壓降的現象。在材料不均勻的情況下，也就是半導體形成 PN 接面的時候，會有一個由 N 指向 P 的電場。在電場的作用下，在價電帶受到激勵的電子會激發到導電帶上，和電洞進行相反方向的運動，形成正負兩極。這個效應常用於太陽能電池。

### 2-2 儀表放大器

圖 2-1 是差動放大器的改良，具有輸入緩衝器，不需要輸入阻抗匹配，使放大器適用於測量以及電子儀器上。一個儀表放大器是由三顆 OPA 所組成，分別為兩個輸入端的電壓隨耦器及後段的差動放大器。儀表放大器的特性包括非常低直流偏移、低漂移、低雜訊、非常高的開迴路增益、非常大的共模拒斥比、高輸入阻抗。儀表放大器用於需要精確性和穩定性非常高的電路。

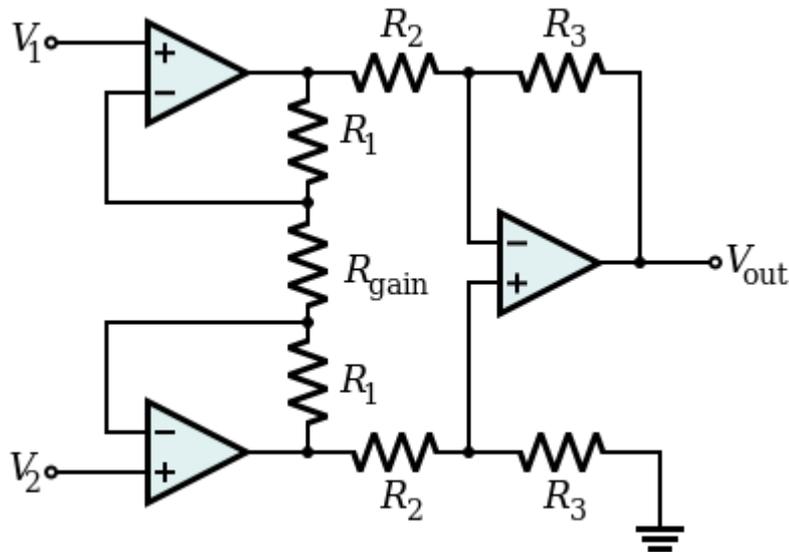


圖 2-1 儀表放大器

### 2-3 OPA 電流轉電壓

如圖 2-2，利用 OPA 輸入端高輸入阻抗之特性，輸入之電流將會流經回授端的電阻上產生壓降，由於虛短路的特性，電阻上的壓降即為輸出電壓。

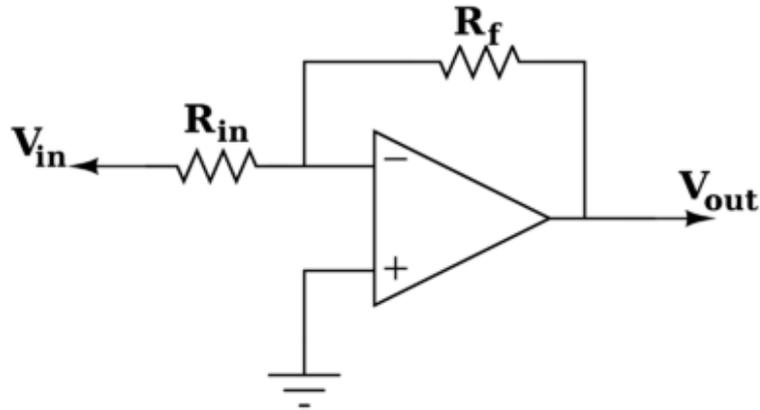


圖 2-2 OPA 電流轉電壓

### 2-4 SMD5050

SMD5050 是由三顆 LED 所組成，分別為紅光、綠光、藍光。5050 的燈條常被用於要求高亮度、高質量的工程，例如銀行標識。

在本次專題中，因為紅光的能量最高，所以我們使用紅光作為光感測器，並利用光伏效應產生電流，達到感測的功能；而藍光能量較環境光高，我們使用藍光做為照明使用，並且可以濾除背景雜訊的干擾。

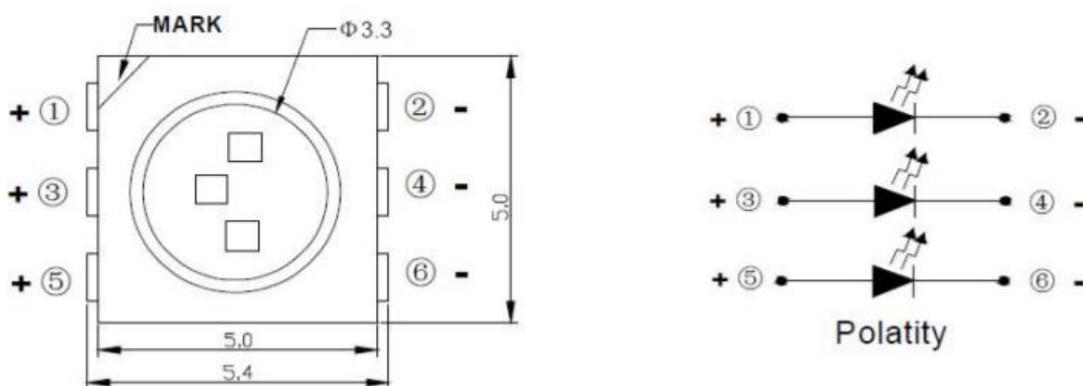


圖 2-3 SMD5050

## 2-5 電風扇 — 720 空心杯

720 空心杯(如圖 2-5)是長度 20mm 直徑 7mm 的直流馬達，使用 3V 電壓，空載轉速 48000RPM、負載轉速 17000RPM，多用於遙控飛機。

在本次的專題中，我們加上扇葉用來當作我們的電風扇(如圖 2-4 所示)。



圖 2-5 720 空心杯



圖 2-4 空心杯加上扇葉

## 2-6 伺服馬達 — Tower Pro SG90

SG90(圖 2-6)使用 4.8V-6V 電壓，在 4.8V 時，轉矩為 1.8kg/cm、運轉速度:0.1 秒/60 度；脈波寬度範圍為 500~2400 $\mu$ s，死頻帶寬度為 10 $\mu$ s。

在本次的專題中，我們採用此伺服馬達是因為他能夠精準地控制角度，而最大轉角為 180 度，與平常家裡所用的電風扇角度較相同，更能模擬狀況。



圖 2-6 伺服馬達 SG90

## 2-7 Altium Designer

Altium designer(圖 2-7)是 Altium 公司開發的一款電子設計自動化軟體，用於原理圖、PCB、FPGA 設計。結合了板級設計與 FPGA 設計。在高速電路板布線方面，可進行差分對布線。



圖 2-7 Altium Designer

## 2-8 Arduino

Arduino(圖 2-8)是一個開放原始碼的單晶片微控制器，使用 Atmel AVR 單晶片，採用了開放原始碼的軟硬體平台，建構於簡易輸出/輸入介面板，並且具有使用類似 Java、C 語言的開發環境。內建有 ADC 及 PWM 方式輸出的 DAC，可透過感測器取得生活中物理量。

我們所使用的是 Mega2560 的板子，Arduino Mega2560 是一塊以 ATmega2560 為核心的微控制器開發板，本身具有 54 組數位 I/O input/output 端（其中 14 組可做 PWM 輸出），16 組模擬比輸入端，4 組 UART（hardware serial ports），使用 16 MHz crystal oscillator。由於具有 bootloader，因此能夠通過 USB 直接下載程式而不需經過其他外部燒入器。供電部份可選擇由 USB 直接提供電源，或者使用 AC-to-DC adapter 及電池作為外部供電。



圖 2-8 Arduino

## 第3章 實驗設計

### 3-1 程式

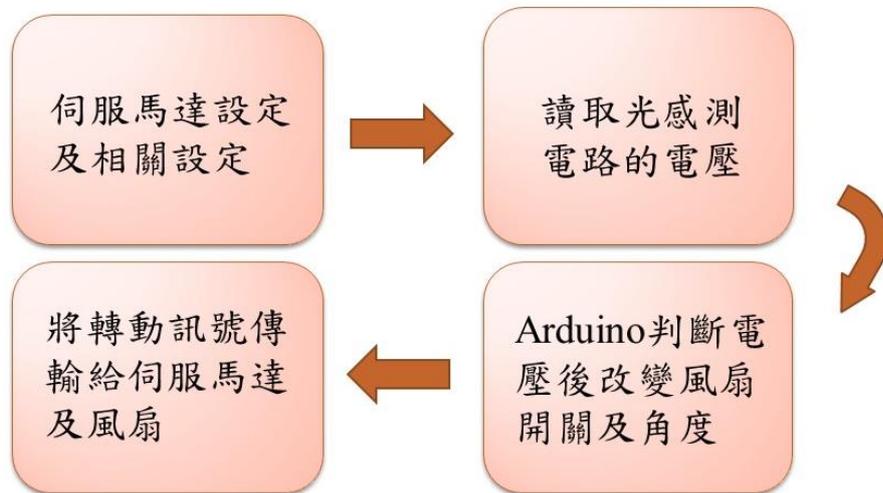


圖 3-1 程式概念方塊圖

#### 3-1-1 伺服馬達設定及相關設定

```
int ap0 = 3; int ap90 = 4; int ap180 = 5; //指定 0,90,180 度感測器為 3,4,5 腳  
int v0 = 0; int v90 = 0; int v180 = 0; //預設感測電壓皆為 0  
int x0 = 0; int x90 = 0; int x180 = 0; //預設開關皆關閉  
analogReference(DEFAULT); //將 5V 分割成 0-1023 份
```

#### 3-1-2 讀取光感測電路電壓

```
v0 = analogRead(ap0); //讀取 0 度,90 度,180 度光感測器的電壓  
v90 = analogRead(ap90); v180 = analogRead(ap180);  
Voltage_judgment(); //判斷開關變數的開啟與關閉  
motor(); //根據開關變數決定轉動角度
```

#### 3-1-3 Arduino 判斷電壓後改變開關及角度

```
void Voltage_judgment(){  
v0 = analogRead(ap0);  
while(v0 > 800){  
x0++;if(x0 >= 2){x0=0;}  
v0 = analogRead(ap0);
```

```

time = millis();
if(v0 < 800){break;}
}
if (x0==0 && x90==0 && x180==0){flag = 0; angle1 = 0; angle2 = 0;}

```

### 3-1-4 將轉動訊號傳給伺服馬達及風扇

```

if(flag == 0){digitalWrite(fun,LOW);} //flag 為 0 風扇關閉
time = millis();
while(millis() - time < 700)
{ Voltage_judgment();}

```

## 3-2 電路圖

如圖 3-2，LED1 為環境光，LED2 為感測光，兩個光感測器利用光伏效應產生電流，經過 OPA 電流轉電壓放大 1M 倍，在兩個 OPA 輸出端得到我們拿來做比較的兩個電壓。經過儀表放大器可以對兩個訊號做差動放大，濾除我們不需要的雜訊，並且經過中間的 5.1k 及 1k 歐姆的電阻放大 11 倍，最後經過後面的減法器再放大 33 倍；若 LED2 接受到感測光，最後面的輸出端即會得到電壓，進而驅動 Arduino。

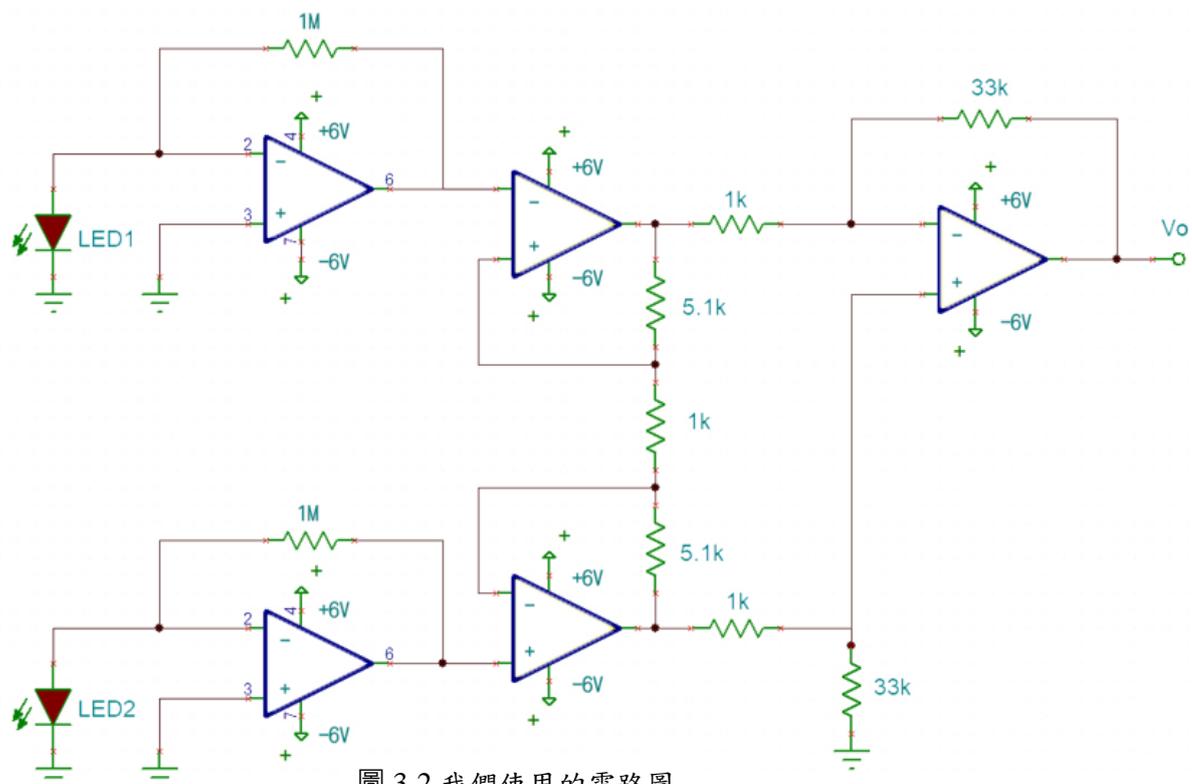


圖 3-2 我們使用的電路圖

### 3-3 電路板

如圖 3-3，我們設計兩個電源輸入端以便我們的整體架構佈線，LED1 用於感測環境光，LED2 用於感測信號光，我們將它們之間的距離拉開，以便手電筒拉遠而無聚焦時，同時照射到兩個感測器會無法動作。

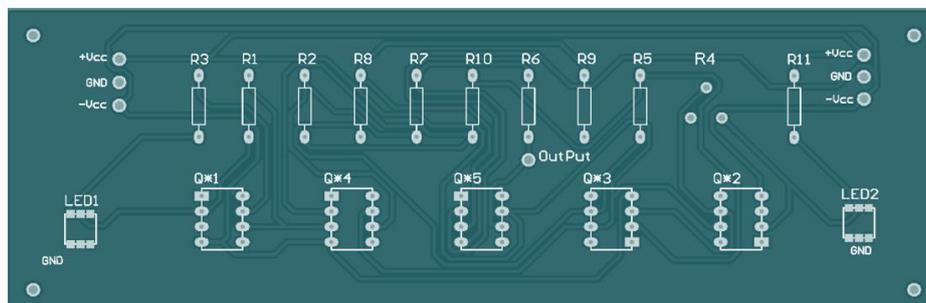


圖 3-3 我們的電路板

## 第4章 模擬或實驗成果

圖 4-1 是第一種實驗結果，當我們只對  $0^\circ$  的感測器照光時，伺服馬達使電風扇面向  $0^\circ$  的位置並將電風扇打開。再照一下  $0^\circ$  的光感測器後，電風扇關閉。

圖 4-2 是第二種實驗結果，當我們分別對  $0^\circ$  及  $90^\circ$  的感測器照光後，伺服馬達會讓風扇在  $0^\circ$  及  $90^\circ$  間擺頭，並將電風扇打開。再各照一次  $0^\circ$  及  $90^\circ$  的感測器後，伺服馬達使電風扇面向  $0^\circ$ ，電風扇關閉。

圖 4-3 是第三種實驗結果，當我們分別對三塊電路板 ( $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ ) 照光，伺服馬達在  $0^\circ$  及  $180^\circ$  中間旋轉，並將電風扇打開。再各照一次  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$  的感測器後，伺服馬達使電風扇面向  $0^\circ$  度，電風扇關閉。

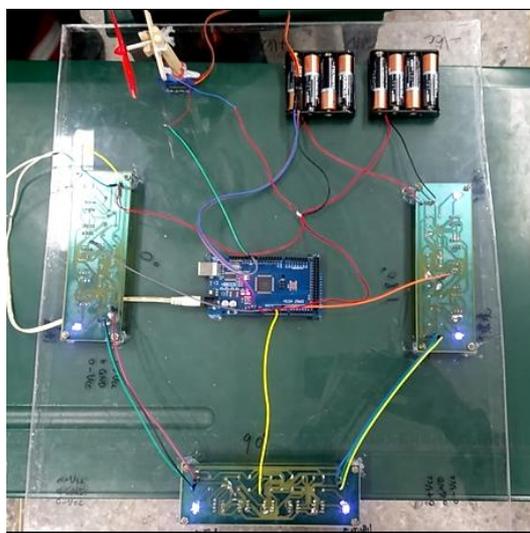


圖 4-1 實驗結果( $0^\circ$ )

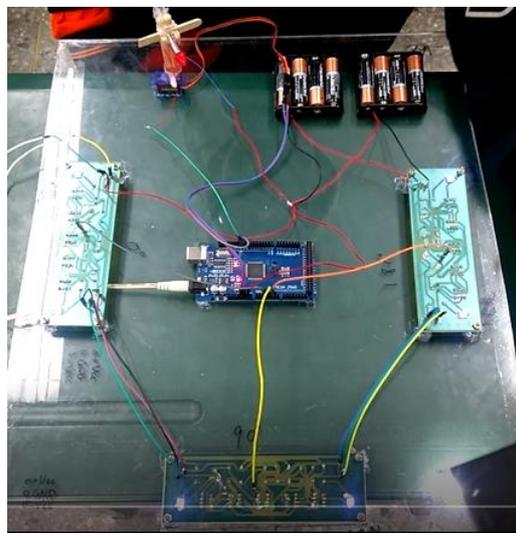


圖 4-2 實驗結果( $90^\circ$ )

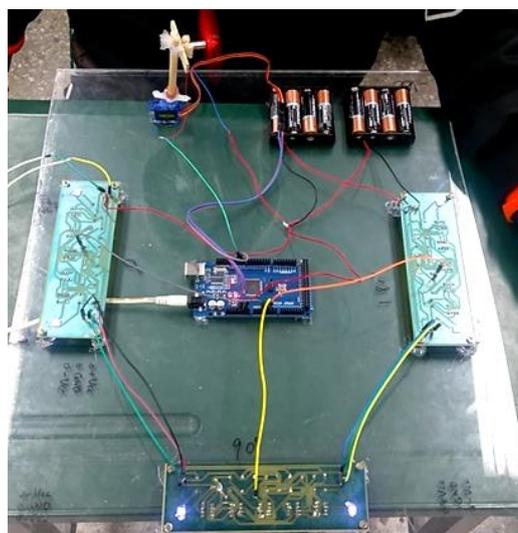


圖 4-3 實驗結果( $180^\circ$ )

## 第5章 結論與建議

### 5-1 結論

雖然現在幾乎達到我們當初所想的功能了，但是感覺上還是缺少了點什麼，本來希望可以讓他像教室電風扇一樣 360 度的旋轉只剩下 180 度，跟市售的電風扇差別相對的小上許多。本來預期他能像一般的電風扇有風速大小的不同，但時間分配上出了問題，導致我們根本來不及去做這一塊的嘗試。我們設計好的電路，為了電路的穩定性應該要加上整流、濾波，也是時間分配上的問題，我們最後只將濾波部分做出後就停止了。

這幾個月來我們學到許多東西，也真正的活用了課本裡面教的內容，讓我們體會到若要深入的學習絕對不能只靠課本，因為課本裡面寫的只是基礎中的基礎。我們也因為專題的緣故開始會去看相關方面的書籍、網頁，雖然最後的成品可能不像我們預期中的美好，但也是引導我們更深入這個領域的一種契機，也讓我們看清理想與實際的差別。

### 5-2 建議

我們希望能改善電路的穩定度，不要讓雜訊觸動開關；增加 LED 的功能，讓電路被開啟時，照明用的藍燈切成綠燈，而不是一直藍燈常亮；更改使用的運算放大器，我們現在使用的 uA741 只是因為易取得、成本低，希望換成精密的 OPA 增加穩定度，並且增加增益，改善感測的距離，在使用上能夠更便利；增加整流、濾波電路在電路輸出端，使整個電路更穩定，也使 Arduino 更精準地抓到數值。

## 參考文獻

- [1] 梅克 2 工作室。Arduino 微電腦控制實習(OZONE 適用)-邁向 AMA 中級先進微控制器應用認證。新北市：台科大圖書公司。
- [2] 楊仁元、張顯盛、林家德。專題製作理論與呈現技巧增訂版(Office 2010 版)。新北市：台科大圖書公司。
- [3] 黃仲宇、梁正。基本電學 I、II。新北市：台科大圖書公司。
- [4] 徐慶堂、黃天祥。電子學 I、II。新北市：台科大圖書公司。
- [5] 楊仁元、李月娥。電子電路實習。新北市：龍騰文化事業公司。
- [6] Arduino。 <https://www.arduino.cc>。
- [7] 維基百科。 <https://goo.gl/HcK4br>
- [8] 伺服馬達 SG90。 <https://goo.gl/2C888W>。
- [9] SMD5050。 <https://goo.gl/DhhEuX>。
- [10] 720 空心杯。 <https://goo.gl/hPFb9n>。



## 附錄二 材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
零件	SMD5050	顆	6	光源感測、照明	
零件	uA741	顆	15	OPA 電路	
零件	Arduino Mega2560	片	1	驅動馬達與風扇	
零件	壓克力板	片	1	機構機體	
零件	Towwer Pro SG90	個	2	伺服馬達	
零件	720 空心杯	個	1	風扇馬達	
零件	半可調式可變電阻_10MΩ	顆	3	OPA 電流轉電壓	
零件	PCB 單面板	片	3	電路板	

### 附錄三 研究成員簡歷

姓名	游心慈	班級	綜高三愛	
曾修習專業科目	電子學實習 數位邏輯實習 基本電學實習 電子電路實習 微處理器實習			
參與專題工作項目	工作分配、硬體規劃、硬體製作、機構整合、報告書撰寫			
經歷簡介	1. 105 年度總務幹事 2. 工業電子丙級技術士 3. 105 年度材料管理員 4. 106 年度班長			

姓名	陳奕安	班級	綜高三愛	
曾修習專業科目	電子學實習 數位邏輯實習 基本電學實習 電子電路實習 微處理器實習			
參與專題工作項目	硬體規劃、硬體製作、機構整合、簡報製作			
經歷簡介	1. 106 年度總務幹事 2. 工業電子丙級技術士 3. 105 年度內掃幹事 4. 104 年度衛生糾評隊			

姓名	何品潔	班級	綜高三愛	
曾修習專業科目	電子學實習 數位邏輯實習 基本電學實習 電子電路實習 微處理器實習			
參與專題工作項目	硬體規劃、硬體製作、機構規劃			
經歷簡介	1. 104 年度外掃幹事 2. 工業電子丙級技術士 3. 105 年度總務幹事 4. 106 年度安全管理員			

姓名	丁宇翔	班級	綜高三愛	
曾修習專業科目	電子學實習 數位邏輯實習 基本電學實習 電子電路實習 微處理器實習			
參與專題工作項目	軟體設計、硬體製作、機構整合			
經歷簡介	1. 電腦裝修丙級技術士 2. 103 年榮服隊 3. 104 年度外掃幹事			

#### 附錄四 貢獻度分配表

