

# 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 工程學(一)科

佳作

052306

逆轉黑暗

學校名稱：國立彰化師範大學附屬高級工業職業學校

作者：  高二 彭頌勛  高二 陳宇賢  高二 許育瑄	指導老師：  吳孟賢  林允正
---	-----------------------------

關鍵詞：追光系統、三點支撐旋轉、導光管

## 摘要

光線在我們生活中是不可或缺的，導光管能將在屋外的自然光導入屋內節省能源，而本研究將普遍固定不動的導光管結合本研究的追光系統改善固定角度的問題，讓導光管能垂直的朝向太陽，即可增加屋內的光線，本研究的追光系統運用三點接面的原理使用三個支架，透過推桿改變支架的高低形成不同角度的斜面來達成追光。

## 壹、研究動機

當我們在光線不足的室內想看見物體時，便需要把燈打開。然而，燈的亮度要消耗一定的電力去維持，假如忘記關燈，便造成了能源的浪費。

「自然光無處不在，是取之不盡、用之不竭、且清潔無污染的能源。人們所使用的常規能源都存在不同程度的污染，例如造成酸雨，使地球暖化，危害了人類和動植物的生存。」(文獻一)，於是我們想要將陽光導進房子裡，不僅可以不用開關燈，也不會因為忘記關燈而造成浪費，但是太陽是會因為季節、時間不同，導致太陽仰角變化，不會停在同一個角度，所以我們想解決這個問題，決定設計可以跟著光移動的裝置，且將成品命名為追光板。

## 貳、研究目的

本作品經過研究後希望達成的目的為：

- 一、可利用 CPLD 控制馬達正反轉，使伸縮桿上下移動
- 二、可將伸縮桿帶動追光板傾斜角度
- 三、追光板能追光線，使追光板能與光線趨近垂直
- 四、導光管能傳遞光線

## 參、研究設備及器材

### 一、複雜可程式化邏輯裝置 (Complex Programmable Logic Device, CPLD)

複雜可程式邏輯裝置，CPLD 適合用來實現各種運算和組合邏輯。一顆 CPLD 內包含了數顆的 PAL，各 PAL 間的互接連線也可以進程式性的規劃、燒錄；規劃的方法有三種：圖形編輯法、(HDL) 編輯法、波形編輯法。

CPLD 運用這種多合一的整合作法，使其一顆就能實現數千個邏輯閘，甚至數十萬個邏輯閘才能構成的電路。不僅解決了 IC 用量變多容易接線和假焊錯誤或是雜訊問題，還可重覆燒錄並免於擔心自己設計的智慧結晶遭受竊取。

此次使用 CPLD 的理由：

#### (一) 指令更改速度快

相較於 Arduino 偵測到數值後，需要將全部的指令跑完，才可以進行下一次的偵測，CPLD 如果在執行現階段的指令，突然接收到新的數值後，可以馬上執行新的指令。

#### (二) 規劃方式簡易

Arduino 規劃程式時，須上網找可操作的指令，且要做到完美的電路往往需要耗上很長的時間。CPLD 只需利用實習課所學，列出真質表、畫出卡諾圖、化簡出最簡布林代數式，再以老師所教的可配合軟體 Quartus II 繪製邏輯閘組合即可，故選用 CPLD 作為本次控制電路的核心。



圖 3-1 CPLD 控制器

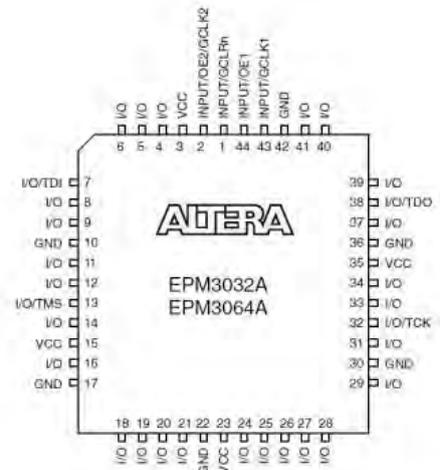


圖 3-2 EPM3064A

## 二、施密斯反閘：

施密特觸發器 CD40106 此 IC 含有施密特構造之反閘 (NOT)，電路具有上限與下限之兩個電壓準位 (VU 與 VL)，一般邏輯閘只有一個電壓準位，當輸入大於 VU 或小於 VL 電路才会有變化，用來處理一些訊號電壓上升或下降的時間過長，使電路輸入端長期暴露在狀態不明的準位上 (電壓準位介於 VU 和 VL 之間)。

感光系統的偏壓是控制整個追光板偏轉的核心，此研究的電路是使用光敏電阻串聯可變電阻，透過光的照射強度改變其分壓結果，再將可變電阻分壓的值輸入至 CD40106 來穩定訊號，用以辨識設置處是否有光照射。透過不同角度照射光敏電阻，會因為被檔板遮光產生電阻值的變化，考量追光效果，所以可變電阻的值需為光直射和斜射光敏電阻的值之中間，才能準確的達成追光。



圖 3-3 施密斯反閘

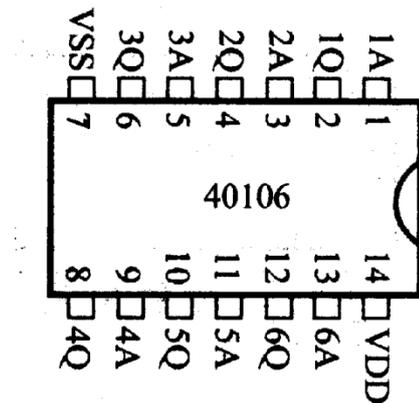


圖 3-4 CD40106 接腳圖

## 三、L298N

### (一) 腳位介紹

L298N 的左右兩側可以分別個接一組馬達 (M1、M2)，下側腳位由左至右分別為，+12V 輸入、GND 接地、+5V 輸出、ENA、IN1、IN2、IN3、IN4、ENB，如圖 3-5。

## (二) 功能

L298N 為雙路 H 橋式的馬達的驅動模組，驅動電壓為 7V~12V (+12V 位置) 的時候，可以引出 5V 電壓 (+5V 位置) 供外部使用。

## (三) 驅動方式

由於是雙路的 H 橋，所以可以同時驅動兩個馬達，在 ENA 和 ENB 輸入 1 後，改變 IN1、IN2、IN3、IN4 輸入的值可以使 M1、M2 正反轉，情狀如表 (一)

表 (一) 情狀表

直流馬達	旋轉方式	IN1	IN2	IN3	IN4
M1	正轉	1	0	X	X
	反轉	0	1	X	X
	停止	0	0	X	X
M2	正轉	X	X	1	0
	反轉	X	X	0	1
	停止	X	X	0	0



圖 3-5 L298N

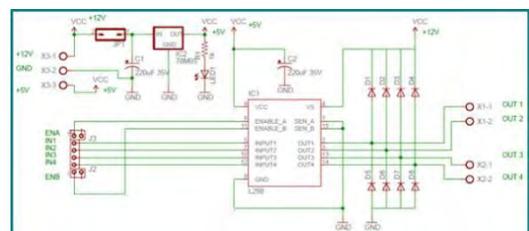


圖 3-6 L298N 電路原理圖

#### 四、其他電子材料及工具

本作品使用到的相關材料及工具如下圖 3-7 至圖 3-18



圖 3-7 直流馬達



圖 3-8 齒輪減速機

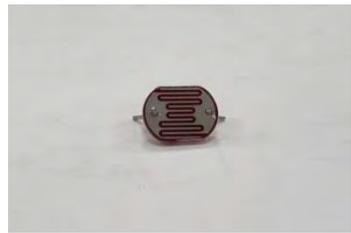


圖 3-9 光敏電阻

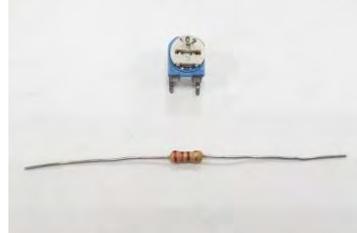


圖 3-10 可變電阻、色碼電阻



圖 3-11 1117 穩壓 IC



圖 3-12 螺絲、螺帽



圖 3-13 軸承



圖 3-14 斜口鉗



圖 3-15 尖嘴鉗



圖 3-16 剝線鉗



圖 3-17 電烙鐵

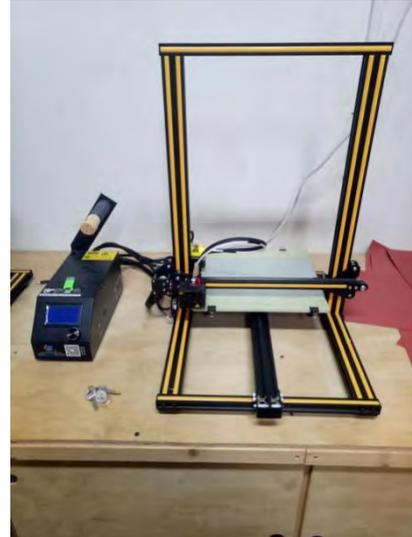


圖 3-18 3D 列印機

#### 肆、研究過程或方法



圖 4-1 研究流程圖

## 一、文獻探討

目前雙軸太陽能追日器之機構運作型式，大致可分為下列兩種：

(一) 立柱式雙軸追日器，如圖 4-2 所示：主要結構有一立在地上的柱子和加在柱子上的扭力管，中間使用一體成型的雙回轉裝置機構，來連結達成雙軸追蹤，屬於仰角、方位角運作型式的太陽能追日器。

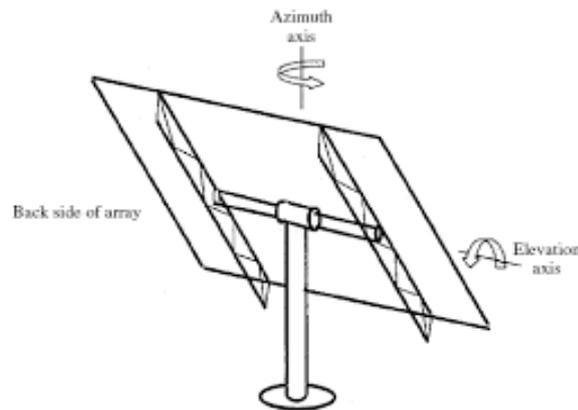


圖 4-2 立柱式雙軸追日器

(二) 扭力管式雙軸追日器，如圖 4-3 所示：是所有聚光型太陽能模組，都靠中間的大型扭力管及底下立柱支撐，中間則是回轉裝置及線性致動器兩種傳動機構，配合屬於東西—南北向運作型式的雙軸追日器。

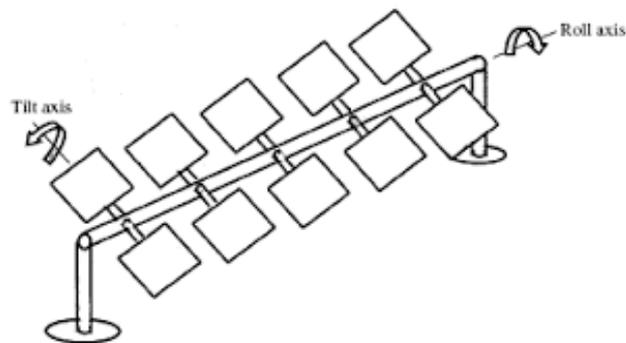


圖 4-3 扭力管式雙軸追日器

而本研究設計出的三點接面原理雖然較於雙軸式的繁瑣，但是透過這樣的設計，板面除了安裝太陽能板以外，還能使用中間保留下來的空間裝置導光管將自然光引進屋內，加入導光館的理念後，讓本裝置不但能使太陽能板追光發電，還能讓屋內採光度增加。

## 二、擬定實驗方法

- (一) 設計實驗架構
- (二) 馬達的選用
- (三) 設計電路、邏輯圖
- (四) 模型設計與製作
- (五) 實體製作

## 三、設計實驗架構

- (一) 系統架構圖

本實驗的系統架構如圖 4-4 在光敏電阻 (CDS) 受到光照後，傳遞訊號至住主電路 (40106、CPLD) 輸出給馬達驅動器 (L298N)，讓馬達進行正反轉帶動追光板偏轉，且達成光線與板面垂直。

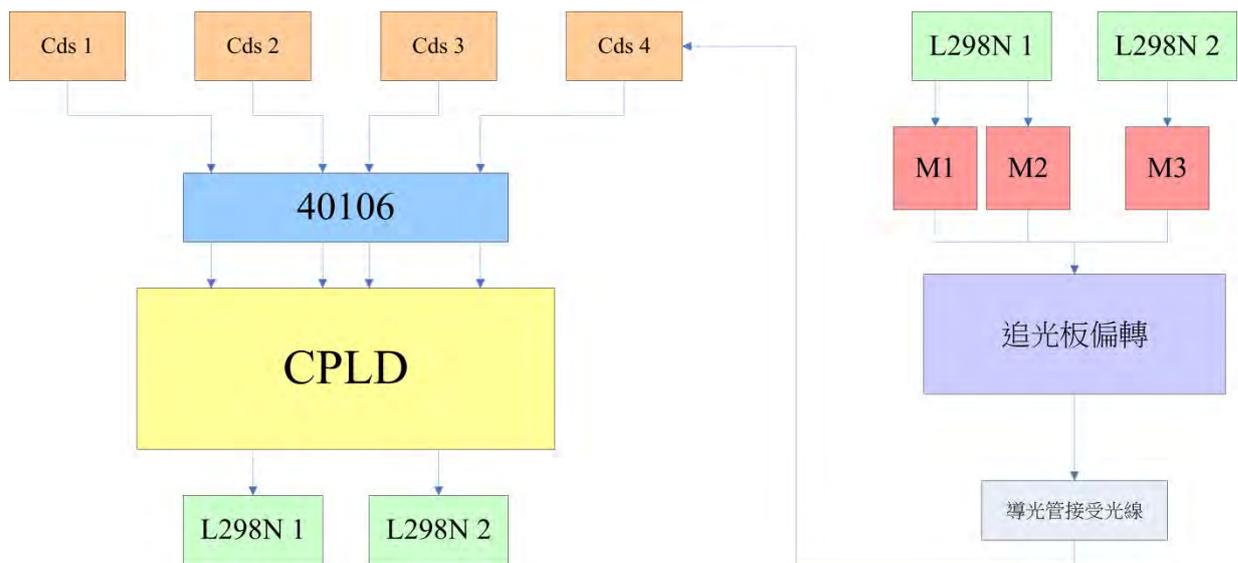


圖 4-4 系統架構圖

## (二) 繪製草圖

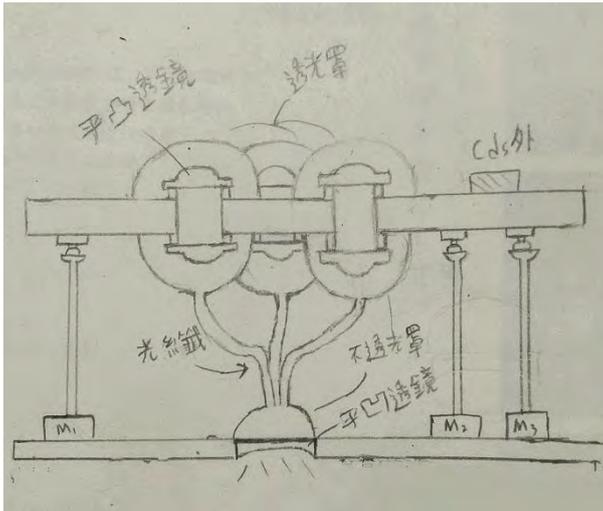


圖 4-5 模型縱面圖

圖 4-5 為模型縱面圖，底部為三個馬達支架，接收到四個光敏電阻的訊號後主電路控制 M1、M2、M3 正反轉來達成板面偏轉，本研究將導光管置於板面中間，底部連接光纖再接入屋內，即可將光線導至室內。

## (三) 設計追光板

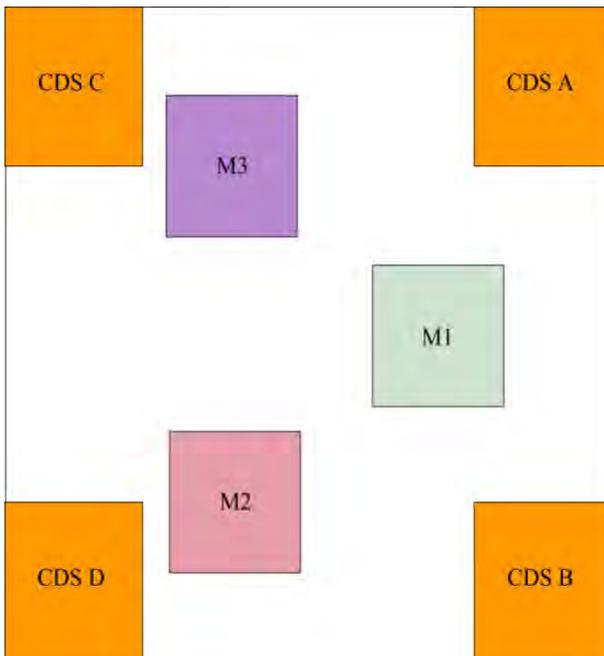


圖 4-6 版面配置圖

為了要確認太陽的方位本實驗設計在板面上四個角落裝置四個光敏電阻（CDSA、CDSB、CDSC、CSDS）如圖 4-6，透過檢測四個光敏電阻的值，就可以知道太陽的方位。

## 四、實驗材料的選用

在設計電路的過程我們遇到了要選擇哪種馬達的問題，所以我們設計了兩種馬達的電路及固定器、連軸器和伸縮桿進行測試。

### （一）步進馬達的升降測試

實驗方法：我們使用 SKETCHUP 軟體繪出馬達的固定器、連軸器和伸縮桿的模型圖，並用 3D 列印印出，以及 ARDUINO 寫出，兩個光敏電阻控制步進馬達正反轉的程式，就可以觀察伸縮桿的上升和下降。

### （二）直流馬達的升降測試

實驗方法：一樣使用 SKETCHUP 軟體繪出馬達的固定器、連軸器和伸縮桿的模型圖,並用 3D 列印印出，以及 ARDUINO 寫出，兩個光敏電阻搭配 L298N 控制直流馬達正反轉的程式，以觀察伸縮桿的上升和下降。

表（二）比較數據

比較	步進馬達	直流馬達
整體的上升速度	較慢	較快
轉數的精密度	可用程式準確控制轉的次數	可透過通電的時間控制轉數
正反轉的控制方法	在程式裡控制	使用 L298N 控制

### （三）結論

步進馬達速度較慢會讓效果不明顯，而其部分操作方法不同，但最後的效果是相同的，所以決定採用直流馬達當作我們電路的馬達。

## 五、設計電路、邏輯圖

### （一）電路圖

電路圖的左側為光敏電阻的分壓電路，因為光敏電阻的電阻值與光線強度成反比，所以串聯一個電阻與可變電阻即可進行分壓，將光線照射的強度轉換成高電壓或低電壓，中間部份為 CD40106（施密特觸發器）和 CPLD，CD40106 能將浮動的高電壓和低電壓限制在一個上準位和下準位，用於提高訊號的穩定度，CPLD 則是整

體電路的核心，燒入設計的邏輯電路後，可以控制右測部份的電路，右側部份為 L298N 和直流馬達，這部份用於讓追光板偏轉傾斜。

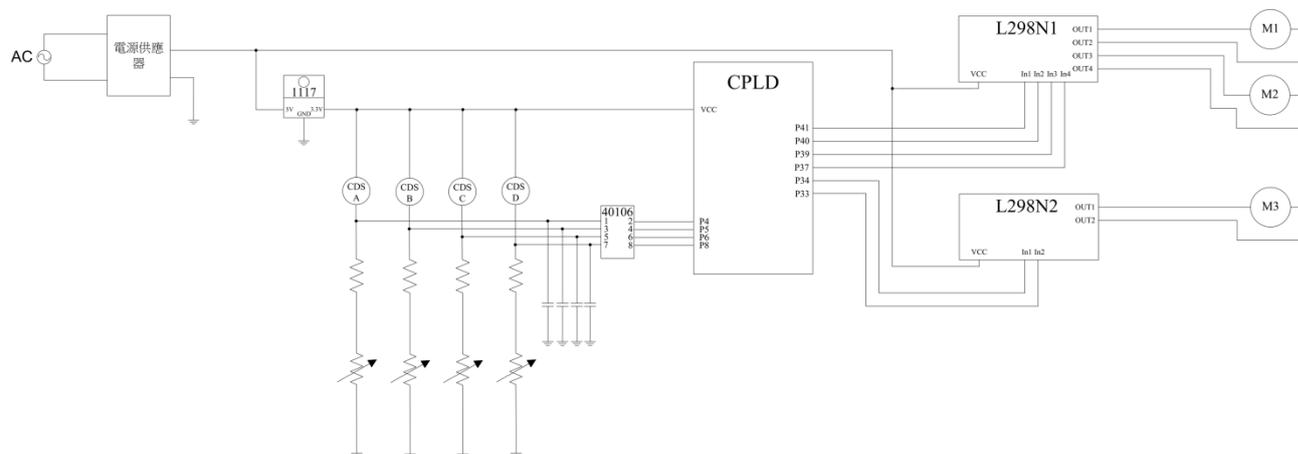


圖 4-7 電路圖

## (二) 接線圖

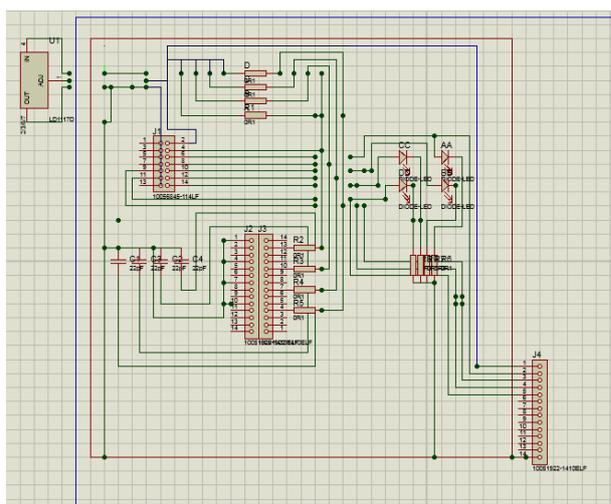


圖 4-8 電路接線圖

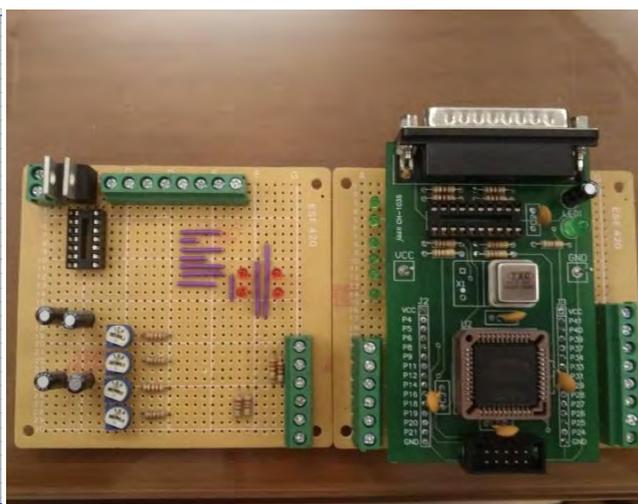


圖 4-9 電路實體圖

## (三) 製作真值表

### 1. 定義

將 A、B、C、D，4 個光敏電阻傳給 CPLD 的訊號設為 0 代表有接受到光，反之 1 代表沒有接受到光。

以下分別為 L298N 控制三個馬達的腳位命名

M11 為第一個 L298N 的 IN1

M12 為第一個 L298N 的 IN2

M21 為第一個 L298N 的 IN3

M22 為第一個 L298N 的 IN4

M31 為第二個 L298N 的 IN1

M32 為第二個 L298N 的 IN2

(M11, MJ2) 為 (0, 0) 設為不動、(0, 1) 設為逆轉、(1, 0) 設為正轉, (M21, M22)、(M31, M32) 也是如此。

## 2. 情況

本研究將全部的情況包含實際會出現的和不會出現的整理出 16 種情況：

- (1) 若只有 A、B 照射到太陽，也就是右側，則 M1 下降、M2 上升、M3 上升。
- (2) 若只有 B、D 照射到太陽，也就是下側，則 M1 不動、M2 下降、M3 上升。
- (3) 若只有 C、D 照射到太陽，也就是左側，則 M1 上升、M2 下降、M3 下降。
- (4) 若只有 A、C 照射到太陽，也就是上側，則 M1 不動、M2 上升、M3 下降。
- (5) 若只有 A 照射到太陽，也就是右上側，則 M1 下降、M2 上升、M3 上升，之後太陽將改成照射 A、C 同 (4) 則 M1 不動、M2 上升、M3 下降。
- (6) 若只有 B 照射到太陽，也就是右下側，則 M1 下降、M2 上升、M3 上升，之後太陽將改成照射 B、D 同 (5) 則 M1 不動、M2 下降、M3 上升。
- (7) 若只有 C 照射到太陽，也就是左上側，則 M1 上升、M2 下降、M3 下降，之後太陽將改成照射 A、C 同 (4) 則 M1 不動、M2 上升、M3 下降。
- (8) 若只有 D 照射到太陽，也就是左下側，則 M1 上升、M2 下降、M3 下降，之後太陽將改成照射 B、D 同 (2) 則 M1 不動、M2 下降、M3 上升。
- (9) 若只有 A、B、C 照射到太陽則同 (5) 動作。
- (10) 若只有 A、B、D 照射到太陽則同 (6) 動作。
- (11) 若只有 A、C、D 照射到太陽則同 (7) 動作。
- (12) 若只有 B、C、D 照射到太陽則同 (8) 動作。
- (13) 若 A、B、C、D 都照射到太陽，則馬達都不動作。
- (14) 若 A、B、C、D 都沒有照射到太陽，則馬達都不動作。

(15) 若只有 A、D 照射到太陽，則同 (13) 動作。

(16) 若只有 B、C 照射到太陽，則同 (13) 動作。

將上述的 16 種情況整理成下表 (三)

表 (三) 真值表

A	B	C	D	M11	M12	M21	M22	M31	M32	馬達動作	板面情況
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M1 停止、M2 停止、M3 停止	不動
0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	M1 上升、M2 下降、M3 下降	轉向至西
0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	M1 上升、M2 下降、M3 下降	轉向至西
0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	M1 上升、M2 下降、M3 下降	轉向至西
0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	M1 下降、M2 上升、M3 上升	轉向至東
0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	M1 停止、M2 下降、M3 上升	轉向至南
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	M1 停止、M2 停止、M3 停止	不動
0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	M1 上升、M2 下降、M3 下降	轉向至西
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	M1 下降、M2 上升、M3 上升	轉向至東
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	M1 停止、M2 停止、M3 停止	不動
1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	M1 停止、M2 上升、M3 下降	轉向至北
1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	M1 上升、M2 下降、M3 下降	轉向至西
1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	M1 下降、M2 上升、M3 上升	轉向至東
1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	M1 下降、M2 上升、M3 上升	轉向至東
1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	M1 下降、M2 上升、M3 上升	轉向至東
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	M1 停止、M2 停止、M3 停止	不動

(四) 卡諾圖化簡

由上真值表進行卡諾圖化簡得出表(四)

表(四) 卡諾圖化簡

馬達	卡諾圖					簡化的結果
M11	CD\AB	00	01	11	10	$M11(A, B, C, D)$ $= AC'D' + BC'D' + ABC' + ABD'$
	00	0	1	1	1	
	01	0	0	1	0	
	11	0	0	0	0	
	10	0	0	1	0	
M12	CD\AB	00	01	11	10	$M12(A, B, C, D)$ $= A'B'C + A'B'D + A'CD + B'CD$
	00	0	0	0	0	
	01	1	0	0	0	
	11	1	1	0	1	
	10	1	0	0	0	
M21	CD\AB	00	01	11	10	$M21(A, B, C, D)$ $= A'D + A'B'C + B'CD$
	00	0	0	0	0	
	01	1	1	0	0	
	11	1	1	0	1	
	10	1	0	0	0	
M22	CD\AB	00	01	11	10	$M22(A, B, C, D)$ $= AD' + ABC' + BC'D'$
	00	0	1	1	1	
	01	0	0	1	0	
	11	0	0	0	0	
	10	0	0	1	1	

M31	CD\AB	00	01	11	10	M31(A , B , C , D) $=B'C+A'CD+A'B'D$
	00	0	0	0	0	
	01	1	0	0	0	
	11	1	1	0	1	
	10	1	0	0	1	
M32	CD\AB	00	01	11	10	M32(A , B , C , D) $=BC'+ABD'+AC'D'$
	00	0	1	1	1	
	01	0	1	1	0	
	11	0	0	0	0	
	10	0	0	1	0	

(五) 邏輯電路圖

將卡諾圖化簡的結果藉由軟體 QUARTUS II 來完成邏輯電路如圖 4-10

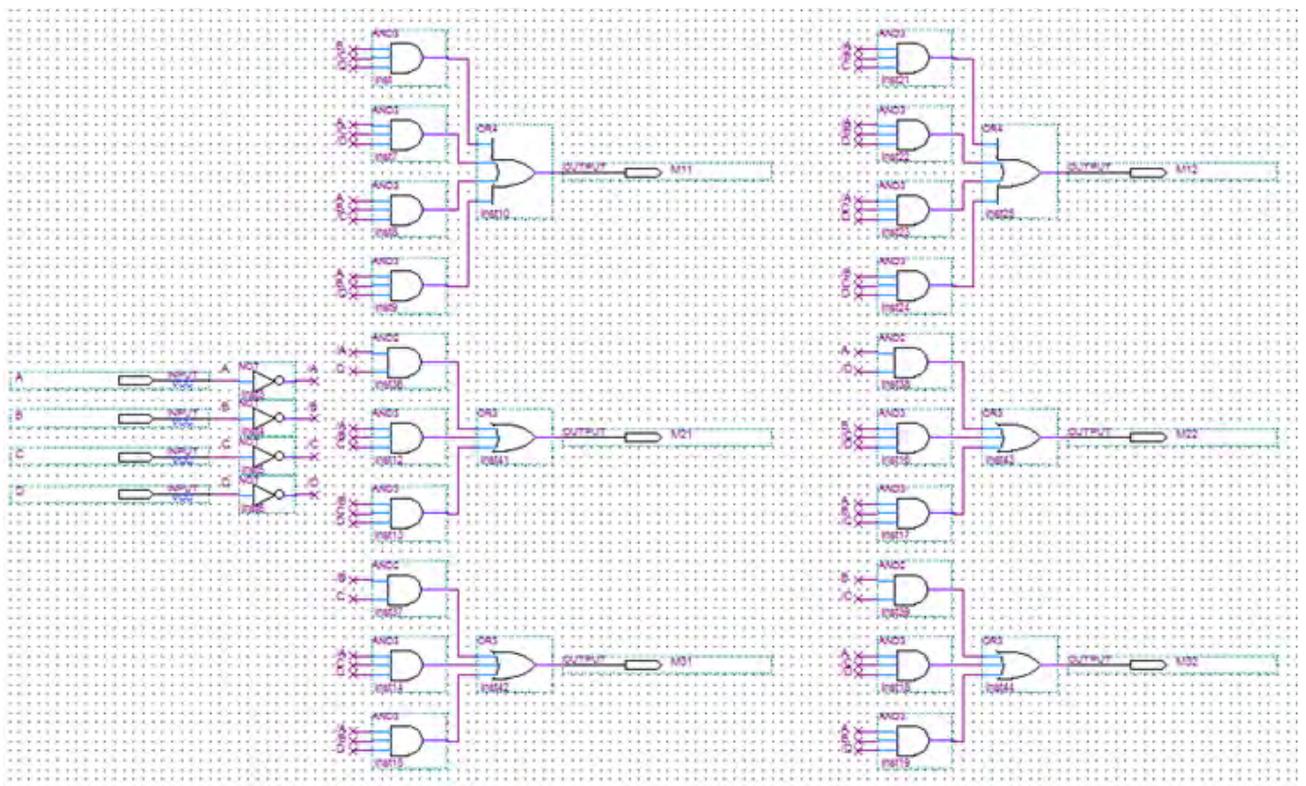


圖 4-10 邏輯電路圖

## 六、模型設計與製作

### (一) 設計圖

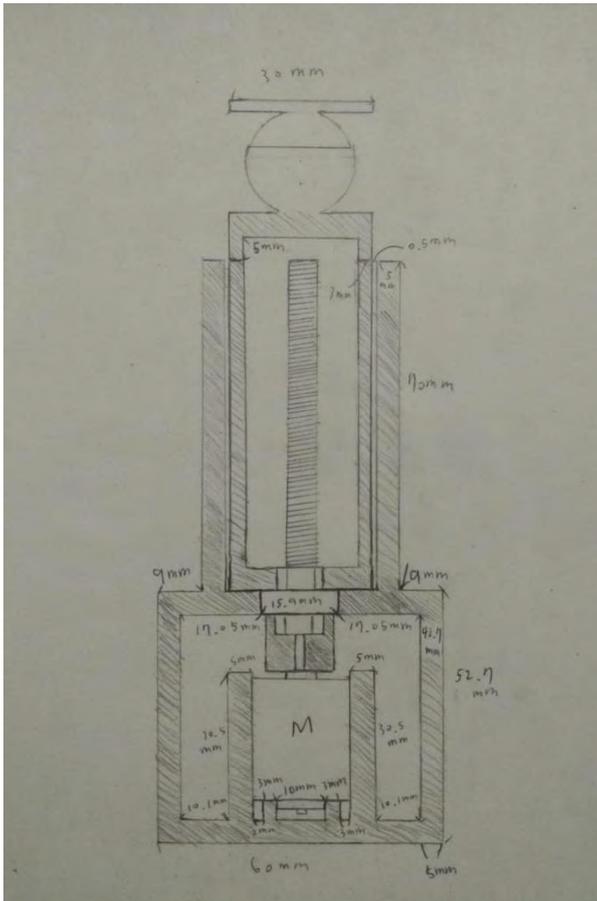


圖 4-11 馬達支架設計圖

圖 4-11 為馬達支架的設計圖，一般情況下，馬達與螺桿連接時轉動不能讓螺桿上的螺帽上下移動，螺帽會跟著馬達同步轉動，為了要讓螺帽上下移動，必須要有外力固定著螺帽，才能將螺旋運動轉換成直線運動，所以本研究按照材料的尺寸大小設計出，可以放置馬達的馬達盒、隨著螺帽上升和下降的伸縮桿、固定螺帽的固定器、馬達與螺桿的聯軸器，如圖 4-12 至圖 4-15。

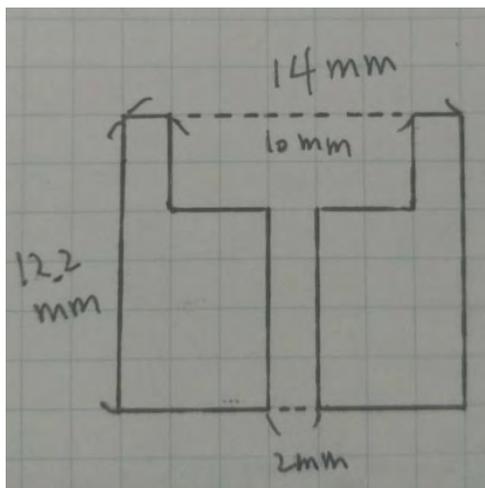


圖 4-12 聯軸器剖面設計圖

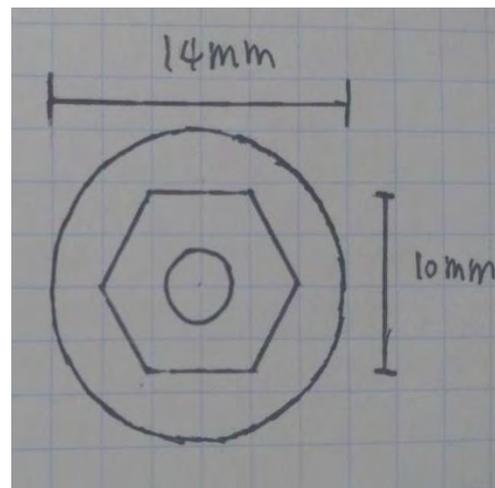


圖 4-13 聯軸器上側設計圖

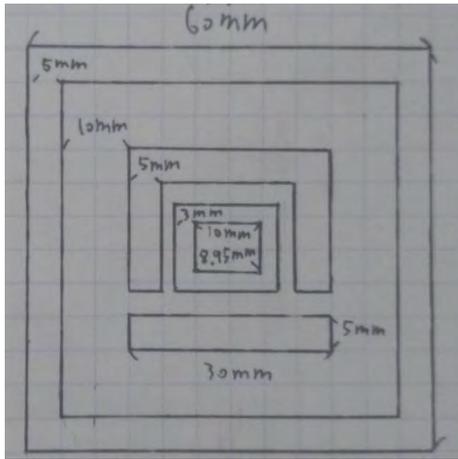


圖 4-14 馬達盒俯視平面設計圖

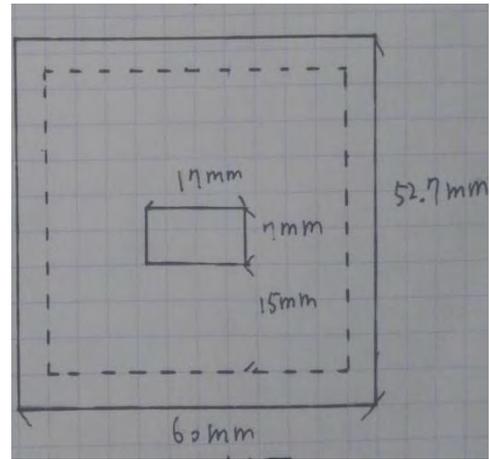


圖 4-15 馬達盒側面設計圖

## (二) 3D 模型立體圖

使用 SKETCHUP 軟體繪出所設計的聯軸器、連軸器和伸縮桿如圖 4-16 至圖 4-24

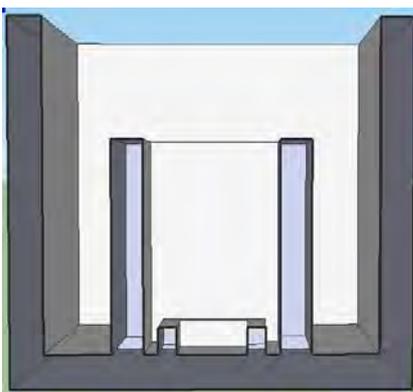


圖 4-16 馬達盒設計圖

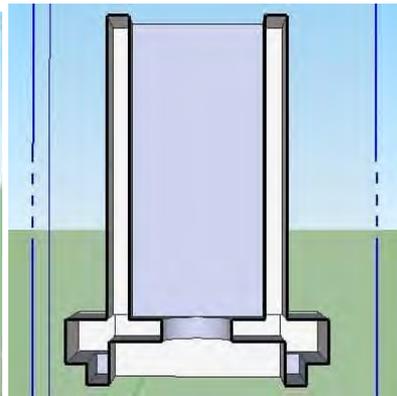


圖 4-17 固定器設計圖

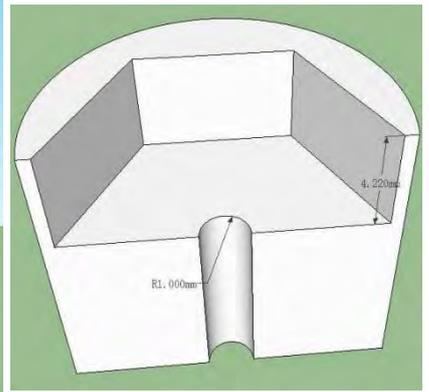


圖 4-18 聯軸器設計圖

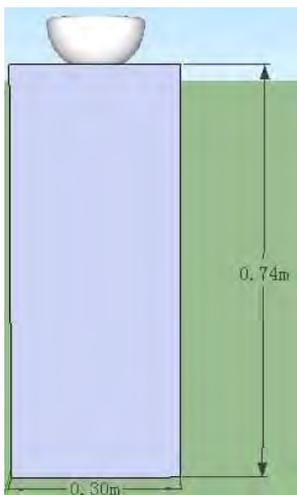


圖 4-19 伸縮桿設計圖

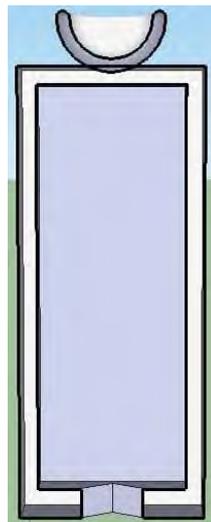


圖 4-20 伸縮桿設計圖

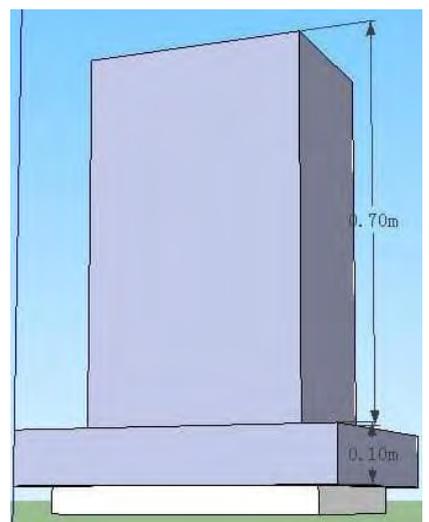


圖 4-21 固定器設計圖

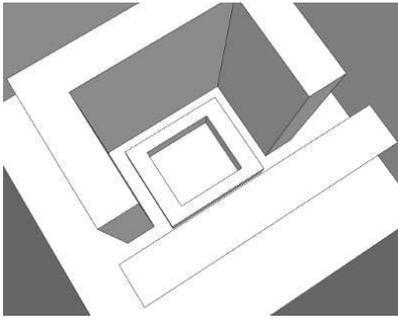


圖 4-22 馬達盒模型設計圖

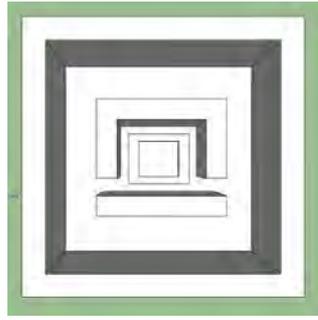


圖 4-23 馬達盒設計圖

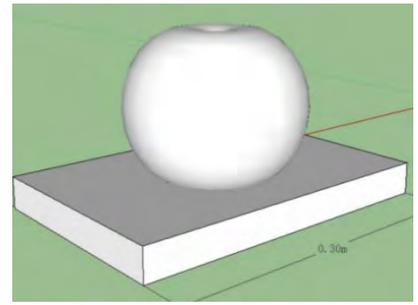


圖 4-24 球窩模型設計圖

### (三) 實體圖

將用軟體 SKETCHUP 繪出的聯軸器、連軸器和伸縮桿的模型用 3D 列印印出如圖 4-25 至圖 4-30

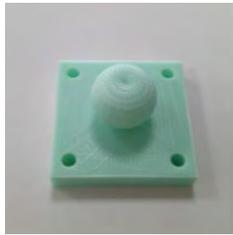


圖 4-25 球窩實體圖



圖 4-26 聯軸器實體圖（正面）



圖 4-27 聯軸器實體圖（反面）

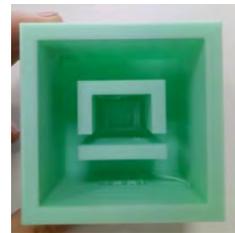


圖 4-28 馬達盒實體圖



圖 4-28 導光管模型零件實體圖（反面）



4-29 導光管模型零件實體圖（正面）



圖 4-30 固定器實體圖



圖 4-31 伸縮桿實體圖

## 七、實體製作

### (一) 實體電路圖

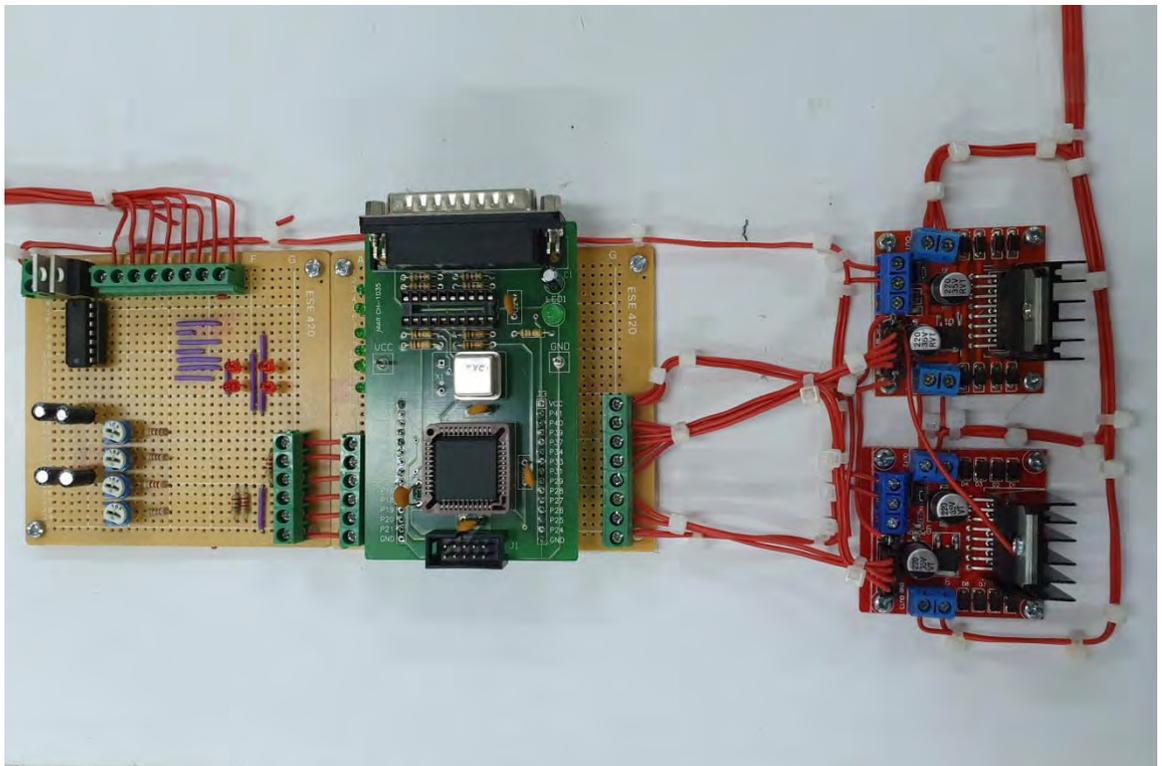


圖 4-32 實體電路圖

## (二) 追光板

在板面四個腳放置光敏電阻並放上檔板，即可辨別光源的方向，中間放置導光管如圖 4-33。



圖 4-33 追光板實體圖

## (三) 馬達支架

將 3D 列印的成品（馬達盒、固定器、伸縮管、聯軸器）和直流馬達、螺帽、螺桿組裝，如圖 4-34 至圖 4-36。

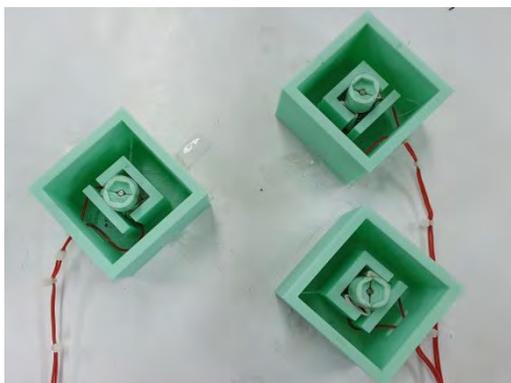


圖 4-34 實體組裝圖

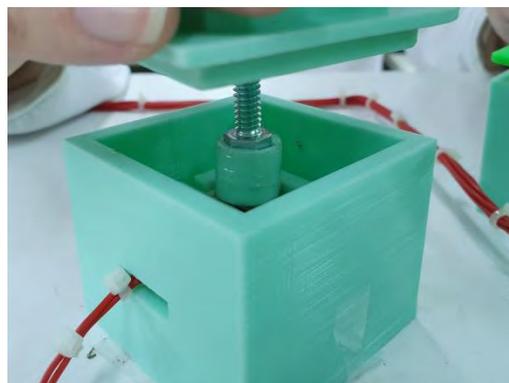


圖 4-35 實體組裝圖

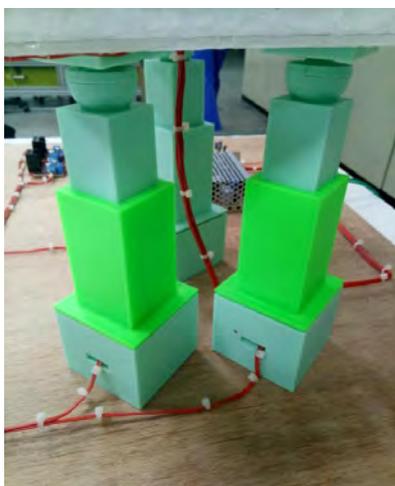


圖 4-36 支架實體圖

## 八、功能確認

將模型組織好後，進行測試後，我們發現直流馬達的扭力不足以帶動推桿上升，於是我們運用到電工機械課上學到的理論：

直流馬達【轉距T和轉速N成反比】的特性，以式子： $T = 9.55 \times P / N$ 為佐證，加上齒輪減速機使其增加扭力得以帶動推桿上升。



圖 4-37 齒輪減速機

齒輪減速機是一種讓馬達輸出轉速降低並讓輸出轉距提昇的傳動機構

### (一) 傳動原理

工作原理是將馬達動力透過齒輪減速機的齒輪相互轉換原理，把齒數少的小齒輪嚙合在輸出軸上齒數多的大齒輪來達到降轉速提高扭力的目的，如圖 4-38。

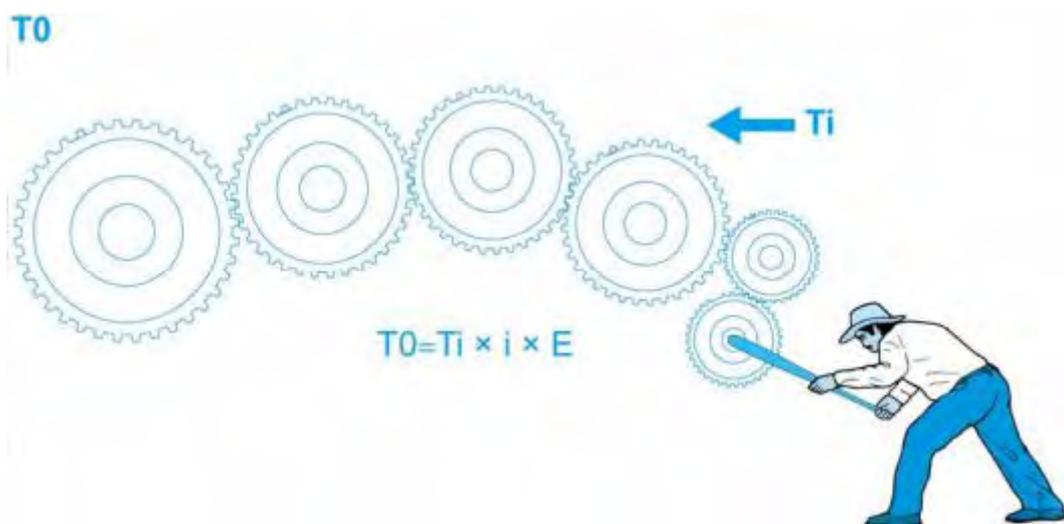


圖 4-38 傳動原理圖

(二) 好處

- 1. 提昇出力轉距
- 2. 降低轉速
- 3. 降低過轉量提高定位精度
- 4. 提昇乘載慣性慣量

## 伍、研究結果

### 一、電路流程

本研究的動作流程如圖 5-1 所示，在光敏電阻接收到光強度的改變時，光敏電阻的分壓電路會傳遞訊號給 CD40106(施密特觸發器)來增加訊號的穩定性，再傳遞至電路核心 CPLD，透過情境設計出的邏輯電路，輸出對應的訊號給兩個 L298N 來讓馬達進行正反轉，由於使用連軸器和固定器將馬達與螺桿可以同步轉動，而螺桿上的螺帽也能將螺旋運動轉換成直線運動來達成上升和下降，經過三組螺桿的移動，追光板即可偏轉角度讓光線能直線照射板面達成本研究的目的。

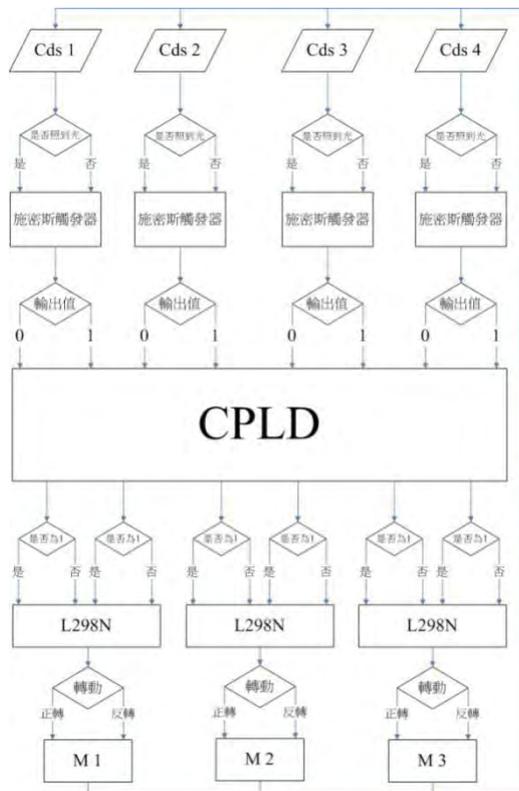


圖 5-1 動作流程圖

二、本研究使用真質表和卡諾圖將四顆光敏電阻被照射的 16 種可能性簡化成最簡布林代數式，輸入 CPLD 內部，並配合馬達的正負極，達到透過照射方位的不同來控制馬達的正反轉，且利用支架內的承軸及固定器，使馬達的螺旋運動轉換成直線運動，達到伸縮桿上下移動的效果。

三、三組馬達支架配合光的照射改變高度後，球窩帶動板面傾斜。

四、追光板能追光線，使追光板能與光線趨近垂直。

#### 五、導光管的實驗

本研究講常見的雙軸式追光系統設計成三點接面式，是為了保留中間的空間，以便需要光線和空間的物件像是導光管來進行設計的，經過實驗後發現實際能導入屋內的光線有限，效果不佳，推測可能的問題有三個，使用的光源太弱，導光管在光線折射上的設計沒有設想周全，導致無法將光線完全折射至屋內，光纖無法完美地與本研究的設計結合造成光線傳導不佳的效果，所以決定只將導光管置於追光板上，未進行光線的傳遞。



圖 5-2 導光管實體圖



5-3 導光管實體圖



5-4 導光管實體圖

## 六、作品成品圖

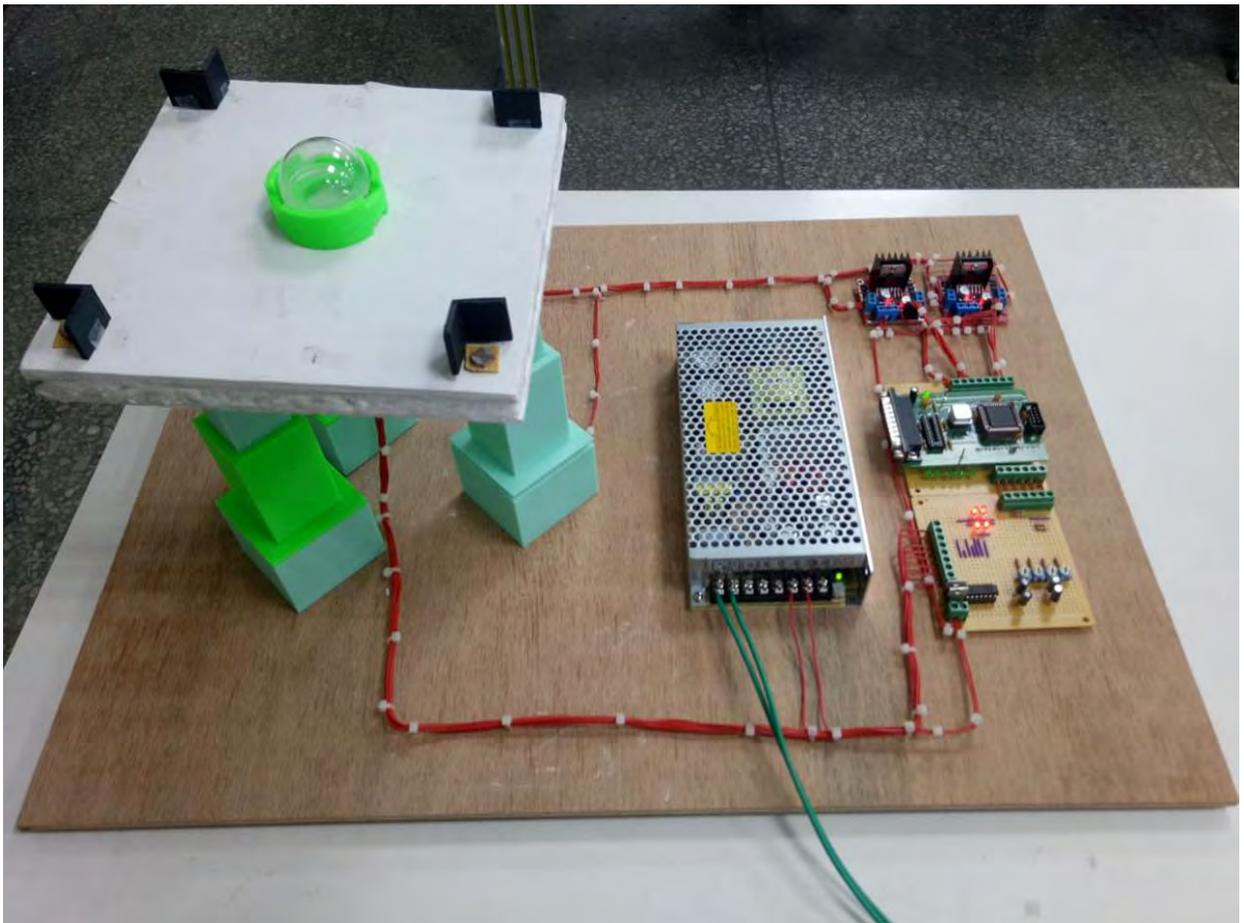


圖 5-5 作品成品圖

## 陸、討論

為什麼光敏電阻要放四個，且放在四個角落？

因為放在四個角落只需要做兩個擋版即可使四顆光敏電阻相互隔離，且相較於放在東西南北四邊正中央，放在四個角落可以偵測到八個方位。

追光板上除了鋪滿太陽能板以外還能夠與其他功能結合

一、溫溼度感測器及物聯網

結合兩項功能便可達到

- (一) 能將感測到的數據傳送到手機上
- (二) 隨時監控追光板移動的位置
- (三) 查看目前採集到的電能

## 二、綠色氫氣製造技術

據 TECHNEWS 科技新報報導，比利時科學家研發出氫氣太陽能板，其與一般太陽能板的差異不大，只要是在後方多了一個水箱和存放氫氣的壓力儲存空間。當氫氣太陽能板吸收陽光，水中會產生出氫氣泡，KU Leuven 團隊指出，目前原型版每天可產生出 250 公升的氫氣。

## 柒、結論

本次電路的優缺點

### 一、優點：

- (一) 實用性高
- (二) 中央的部分可與多樣設備結合使用

### 二、缺點：

- (一) 為了配合不同的馬達，需製作專屬的堆動裝置

本研究運用課程所學的知識與技能完成電路的設計和製作，並與它科專業領域老師學習使用 SKETCHUP 軟體和 3D 列印技術來完成所需的作品模型。

本次科展從選定題目到做出成品的過程中，組員們的分工和溝通顯得相當重要，俗話說：「智者千慮，必有一失」，一個人再聰明，也會有沒考慮到的地方，此時組員們便可提醒，而三個人的組合可以相互交流想法，使電路更加完整，更加多元。

子曰：「三人行，必有我師焉」，每個人都有不同的部分可以學習，有的人擅長報告，有的擅長實作，有時分工合作，有時由擅長的帶頭做，使的每個人於本次科展中學習到新的技能，在過程中學習到溝通和新的知識。

## 捌、參考資料及其他

- 一、光導照明技術未來發展趨勢 • <https://reurl.cc/DjdY6>
- 二、邱佳椿、詹耀仁 編著 (2014.10)。數位邏輯實習。新北市：龍騰文化事業股份有限公司。
- 三、潘建宏 L298N 馬達驅動模組介紹 • 取自 <https://reurl.cc/51Wnz>
- 四、吳玉祥 張凱嵐 (2014.01) • 雙軸太陽能追日器系統設計 • 臺北：中華科技大學機械工程學系
- 五、AC 小型馬達減速機 • 取自 <https://reurl.cc/YV5a4>
- 六、Daisy Chuang (2019.3) 比利時新型太陽能板不發電，可運用光與水來產生氫氣 • 取自 <https://reurl.cc/1vvlm>

## 【評語】 052306

1. 此作品結合常用在太陽能板的追光系統，但導入導光設計達到室內照明的目的，立意良善，是相當不錯的綠能設計，具創意性。
2. 本作品具備一定複雜度的光機電軟硬體整合，也具備感測決策與驅動的即時調整，具一定開發難度，值得鼓勵。
3. 對於系統內各部分功能（如追光、調整、導光效能等），應該建立質化和量化的評估與驗證。光方面，應探索導光系統設計的集光、傳遞、發光效率、和品質。電方面，目前 LED 照明的能源使用效率高，相對於馬達驅動導光板有可能較省能，建議發想太陽光所具有人工照明之不可取代特質（如全頻譜的益處），以強化對主流所使用人工照明方案之優勢。

## 摘要

本研究將普遍固定的導光管結合本研究的追光系統改善固定角度的問題，讓導光管能趨近垂直朝向太陽，即可增加屋內的光線。本研究的追光系統運用三點接面的原理使用三個支架，透過電路使推桿改變支架的高低形成不同角度的斜面來達成追光。

## 研究動機

當我們在光線不足的室內想看見物體時，便需要把燈打開，假如忘記關燈，便造成了能源的浪費，於是我們想要將陽光導進房子裡，但是太陽會有仰角的變化，所以我們想解決這個問題，決定設計可以跟著光移動的裝置，且將成品命名為追光板。

## 研究目的

可利用CPLD控制馬達正反轉，使伸縮桿上下移動，並帶動追光板傾斜角度，使追光板能與光線趨近垂直，讓導光管能傳遞更多光線。

## 研究過程

### 一、設計實驗架構

#### (一)、系統架構圖

本實驗的系統架構如圖1，在光敏電阻（CDS）受到光照後，傳遞訊號至主電路（40106、CPLD）輸出給馬達驅動器（L298N），讓馬達進行正反轉帶動追光板偏轉，且達成光線與板面垂直。

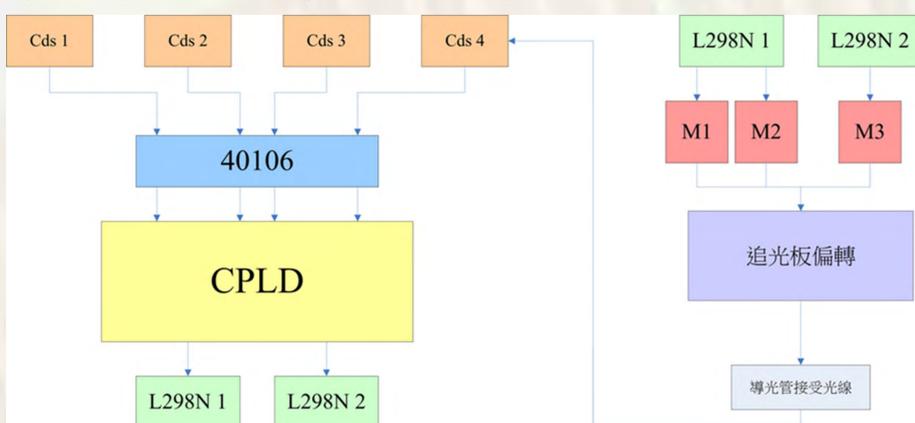


圖1 系統架構圖

#### (二)、設計追光板

為了確認太陽的方位，本實驗在板面上四個角落裝置四個光敏電阻（CDSA、CDSB、CDSC、CDSD）如圖2，透過檢測四個光敏電阻的值，即可知道太陽的方位。

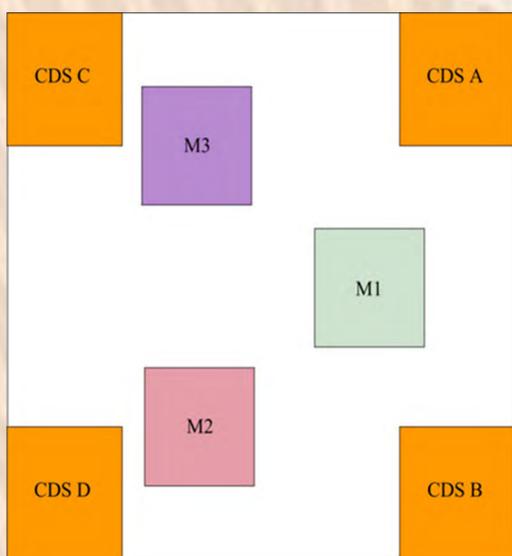


圖2 追光板面配置圖

### 三、模型設計與製作

#### (一) 模型設計圖

圖3為馬達支架的設計圖，一般情況下，馬達與螺桿連接時轉動不能讓螺桿上的螺帽上下移動，螺帽會跟著馬達同步轉動，為了要讓螺帽上下移動，必須要有外力固定著螺帽，才能將螺旋運動轉換成直線運動，所以本研究按照材料的尺寸大小設計出，可以放置馬達的馬達盒、隨著螺帽上升和下降的伸縮桿、固定螺帽的固定器和馬達與螺桿的聯軸器，最後設計球窩連接板面使板面可傾斜。

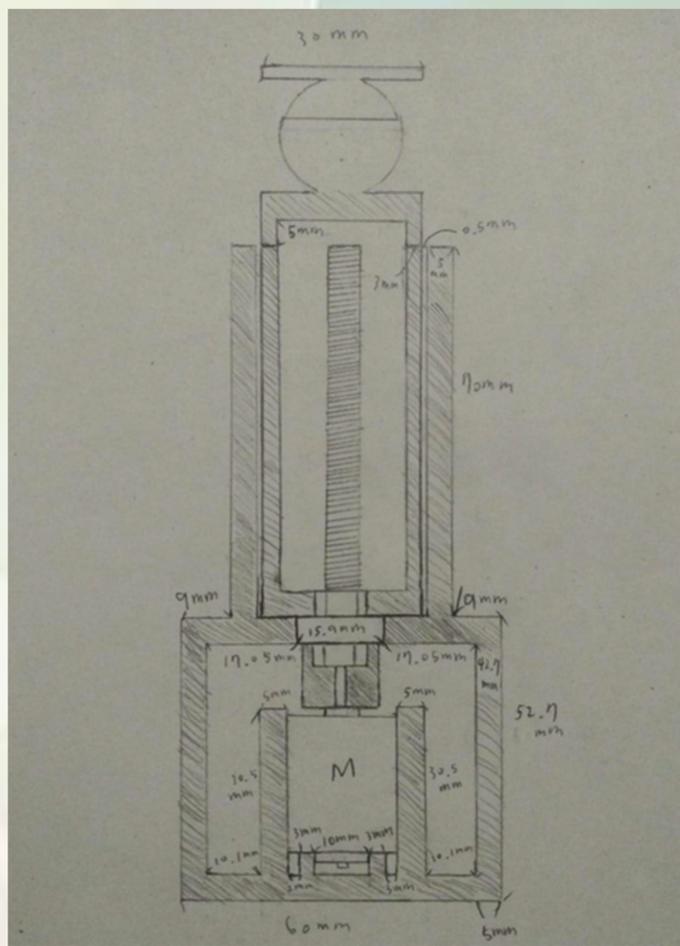


圖3 馬達支架設計圖

#### (二)、3D模型立體圖

使用SKERCHUP軟體繪出所設計的聯軸器、連軸器、伸縮桿和球窩，如圖4至圖12。

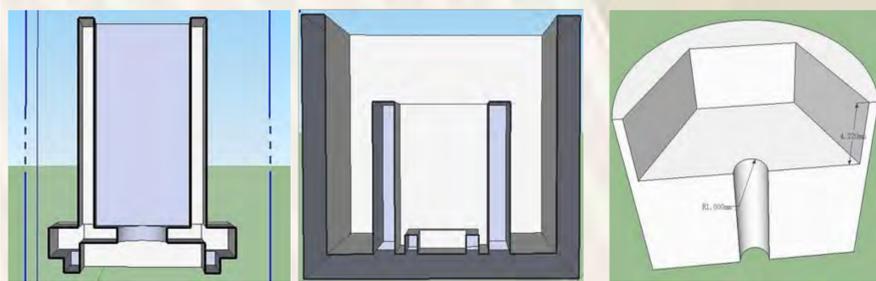


圖4

圖5

圖6

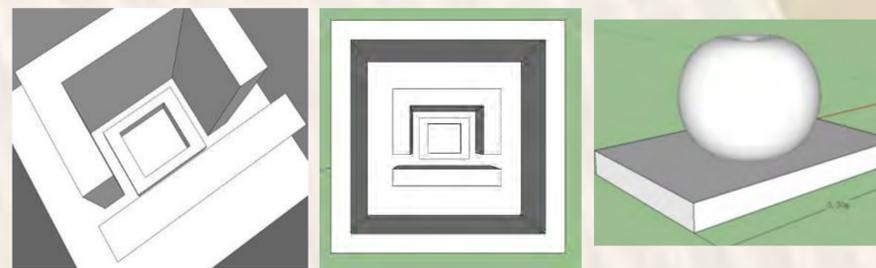


圖7

圖8

圖9

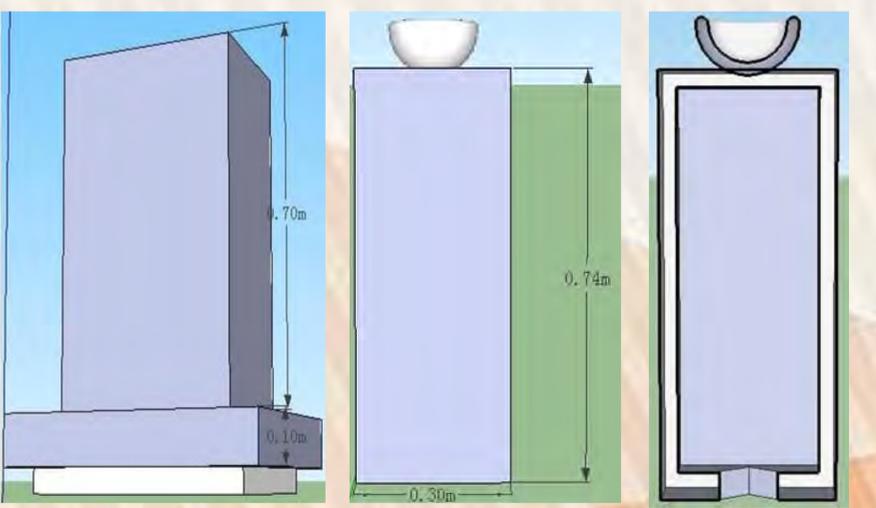


圖10

圖11

圖12

## 二、設計電路、邏輯圖

### (一) 製作真值表

將A、B、C、D，4個光敏電阻傳給CPLD的訊號設為0代表有接受到光，反之1代表沒有接受到光。

以下分別為L298N控制三個馬達的腳位命名

M11為第一個L298N的IN1

M12為第一個L298N的IN2

M21為第一個L298N的IN3

M22為第一個L298N的IN4

M31為第二個L298N的IN1

### (二) 電路圖

電路圖的左側為光敏電阻的分壓電路，因為光敏電阻的電阻值與光線強度成反比，所以串聯一個電阻與可變電阻即可進行分壓，將光線照射的強度轉換成高電壓或低電壓，中間部份為CD40106（施密特觸發器）和CPLD，CD40106能將浮動的高電壓和低電壓限制在一個上準位和下準位，用於提高訊號的穩定度，CPLD則是整體電路的核心，燒入設計的邏輯電路後，可以控制右測部份的電路，右側部份為L298N和直流馬達，這部份用於帶動追光板傾斜。

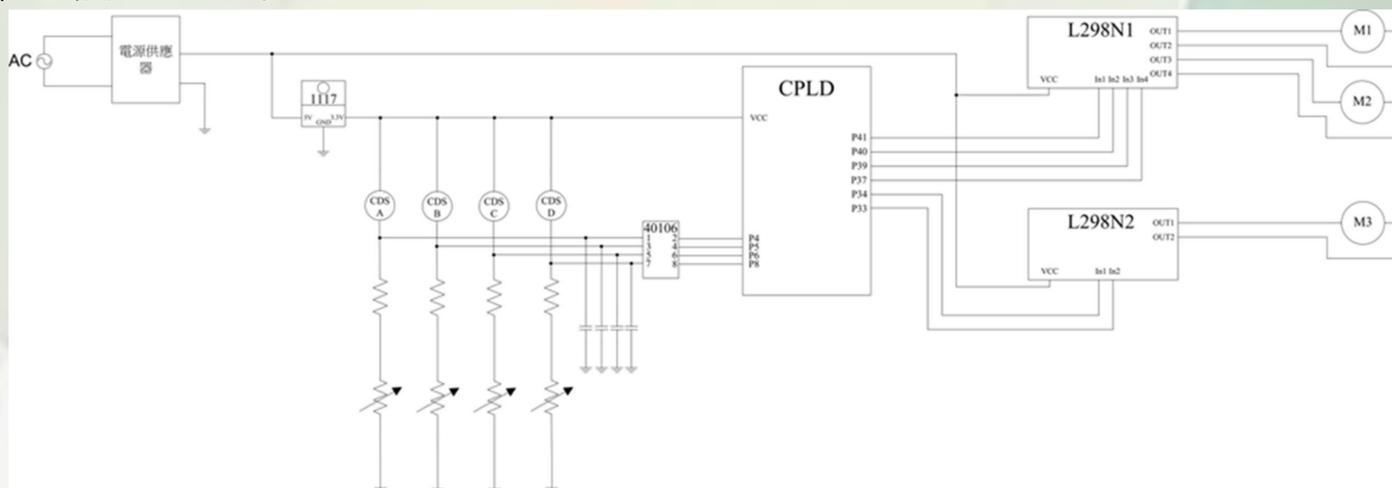


圖13 電路圖

表1 真值表

A	B	C	D	馬達動作	版面情況
0	0	0	0	M1停止 M2停止 M3停止	不動
0	0	0	1	M1上升 M2下降 M3下降	轉向至東
0	0	1	0	M1上升 M2下降 M3下降	轉向至東
0	0	1	1	M1上升 M2下降 M3下降	轉向至東
0	1	0	0	M1下降 M2上升 M3上升	轉向至西
0	1	0	1	M1停止 M2下降 M3上升	轉向至北
0	1	1	0	M1停止 M2停止 M3停止	不動
0	1	1	1	M1上升 M2下降 M3下降	轉向至東
1	0	0	0	M1下降 M2上升 M3上升	轉向至西
1	0	0	1	M1停止 M2停止 M3停止	不動
1	0	1	0	M1停止 M2上升 M3下降	轉向至南
1	0	1	1	M1上升 M2下降 M3下降	轉向至東
1	1	0	0	M1下降 M2上升 M3上升	轉向至西
1	1	0	1	M1下降 M2上升 M3上升	轉向至西
1	1	1	0	M1下降 M2上升 M3上升	轉向至西
1	1	1	1	M1停止 M2停止 M3停止	不動

### (三) 卡諾圖化簡

將設計的真值表做卡諾圖化簡

表2 卡諾圖化簡

馬達	卡諾圖	化簡的結果
M11	CD \ AB	00 01 11 10
	00	0 1 1 1
	01	0 0 1 0
	11	0 0 0 0
M12	CD \ AB	00 01 11 10
	00	0 0 0 0
	01	1 0 0 0
	11	1 1 0 1
M21	CD \ AB	00 01 11 10
	00	0 0 0 0
	01	1 1 0 0
	11	1 1 0 1
M22	CD \ AB	00 01 11 10
	00	0 1 1 1
	01	0 0 1 0
	11	0 0 0 0
M31	CD \ AB	00 01 11 10
	00	0 0 0 0
	01	1 0 0 0
	11	1 1 0 1
M32	CD \ AB	00 01 11 10
	00	0 1 1 1
	01	0 1 1 0
	11	0 0 0 0

$$M11(A, B, C, D) = AC'D' + BC'D' + ABC' + ABD'$$

$$M12(A, B, C, D) = A'B'C + A'B'D + A'CD + B'CD$$

$$M21(A, B, C, D) = A'D + A'B'C + B'CD$$

$$M22(A, B, C, D) = AD' + ABC' + BC'D'$$

$$M31(A, B, C, D) = B'C + A'CD + A'B'D$$

$$M32(A, B, C, D) = BC' + ABD' + AC'D'$$

#### (四) 邏輯電路圖

將卡諾圖化簡的結果藉由軟體QUARTUS II來完成邏輯電路如圖14

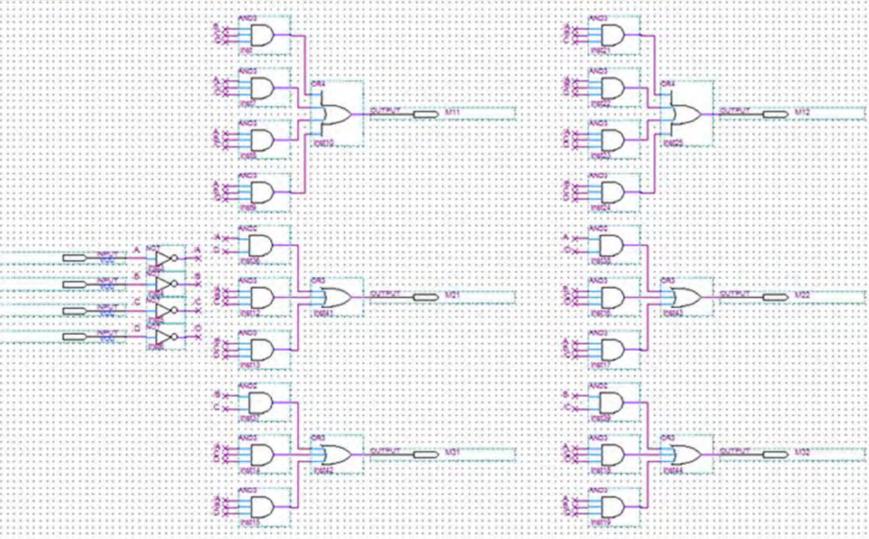


圖14 邏輯電路圖

### 研究結果

#### 一、電路流程

本研究的動作流程如圖15所示，在光敏電阻接收到光強度的改變時，光敏電阻的分壓電路會傳遞訊號給CD40106(施密特觸發器)來增加訊號的穩定性，再傳遞至電路核心CPLD，透過情境設計出的邏輯電路，輸出對應的訊號給兩個L298N來讓馬達進行正反轉，由於使用連軸器和固定器將馬達與螺桿可以同步轉動，而螺桿上的螺帽也能將螺旋運動轉換成直線運動來達成上升和下降，經過三組螺桿的移動，追光板即可偏轉角度讓光線能直線照射板面達成本研究的目的。

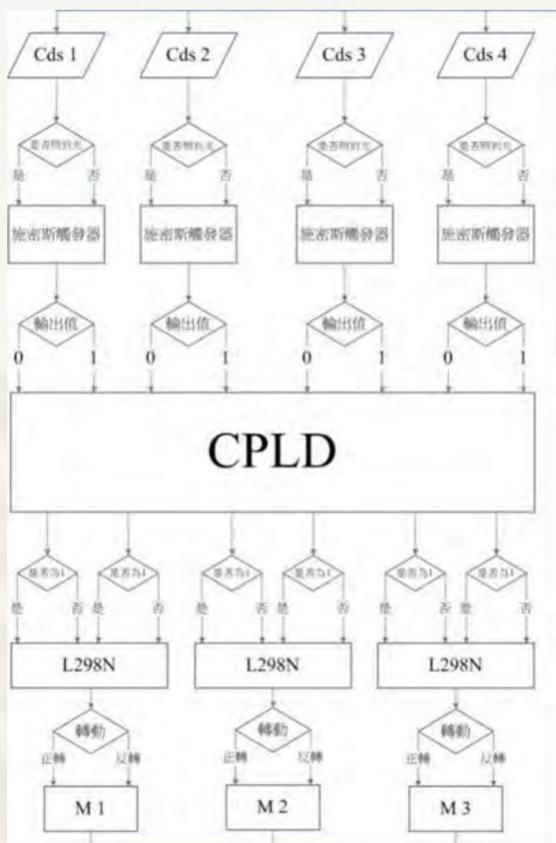


圖15 動作流程圖

#### 二、導光管實驗

本研究將導光管的集光區以3D列印出模型來模擬，再以光纖傳遞光，模擬導光管身的反射區，最後的漫射區以光敏電阻來檢測是否有光源。



圖16 導光管原理圖

圖17 模擬導光管集光區實體圖

### 討論

#### 未來展望

一、溫溼度感測器及物聯網結合兩項功能便可達到：

- (一) 能將感測到的數據傳送到手機上
- (二) 隨時監控追光板移動的位置
- (三) 查看目前採集到的電能

#### 二、綠色氫氣製造技術

根據TECHNEW，一般太陽能板的差異不大，只要是在後方多了一個水箱和存放氫氣的壓力儲存空間。當氫氣太陽能板吸收陽光，水中會產生出氫氣泡，KU Leuven團隊指出，目前原型版每天可產生出S科技新報報導，比利時科學家研發出氫氣太陽能板，其與250公升的氫氣。

### 結論

本次作品的特色：

一、使用組合邏輯來完成電路。

二、透過自製的馬達支架，有效運用三點接面的原理達成追光的效果。

本研究運用課程所學的知識與技能完成電路的設計和製作，並與它科專業領域老師學習使用SKETCHUP軟體和3D列印技術來完成所需的作品模型。

本次科展從選定題目到做出成品的過程中，組員們的分工和溝通顯得相當重要，俗話說：「智者千慮，必有一失」，一個人再聰明，也會有沒考慮到的地方，此時組員們便可提醒，而三個人的組合可以相互交流想法，使電路更加完整，更加多元。

### 參考資料

- 一、光導照明技術未來發展趨勢•取自 <https://reurl.cc/DjdY6>
- 二、邱佳椿、詹耀仁 編著 (2014.10)。數位邏輯實習。新北市：龍騰文化事業股份有限公司。
- 三、潘建宏 L298N馬達驅動模組介紹•取自 <https://reurl.cc/51Wnz>
- 四、吳玉祥、張凱嵐 (2014.01) •雙軸太陽能追日器系統設計•臺北：中華科技大學機械工程學系
- 五、AC小型馬達減速機•取自 <https://reurl.cc/YV5a4>
- 六、Daisy Chuang (2019.03) 比利時新型太陽能板不發電，可運用光與水來產生氫氣•取自 <https://reurl.cc/1vvlm>