

# 2023仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

## 複賽作品說明書

隊伍名稱： 集光隊

---

作品名稱： 綠能大作戰~光電轉一轉

---

隊 員： 熊晉樑

---

指導老師： 賴月琴

---

科學概念1：（請用50-150字說明）太陽能與電能之光電能量轉換：光照室內集光系統或室外太陽能板負極接升壓模組輸入的負端、太陽能板正極接二極體後接升壓模組輸入的正端；輸出負端接充電電池負端、充電電池正端接二極體後接升壓模組輸出正端；充電電池輸出電能供2顆3W 超亮白光 LED 形成光照模組及光敏感光偵測模組及自動感光窗簾或用電系統。

---

科學概念2：（請用50-150字說明）簡單機械、電池化學效應、馬達磁效應和電磁感應：用上述充電電池的供電比較不同齒輪比轉速 N20馬達與不同滑輪半徑比的連動，磁場變化產生感應電流使 LED 燈發亮，兩者轉速差愈大，Arduino UNO 板的程控模擬三用電錶偵測瞬間感應電流的差異愈大，藉此證明磁場變化速率愈大，感應電流也愈大的法拉第定律。

註：複賽作品說明書內文總頁數最多10頁(不含本封面)

# 綠能大作戰~光電轉一轉

(最多10頁)

## 1. 發想動機：

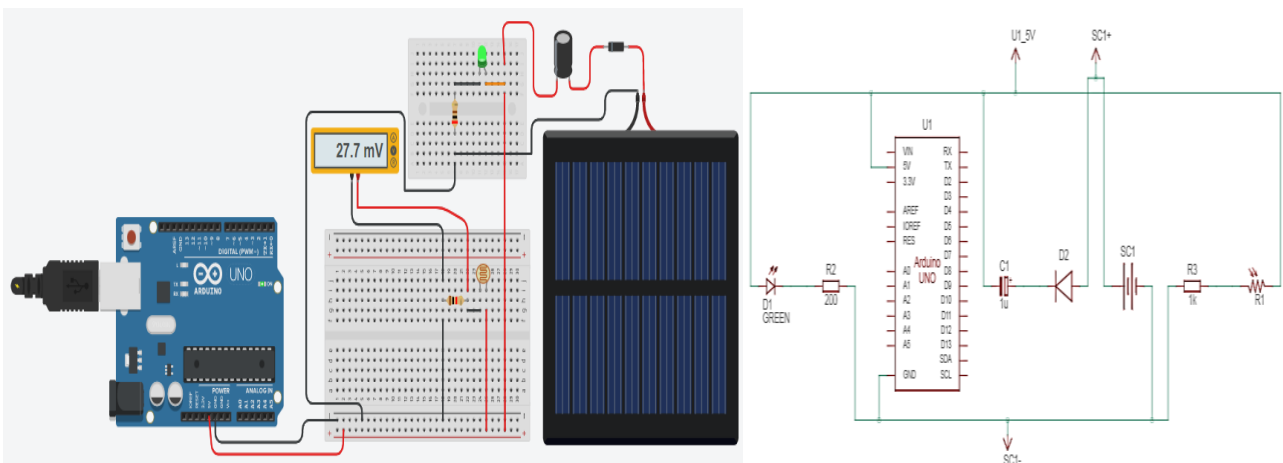
太陽每秒鐘向外輻射約28600億億兆瓦的能量！雖然，地球所接受到的太陽輻射能量僅為太陽向宇宙空間放射的總輻射能量的二十億分之一，但是，太陽一秒發射的能量夠地球使用27萬年<sup>1</sup>，如果我們能充份利用這項再生能源的話！

所以，我與伙伴決定向老師提出以太陽能這項綠能為主題，來好好了解太陽光電的光電能量轉換，以及儲能、光照效能及應用等等，為我們在未來地球綠能的研究目標上，先邊做邊學下去了。

老師說，這是一項困難卻很有意義的挑戰，要搜集及研究的資料不少、要解決的難題也很多，不怕就來玩吧！

## 2. 硬體及電路架構圖：

**第1片 Arduino 開發板：**太陽光導光儲能及光照偵測光敏電阻串聯電阻電壓



我們其實一開始是以光照太陽能板接二極體再輸入升壓模組後輸出至進行充電，再以電錶偵測不同時間下，光照後儲電做比較。

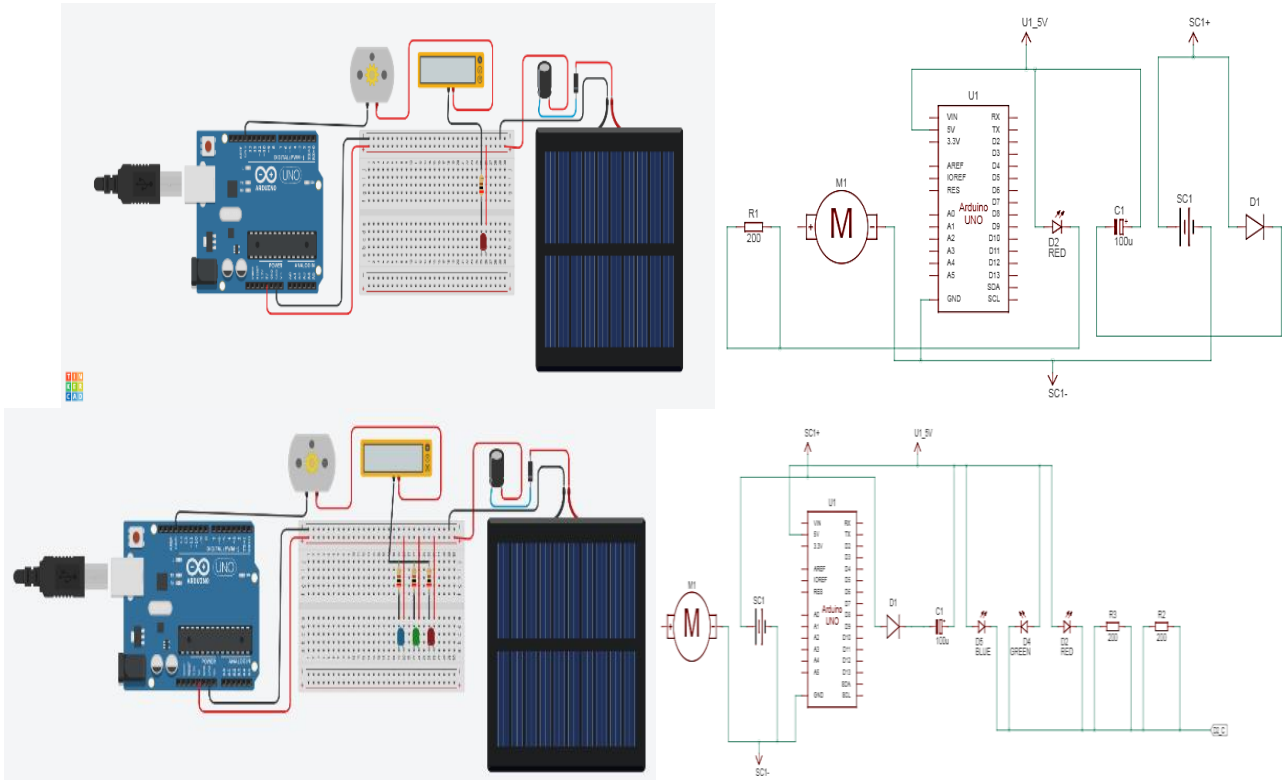
但老師教我們用 thinkercad 繪製電路時，沒有18650電池及升壓模組的元件可供點選，所以，我們就以有極性電容來代替。

為了不受天候照太陽光的影響，我們先設計模擬太陽光的光照系統(如右圖，每個截角梯形反射光罩可使3w 鋁基板四顆串聯的光線反射集中至太陽能板)

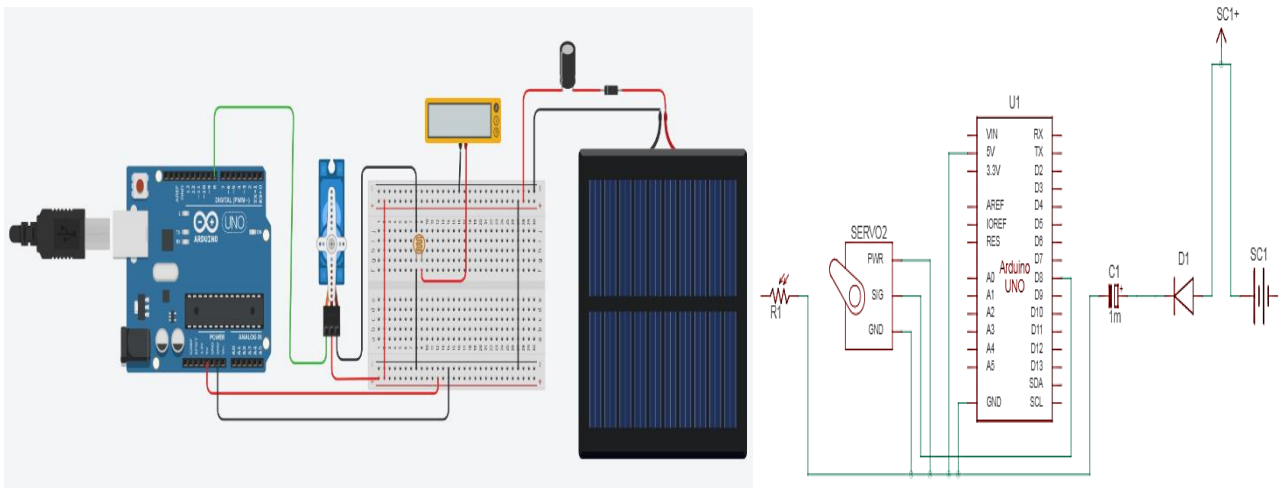


第1小塊麵包板的其中一個路徑是太陽能經升壓模組儲電後供超亮白光 LED 做光照系統 (thinkercad 的白光是灰色的，我們覺得與超亮白光 LED 有點距離，所以，用綠燈圖示比較明顯)；另一條路徑是正極可接至 Arduino 的5V 腳位，負極則接 Arduino 的接地腳位，當做離線的外接電源。如果沒有離線，而是用太陽光充電或導光進室內，則 Arduino 可接電腦 USB 插孔供電，以便進行光照光敏電阻與一般電阻串接的光照效能偵測。

第2片 Arduino 開發板：簡單機械、能量轉換、電生磁、磁生電探究



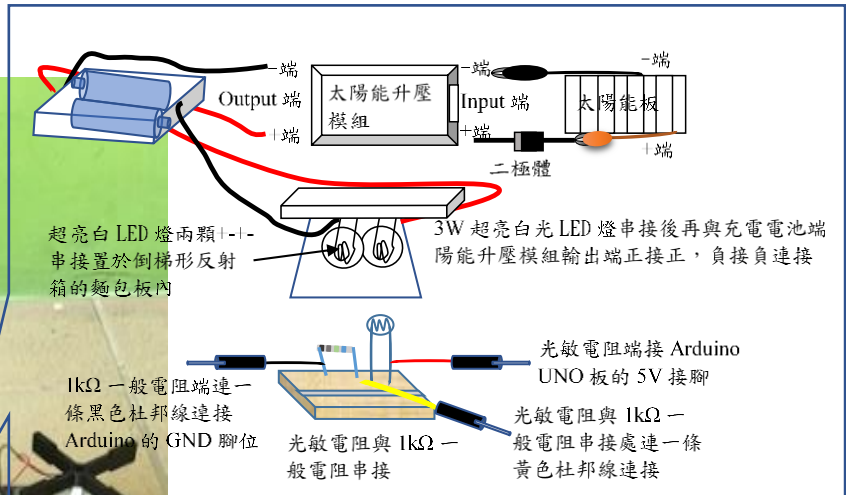
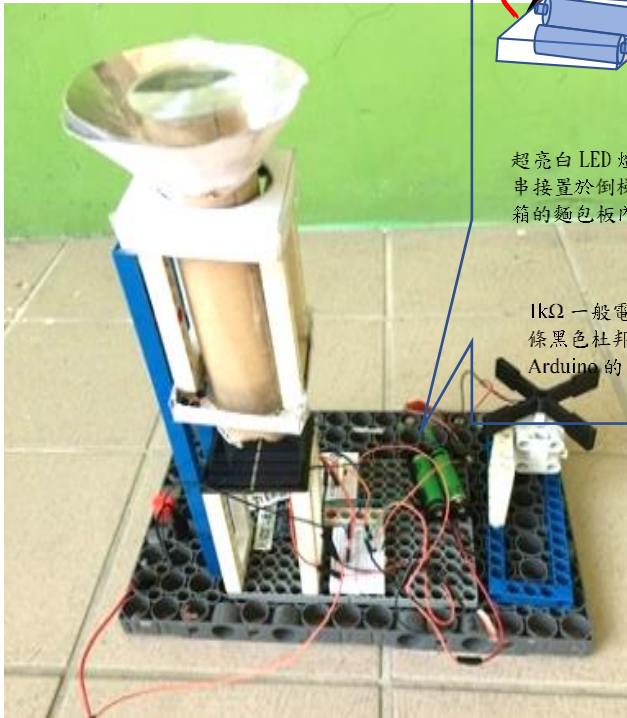
光電效能應用—光控遮陽簾：太陽能板儲電後以程式光控光敏電阻及伺服馬達之遮陽簾。



3. 作品使用說明及應用：

我們想設計以菲涅爾透鏡加反射板形成導光系統，光照太陽能板接二極體再輸入升壓模組後輸出至進行充電，將儲電不同時間後，依序供第1小塊麵包板200Ω及超亮白光LED做光照系統及以第1片 Arduino 開發板進行光照光敏電阻與一般電阻串接的分壓偵測，希望能做導光及儲能效能的比較，作品圖示如下：

## 光照儲能、用電及偵測系統



### 電路測迴路電流、分壓和分電阻之校正步驟：

1. 使用麵包板將已知電阻  $R_2$  與待測電阻  $R_1$  串聯，兩者與 arduino UNO 模組連接的圖示如 thinkercad 電路所示。選用三種已知電阻值  $R_s (=R_2)$  做校正， $47\ \Omega$ 、 $220\ \Omega$ 、 $1000\ \Omega$ ，先用  $100\ \Omega$  為  $R_2$ 、 $47\ \Omega$  為待測電阻，由程式運算出數值與實際電阻做對照並校正。
2. 由控制程式指令 `analogRead(A0)` 可讀取到的  $A_0$  輸入的信號數值，但不是實際的電壓值，而是 0-1023 間的數值。經下列分析即可分別獲得實際電壓值  $V_{Rs}$ ， $I$ ， $V_{R1}$  和  $R_1$  值  
其中校正電阻的電壓值  $V_{Rs} = A \# \text{測量值} * 5\ \text{V} / 1023$ ，因電路為串聯電路，所以，  
總電流 = 任一分電流的值  $I = I_s = V_{Rs} / R_s$ ；  
待測電壓  $V_{R1} = 5 - V_{Rs}$  再利用歐姆定律，待測電阻  $R_1 = \frac{5 - V_{Rs}}{I} = \frac{5 - V_{Rs}}{V_{Rs}} R_s$
3. 重覆步驟 2，將  $47\ \Omega$  電阻換成  $220\ \Omega$  或  $1k\ \Omega$ ，為第二個、第三個  $R_2$ ，以此類推。
4. 再選一組高電阻做校正實驗， $1000\ \Omega$  為  $R_2$ 、 $100\ \Omega$ 、 $4700\ \Omega$ 、 $10000\ \Omega$  為待測電阻。

### 光照光敏電阻感光電阻變化及電流、分壓的偵測步驟：

5. 光源由 2 顆 14500 充電電池連接 2 顆超亮白 LED 供電光照光敏電阻。
6. 偵測電路所需的電壓源由 Arduino 模組的 5V 定電壓輸出端提供； $V_{R2}$  則由  $A_0$  類比輸入端讀取信號。
7. 同上步驟，以  $1k\ \Omega$  為  $R_s (=R_2)$  與  $10\ \text{mm}$  光敏電阻串接， $1k\ \Omega$  一端接地，與光敏電阻串接的地方，以黃色杜邦線插 arduino 板的  $A_0$  腳位，光敏電阻另一端則接 arduino 板的 5V 插孔。
8. 校正高低電阻之電阻值測量程式 ( $R_s = 100\ \Omega$ 、 $47$ 、 $220$ 、 $1000\ \Omega$  為依序待測的電阻； $R_s = 1000\ \Omega$ 、 $100$ 、 $4700$ 、 $10000\ \Omega$  為依序待測的電阻)，測量程式如下：

```
int Rs = 100; //已知電阻
float AnalogValue; float Voltage_Value;
float Current_of_Loop; float RDUT;

void setup() { Serial.begin(9600); }
void loop() {
  AnalogValue=analogRead(A0);
  Voltage_Value=AnalogValue*5/1023;
  Current_of_Loop =Voltage_Value/Rs;
```

```
RDUT=(5 - Voltage_Value)/Current_of_Loop;
  Serial.print(AnalogValue); Serial.print("\t");
  Serial.print(Voltage_Value, 5);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(Current_of_Loop, 6);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(RDUT); Serial.println(" ohm");

  delay(1000); }
```

序列監視視窗數據輸出每次30秒以上的結果，再依結果輸入貼至 Excel，整理計算平均值作表如下。

編號	Rs	Rdut	A0	VRs	I	R	Vrdut	偏差
單位	Ω	Ω	NA	V	A	Ω	V	%
1	100	47	692.900	3.387	0.034	47.641	1.613	1.364
2	100	220	321.000	1.569	0.016	218.690	3.431	0.006
3	100	1000	90.100	0.440	0.004	1035.837	4.560	0.036
4	1000	100	930.000	4.545	0.0045	100.000	0.455	0
5	1000	4700	176.200	0.861	0.0009	4805.932	4.139	0.023
6	1000	10000	91.000	0.445	0.0004	10241.760	4.555	0.024

編號	Rs	Rdut	A0	VRs	I	R	Vrdut	偏差
單位	Ω	Ω	NA	V	A	Ω	V	%
1	100	47	692.900	3.387	0.034	47.641	1.613	1.364
2	100	220	321.000	1.569	0.016	218.690	3.431	0.006
3	100	1000	90.100	0.440	0.004	1035.837	4.560	0.036
4	1000	100	930.000	4.545	0.0045	100.000	0.455	0
5	1000	4700	176.200	0.861	0.0009	4805.932	4.139	0.023
6	1000	10000	91.000	0.445	0.0004	10241.760	4.555	0.024

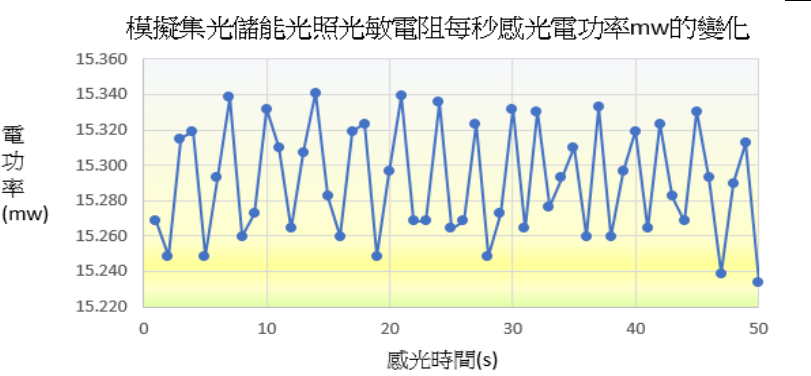
待測照光的光敏電阻之電阻電壓值測量程式(1000Ω 為 Rs，光敏電阻為待測電阻)

```

int Rs = 1000; //已知電阻
float AnalogValue; float Voltage_Value;
float Current_of_Loop; float RDUT;

void setup() { Serial.begin(9600); }
void loop() {
  AnalogValue=analogRead(A0);
  Voltage_Value=AnalogValue*5/1023;
  Current_of_Loop =Voltage_Value/Rs;
  RDUT=(5 - Voltage_Value)/Current_of_Loop;
  Serial.print(AnalogValue); Serial.print("\t");
  Serial.print(Voltage_Value, 5);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(Current_of_Loop, 6);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(RDUT); Serial.println(" ohm");
  delay(1000); }
  
```

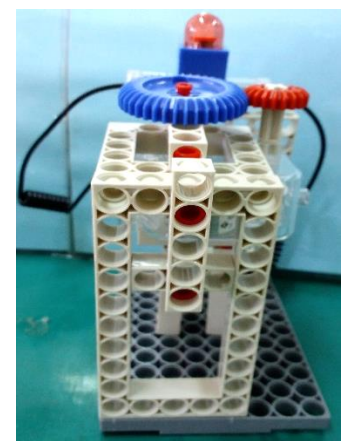
A0	VRs	I	R	Vrdut	電功率
NA	V	A	Ω	V	w
496	2.42424	0.00735	350.62 ohm	2.09531	0.01527
479	2.34115	0.00709	374.78 ohm	2.07576	0.01525
478	2.33627	0.00708	376.26 ohm	2.15885	0.01531
496	2.42424	0.00735	350.62 ohm	2.16373	0.01532
486	2.37537	0.0072	364.63 ohm	2.07576	0.01525
467	2.2825	0.00692	392.89 ohm	2.12463	0.01529
494	2.41447	0.00732	353.38 ohm	2.2175	0.01534
491	2.3998	0.00727	357.56 ohm	2.08553	0.01526
472	2.30694	0.00699	385.23 ohm	2.1002	0.01527
481	2.35093	0.00712	371.85 ohm	2.19306	0.01533
493	2.40958	0.0073	354.77 ohm	2.14907	0.01531
482	2.35582	0.00714	370.39 ohm	2.09042	0.01526
460	2.24829	0.00681	403.89 ohm	2.14418	0.01531
489	2.39003	0.00724	360.37 ohm	2.25171	0.01534
494	2.41447	0.00732	353.38 ohm	2.10997	0.01528



### 簡單機械的能量轉換探究

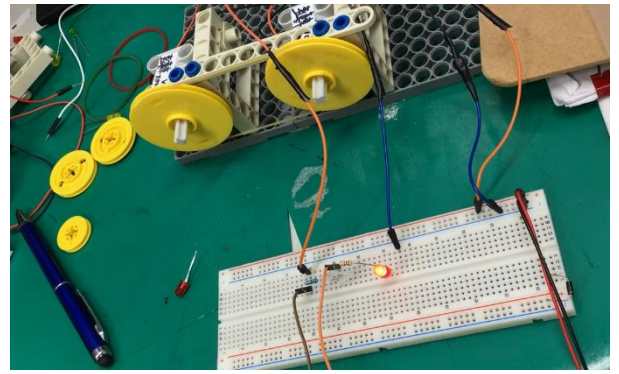
我們以太陽能板進行1.5 V 充電電池及3.75V 18650電池進行充電不同時間的電力比較後，我們又以智高積木組合不同大小齒輪咬合的簡單機械，手動旋轉齒輪，使馬達作動了解磁生電的能量轉換發現手動機械小齒輪轉速慢、扭力大，順轉霧燈較亮(選霧燈有正、負極差別)、逆轉霧燈則不亮；手動機械中齒輪轉速略快，與小齒輪咬合則兩者轉動方向相反，需逆轉霧燈才亮而順轉燈不亮，圖示如右。

手動無法量化，為了要更了解磁生電的法拉第定律，我們以第2片 Arduino 開發板偵測比較不同齒輪比的 N20馬達，穿上智高積木外殼、軸心接十字軸及滑輪，讓每兩顆馬達以橡皮筋連動連動，第一顆馬達轉動是用1.5V 的充電電池的電生磁，第二顆以橡皮筋連動的較高速馬達當做外部磁場增速，由電錶數值顯示能否產生的感應電流變大？



## 電生磁、磁生電的法拉第定律探究

光照太陽能板對14500電池充電後化學能轉電能的再利用，因為電壓約達3.5V，可以讓2顆串聯的LED燈或小風扇轉動，若是用1.5V的充電電池充電，結果就不見得只用一顆電池才可以，所以，我們想到第一顆馬達是電生磁，第二顆以橡皮筋連動的較高速馬達當做外部磁場增速，能否產生的感應電流變大，是我們很好奇也很想知道的結果，實際用橡皮筋使滑輪連動的N20馬達供電及放電組如右圖。



轉速300的滑輪半徑比=5:5			轉速100：轉速300的滑輪半徑比			轉速300：轉速100的滑輪半徑比			轉速300：轉速100的滑輪半徑比		
AnalogValue	V	R	AnalogValue	V	R	AnalogValue	V	R	AnalogValue	V	R
53	0.25904	0.00079 6039.62 ohm	1	8	0.0391 0.00012 41868.75 ohm	1	218	1.06549 0.00323 1218.58 ohm	1	205	1.00196 0.00304 1316.78 ohm
12	0.05865	0.00018 27802.50 ohm	2	28	0.13685 0.00042 11726.79 ohm	2	253	1.23656 0.00375 1004.35 ohm	2	189	0.92375 0.0028 1456.19 ohm
15	0.07331	0.00022 22176.00 ohm	3	71	0.34702 0.00105 4424.79 ohm	3	253	1.23656 0.00375 1004.35 ohm	3	214	1.04594 0.00317 1247.52 ohm
23	0.11241	0.00034 14347.83 ohm	4	32	0.1564 0.00047 10219.69 ohm	4	242	1.1828 0.00358 1065.00 ohm	4	218	1.06549 0.00323 1218.58 ohm
50	0.24438	0.00074 6421.80 ohm	5	0	0 inf ohm	5	252	1.23167 0.00373 1009.64 ohm	5	167	0.81623 0.00247 1691.50 ohm
0	0	0 inf ohm	6	87	0.42522 0.00129 3550.34 ohm	6	280	1.36852 0.00415 875.68 ohm	6	196	0.95797 0.0029 1392.40 ohm
14	0.06843	0.00021 23783.57 ohm	7	41	0.20039 0.00061 7903.90 ohm	7	306	1.4956 0.00453 773.24 ohm	7	194	0.94819 0.00287 1410.15 ohm
4	0.19155	5.9E-05 84067.50 ohm	8	3	0.01466 4.4E-05 112200.00 ohm	8	233	1.13881 0.00345 1118.88 ohm	8	143	0.69892 0.00212 2030.77 ohm
39	0.19062	0.00058 8326.15 ohm	9	26	0.12708 0.00039 12654.23 ohm	9	269	1.31476 0.00398 924.98 ohm	9	248	1.21212 0.00367 1031.25 ohm
0	0	0 inf ohm	10	61	0.29814 0.0009 5204.26 ohm	10	285	1.39296 0.00422 854.53 ohm	10	211	1.03128 0.00313 1269.95 ohm
9	0.04399	0.00013 37180.00 ohm	11	59	0.28837 0.00087 5391.86 ohm	11	313	1.52981 0.00464 748.56 ohm	11	207	1.01173 0.00307 1300.87 ohm
0	0	0 inf ohm	12	16	0.0782 0.00024 20769.38 ohm	12	275	1.34409 0.00407 897.60 ohm	12	206	1.00684 0.00305 1308.79 ohm
26	0.12708	0.00039 12654.23 ohm	13	36	0.17595 0.00053 9047.50 ohm	13	298	1.4565 0.00441 802.85 ohm	13	220	1.07527 0.00326 1204.50 ohm
9	0.04399	0.00013 37180.00 ohm	14	40	0.1955 0.00059 8109.75 ohm	14	291	1.42229 0.00431 830.10 ohm	14	214	1.04594 0.00317 1247.52 ohm
19	0.09286	0.00028 17437.90 ohm	15	16	0.0782 0.00024 20769.38 ohm	15	319	1.55914 0.00473 728.28 ohm	15	151	0.73803 0.00224 1905.70 ohm
22	0.10753	0.00033 15015.00 ohm	16	33	0.16129 0.00049 9900.00 ohm	16	222	1.08504 0.00329 1190.68 ohm	16	178	0.86999 0.00264 1566.57 ohm
14	0.06843	0.00021 23783.57 ohm	17	64	0.31281 0.00095 4944.84 ohm	17	250	1.2219 0.0037 1020.36 ohm	17	156	0.76246 0.00231 1834.04 ohm
48	0.2346	0.00071 6703.13 ohm	18	59	0.28837 0.00087 5391.86 ohm	18	249	1.21701 0.00369 1025.78 ohm	18	212	1.03617 0.00314 1262.41 ohm
1	0.00489	1.5E-05 337260.00 ohm	19	7	0.03421 0.0001 47897.14 ohm	19	323	1.57869 0.00478 715.17 ohm	19	139	0.67937 0.00206 2098.70 ohm
5	0.02441	7.4E-05 87199.00 ohm	20	41	0.20039 0.00061 7903.90 ohm	20	274	1.3303 0.00405 893.08 ohm	20	211	1.03128 0.00313 1269.95 ohm

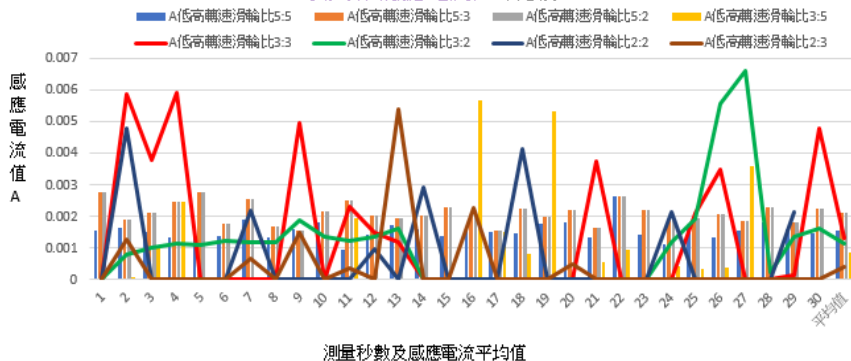
A：N20馬達低轉速30轉供電、高轉速300發電

B：高轉速300供電，低轉速30發電

#	A 低高轉速滑輪比5:5	A 低高轉速滑輪比5:3	A 低高轉速滑輪比5:2	A 低高轉速滑輪比3:5	A 低高轉速滑輪比3:3	A 低高轉速滑輪比3:2	A 低高轉速滑輪比2:2	A 低高轉速滑輪比2:3
1	0.00154	0.00276	0.002755	0	0.00003	0	0	0
2	0.00164	0.00191	0.001911	7.4E-05	0.00584	0.0008	0.00475	0.00127
3	0.0015	0.00213	0.002133	0.00104	0.00379	0.00102	0	0
4	0.00132	0.00244	0.002444	0.00244	0.0059	0.00113	0	0
5	0.00132	0.00277	0.00277	0	0	0.00111	0	0
6	0.00138	0.00175	0.001748	0	0	0.00124	0	0
7	0.0019	0.00255	0.002547	0	0	0.00119	0.00218	0.00068
8	0.00135	0.00167	0.001674	0	0	0.00119	0	0
9	0.00161	0.00157	0.00157	0	0.00493	0.0019	0	0.00148
10	0.00181	0.00215	0.002148	0	0	0.00138	0	0
11	0.00095	0.0025	0.002503	0.00194	0.00233	0.00123	0	0.00036
12	0.00144	0.00201	0.002014	0	0.00147	0.00135	0.00096	0
13	0.00172	0.00193	0.001925	0	0.0012	0.00161	0	0.00536
14	0.00159	0.00201	0.002014	0	0	0	0.00293	0
15	0.00138	0.00227	0.002266	0	0	0	0	0
16	0.00163	0.00199	0.001985	0.00566	0	0	0	0.00227
17	0.00153	0.00157	0.00157	0.00153	0	0	0	0
18	0.00148	0.00224	0.002236	0.00083	0	0	0.00412	0
19	0.00175	0.00197	0.00197	0.00532	0	0	0	0
20	0.00181	0.00222	0.002222	0	0	0	0	0.0005
21	0.00132	0.00166	0.001659	0.00056	0.00375	0	0	0
22	0.00264	0.00262	0.002622	0.00095	0	0	0	0
23	0.00144	0.00222	0.002222	0	0	0	0	0
24	0.00111	0.00188	0.001881	0.00044	0	0.0012	0.00212	0
25	0.00166	0.00193	0.001925	0.00036	0.00209	0.00194	0	0
26	0.00133	0.00209	0.002088	0.0004	0.00348	0.00557	0	0

27	0.00154	0.00187	0.001866	0.00358	0	0.00658	0	0
28	0.00179	0.00228	0.002281	0	0	0.00022	0	0
29	0.00159	0.00181	0.001807	0	0.00013	0.00138	0.00212	0
30	0.00148	0.00225	0.002251		0.00475	0.00161		0
平均值	0.00155	0.0021	0.002100233	0.000866	0.001323	0.001121	0.000661	0.000397

不同低轉速高轉速滑輪比下，N20馬達低轉速30轉供電、高轉速300發電的  
每秒瞬間感應電流值的比較



結論：N20馬達低轉速30轉供電、高轉速300發電的每秒產生瞬間感應電流值不如用高轉速馬達供電而低轉速馬達發電的感應電流值的大小，兩者轉速比為10倍，連動的滑輪半徑比大小的倍率就影響不夠明顯，滑輪小的連動較明顯容易帶動得起來。

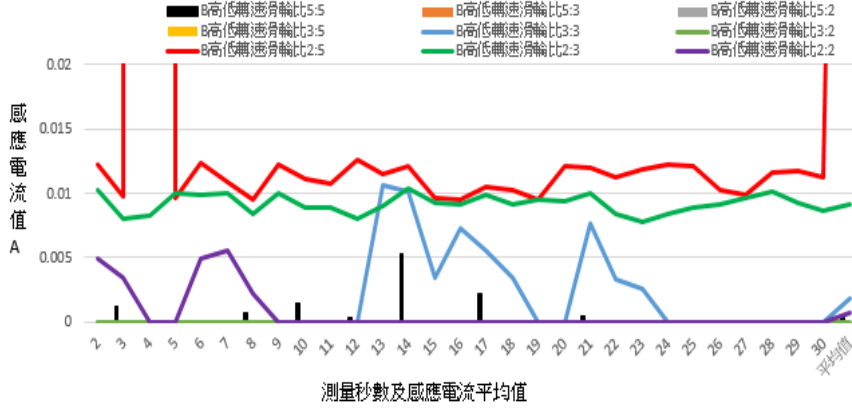
A：低轉速30供電，高轉速300發電

B：高轉速300供電，低轉速30發電

	B 高低轉速滑輪比5:5	B 高低轉速滑輪比5:3	B 高低轉速滑輪比5:2	B 高低轉速滑輪比3:5	B 高低轉速滑輪比3:3	B 高低轉速滑輪比3:2	B 高低轉速滑輪比2:5	B 高低轉速滑輪比2:3	B 高低轉速滑輪比2:2
1									
2	0	0	0	0	0	0	0.01228	0.01028	0.00487
3	0.00127	0	0	0	0	0	0.00978	0.00806	0.00348
4	0	0	0	0	0	0	2.87402	0.00832	0
5	0	0	0	0	0	0	0.00964	0.01001	0
6	0	0	0	0	0	0	0.01237	0.00992	0.00498
7	0	0	0	0	0	0	0.01081	0.00998	0.00558
8	0.00068	0	0	0	0	0	0.00955	0.00838	0.00218
9	0	0	0	0	0	0	0.01225	0.01003	0
10	0.00148	0	0	0	0	0	0.01111	0.00889	0
11	0	0	0	0	0	0	0.01078	0.00884	0
12	0.00036	0	0	0	0	0	0.01257	0.00806	0
13	0	0	0	0	0.01062	0	0.01143	0.00902	0
14	0.00536	0	0	0	0.01015	0	0.01204	0.01034	0
15	0	0	0	0	0.00351	0	0.00966	0.00926	0
16	0	0	0	0	0.00726	0	0.00945	0.00914	0
17	0.00227	0	0	0	0.00551	0	0.01055	0.00989	0
18	0	0	0	0	0.00341	0	0.01021	0.00917	0
19	0	0	0	0	0	0	0.00948	0.00954	0
20	0	0	0	0	0	0	0.01216	0.00936	0
21	0.0005	0	0	0	0.00769	0	0.01192	0.00995	0
22	0	0	0	0	0.00329	0	0.01129	0.0084	0
23	0	0	0	0	0.00261	0	0.0118	0.00784	0
24	0	0	0	0	0	0	0.01225	0.00835	0
25	0	0	0	0	0	0	0.0121	0.00892	0
26	0	0	0	0	0	0	0.01019	0.00908	0
27	0	0	0	0	0	0	0.00992	0.00966	0
28	0	0	0	0	0	0	0.0116	0.01015	0
29	0	0	0	0	0	0	0.0117	0.00924	0
30	0	0	0	0	0	0	0.01126	0.00861	0
平均值	0.000411	0	0	0	0.001863	0	0.109799	0.009196	0.000727

不同高轉速低轉速滑輪比下，N20馬達高轉速300轉供電、低轉速30發電的

每秒瞬間感應電流值的比較



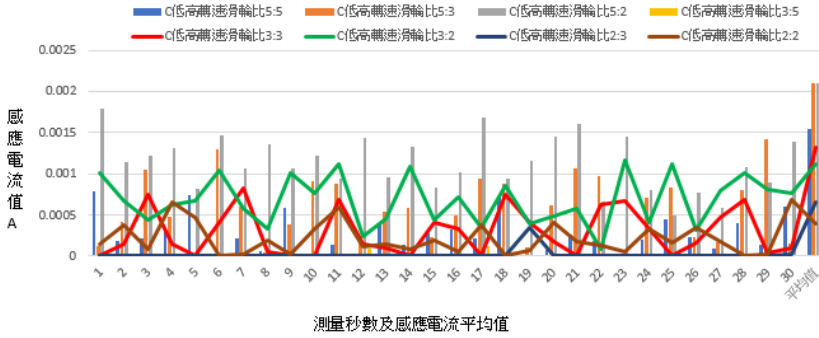
結論：不同高轉速低轉速滑輪半徑比及 N20馬達高轉速300轉供電、低轉速30發電的每秒產生瞬間感應電流值的最佳化條件為高轉速馬達用小滑輪、低轉速馬達用大滑輪，兩者滑輪比為1:3產生的感應電流強度為最佳、1:2則次之。

#	C：N20馬達低轉速100轉供電、高轉速300發電				D 高轉速300供電，低轉速100發電			
	C 低高轉速滑輪比5:5	C 低高轉速滑輪比5:3	C 低高轉速滑輪比5:2	C 低高轉速滑輪比3:5	C 低高轉速滑輪比3:3	C 低高轉速滑輪比3:2	C 低高轉速滑輪比2:3	C 低高轉速滑輪比2:2
1	0.00079	0.00012	0.001792	0	0	0.00101	0	0.00015
2	0.00018	0.00042	0.00114	0	0.00015	0.00067	0	0.00037
3	0.00022	0.00105	0.001214	0	0.00074	0.00044	0	8.9E-05
4	0.00034	0.00047	0.001318	0	0.00015	0.00062	0	0.00065
5	0.00074	0	0.000815	0	0	0.00067	0	0.00047
6	0	0.00129	0.001466	0	0.00042	0.00104	0	0
7	0.00021	0.00061	0.001066	0	0.00083	0.00058	0	1.5E-05
8	5.9E-05	4.4E-05	0.001363	0	5.9E-05	0.00033	0	0.00019
9	0.00058	0.00039	0.001066	0	0	0.00101	0	1.5E-05
10	0	0.0009	0.001214	0	0	0.00077	0	0.00033
11	0.00013	0.00087	0.000948	0	0.00068	0.00111	0	0.00059
12	0	0.00024	0.001437	8.9E-05	0.00015	0.00024	0	0.00012
13	0.00039	0.00053	0.000963	0	0.0001	0.00046	0	0.00015
14	0.00013	0.00059	0.001333	0.00003	0	0.00108	0	8.9E-05
15	0.00028	0.00024	0.000829	0	0.0004	0.00044	0	0.00019
16	0.00033	0.00049	0.001022	0	0.00033	0.00071	0	5.9E-05
17	0.00021	0.00095	0.001674	0.00012	0	0.00034	0	0.00037
18	0.00071	0.00087	0.000933	0	0.00074	0.00086	0	0
19	1.5E-05	0.0001	0.001155	0	0.00042	0.00039	0.00034	7.4E-05
20	7.4E-05	0.00062	0.001451	0	0.00018	0.00049	0	0.00042
21	0.00027	0.00107	0.0016	0	0	0.00058	0	0.00018
22	0.00018	0.00098	0.000666	0	0.00062	8.9E-05	0	0.00013
23	0.00003	0	0.001451	0.00003	0.00067	0.00117	0	5.9E-05
24	0.00019	0.00071	0.0008	0	0.00033	0.0004	0	0.00033
25	0.00044	0.00083	0.000489	0	0	0.00111	0	0.00016
26	0.00024	0.00024	0.00077	0	0.00016	0.00031	0	0.00034
27	8.9E-05	0.00016	0.000592	0	0.00047	0.0008	0	0.00018
28	0.0004	0.0008	0.001081	0	0.00068	0.00101	0	0
29	0.00013	0.00142	0.000889	0	4.4E-05	0.00082	0	1.5E-05
30	0.00061	0.00015	0.001392	0	0.0001	0.00077	1.5E-05	0.00068
平均值	0.00155	0.0021	0.002100233	0.000866	0.001323	0.001121	0.000661	0.000397



不同低轉速高轉速滑輪比下，N20馬達低轉速100轉供電、高轉速300發電的

每秒瞬間感應電流值的比較



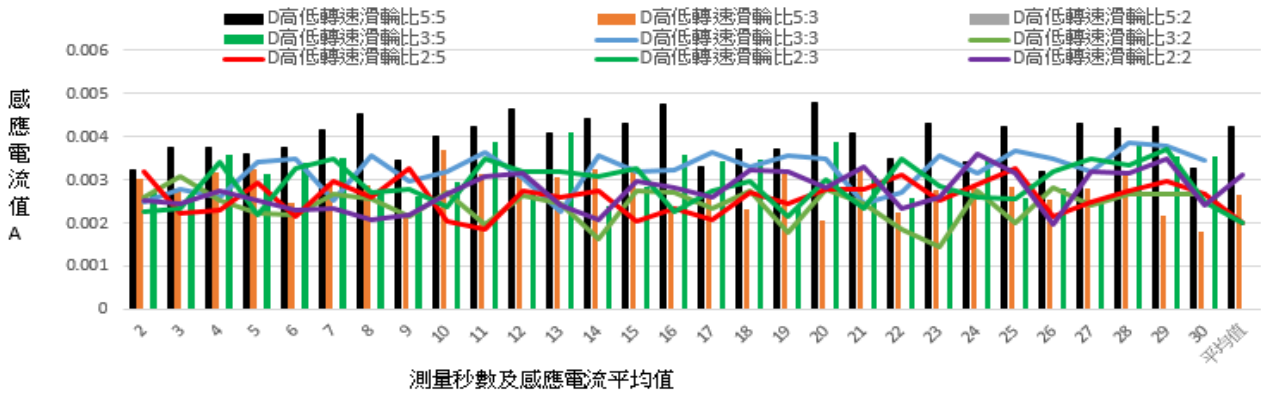
結論：N20馬達低轉速100轉供電、高轉速300發電的每秒產生瞬間感應電流值不如用高轉速馬達供電而低轉速馬達發電的感應電流值的大小，兩者轉速比為3倍，連動的滑輪半徑比大小的倍率會影響感應電流值的大小。

低轉速100供電，高轉速300發電，轉速100：轉速300的滑輪半徑比=5:5				低轉速100供電，高轉速300發電，轉速100：轉速300的滑輪半徑比				高轉速300供電，低轉速100發電，轉速300：轉速100的滑輪半徑比				高轉速300供電，低轉速100發電，轉速300：轉速100的滑輪半徑比						
AnalogValue	V	I	R	AnalogValue	V	I	R	AnalogValue	V	I	R	AnalogValue	V	I	R			
53	0.25904	0.00079	6039.62 ohm	1	8	0.0391	0.00012	41868.75 ohm	1	218	1.06549	0.00323	1218.58 ohm	1	205	1.00196	0.00304	1316.78 ohm
12	0.05865	0.00018	27802.50 ohm	2	28	0.13685	0.00042	11726.79 ohm	2	253	1.23656	0.00375	1004.35 ohm	2	189	0.92375	0.0028	1456.19 ohm
15	0.07331	0.00022	22176.00 ohm	3	71	0.34702	0.00105	4424.79 ohm	3	253	1.23656	0.00375	1004.35 ohm	3	214	1.04594	0.00317	1247.52 ohm
23	0.11241	0.00034	14347.83 ohm	4	32	0.1564	0.00047	10219.69 ohm	4	242	1.1828	0.00358	1065.00 ohm	4	218	1.06549	0.00323	1218.58 ohm
50	0.24438	0.00074	6421.80 ohm	5	0	0	0 inf ohm	5	252	1.23167	0.00373	1009.64 ohm	5	167	0.81623	0.00247	1691.50 ohm	
0	0	0 inf ohm	6	87	0.42522	0.00129	3550.34 ohm	6	280	1.36852	0.00415	875.68 ohm	6	196	0.95797	0.0029	1392.40 ohm	
14	0.06843	0.00021	23783.57 ohm	7	41	0.20039	0.00061	7903.90 ohm	7	306	1.4956	0.00453	773.24 ohm	7	194	0.94819	0.00287	1410.15 ohm
4	0.01955	5.9E-05	84067.50 ohm	8	3	0.01466	4.4E-05	112200.00 ohm	8	233	1.13881	0.00345	1118.88 ohm	8	143	0.69892	0.00212	2030.77 ohm
39	0.19062	0.00058	8326.15 ohm	9	26	0.12708	0.00039	12654.23 ohm	9	269	1.31476	0.00398	924.98 ohm	9	248	1.21212	0.00367	1031.25 ohm
0	0	0 inf ohm	10	61	0.29814	0.0009	5204.26 ohm	10	285	1.39296	0.00422	854.53 ohm	10	211	1.03128	0.00313	1269.95 ohm	
9	0.04399	0.00013	37180.00 ohm	11	59	0.28837	0.00087	5391.86 ohm	11	313	1.52981	0.00464	748.56 ohm	11	207	1.01173	0.00307	1300.87 ohm
0	0	0 inf ohm	12	16	0.0782	0.00024	20769.38 ohm	12	275	1.34409	0.00407	897.60 ohm	12	206	1.00684	0.00305	1308.79 ohm	
26	0.12708	0.00039	12654.23 ohm	13	36	0.17595	0.00053	9047.50 ohm	13	298	1.4565	0.00441	802.85 ohm	13	220	1.07527	0.00326	1204.50 ohm
9	0.04399	0.00013	37180.00 ohm	14	40	0.1955	0.00059	8109.75 ohm	14	291	1.42229	0.00431	830.10 ohm	14	214	1.04594	0.00317	1247.52 ohm
19	0.09286	0.00028	17437.90 ohm	15	16	0.0782	0.00024	20769.38 ohm	15	319	1.55914	0.00473	728.28 ohm	15	151	0.73803	0.00224	1905.70 ohm
22	0.10753	0.00033	15015.00 ohm	16	33	0.16129	0.00049	9900.00 ohm	16	222	1.08504	0.00329	1190.68 ohm	16	178	0.86999	0.00264	1566.57 ohm
14	0.06843	0.00021	23783.57 ohm	17	64	0.31281	0.00095	4944.84 ohm	17	250	1.2219	0.0037	1020.36 ohm	17	156	0.76246	0.00231	1834.04 ohm
48	0.2346	0.00071	6703.13 ohm	18	59	0.28837	0.00087	5391.86 ohm	18	249	1.21701	0.00369	1025.78 ohm	18	212	1.03617	0.00314	1262.41 ohm
1	0.00489	1.5E-05	337260.00 ohm	19	7	0.03421	0.0001	47897.14 ohm	19	323	1.57869	0.00478	715.17 ohm	19	139	0.67937	0.00206	2098.70 ohm

D：N20馬達低轉速300轉供電、高轉速100發電

1	D 高低轉速滑輪比5:5	D 高低轉速滑輪比5:3	D 高低轉速滑輪比5:2	D 高低轉速滑輪比3:5	D 高低轉速滑輪比3:3	D 高低轉速滑輪比3:2	D 高低轉速滑輪比2:5	D 高低轉速滑輪比2:3	D 高低轉速滑輪比2:2
2	0.00323	0.00304	0	0.00273	0.00249	0.00258	0.00317	0.00225	0.00252
3	0.00375	0.0028	0	0.00264	0.00278	0.00308	0.00224	0.00234	0.00246
4	0.00375	0.00317	0	0.00357	0.00261	0.0025	0.00231	0.00341	0.00273
5	0.00358	0.00323	0	0.00314	0.00342	0.00224	0.00292	0.00218	0.0025
6	0.00373	0.00247	0	0.00339	0.00348	0.00219	0.00216	0.00326	0.00231
7	0.00415	0.0029	0	0.00351	0.00252	0.00265	0.00295	0.0035	0.00233
8	0.00453	0.00287	0	0.0027	0.00356	0.00256	0.00261	0.0027	0.00207
9	0.00345	0.00212	0	0.00261	0.00298	0.00213	0.00324	0.00277	0.00219
10	0.00398	0.00367	0	0.00295	0.00318	0.0027	0.00204	0.00239	0.00267
11	0.00422	0.00313	0	0.00388	0.00364	0.00197	0.00187	0.0035	0.00308
12	0.00464	0.00307	0	0.00273	0.00304	0.00264	0.00276	0.0032	0.00316
13	0.00407	0.00305	0	0.0041	0.00225	0.00246	0.00261	0.0032	0.00241
14	0.00441	0.00326	0	0.00239	0.00356	0.00164	0.00273	0.00307	0.00207
15	0.00431	0.00317	0	0.00284	0.0032	0.00274	0.00204	0.00324	0.00295
16	0.00473	0.00224	0	0.00357	0.00323	0.0027	0.00234	0.00227	0.00283
17	0.00329	0.00264	0	0.00342	0.00363	0.00233	0.00207	0.00274	0.00259
18	0.0037	0.00231	0	0.00348	0.0033	0.00276	0.00271	0.00298	0.00323
19	0.00369	0.00314	0	0.00237	0.00354	0.00179	0.00246	0.00213	0.00317
20	0.00478	0.00206	0	0.00387	0.00347	0.00277	0.00278	0.00301	0.00281
21	0.00406	0.00327	0	0.00308	0.00243	0.00243	0.00277	0.00233	0.00329
22	0.00347	0.00225	0	0.00256	0.00271	0.00187	0.00313	0.00347	0.00234
23	0.0043	0.00277	0	0.00276	0.00356	0.00145	0.00252	0.00286	0.00259
24	0.00341	0.00283	0	0.0035	0.00316	0.00274	0.00287	0.00258	0.0036
25	0.00422	0.00283	0	0.00256	0.00366	0.00199	0.00326	0.00256	0.00314
26	0.0032	0.00255	0	0.00278	0.00348	0.00281	0.00215	0.00318	0.00196
27	0.00428	0.00278	0	0.00249	0.0032	0.0024	0.00247	0.00348	0.00318
28	0.00419	0.0032	0	0.00382	0.00384	0.00265	0.00274	0.00335	0.00316
29	0.00422	0.00218	0	0.00353	0.00378	0.00265	0.00296	0.00372	0.00348
30	0.00326	0.00181	0	0.00353	0.00345	0.00265	0.00267	0.00247	0.0024

不同高轉速低轉速滑輪比下，N20馬達高轉速300轉供電、低轉速100發電的每秒瞬間感應電流值的比較

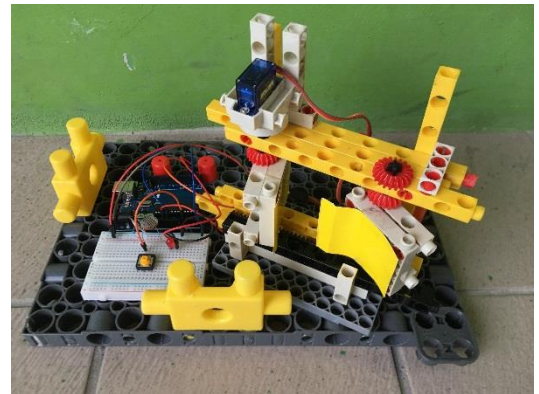


結論：不同高轉速低轉速滑輪半徑比及 N20馬達高轉速300轉供電、低轉速100發電的每秒產生瞬間感應電流值的最佳化條件為高轉速馬達用大滑輪、低轉速馬達也用大滑輪，兩者轉速倍率差不大且都轉得動，所以大小滑輪比產生的感應電流大小均不小，高轉速帶動低轉速產生的感應電流強度均比低轉速帶動高轉速的大。

光電效能應用—光控遮陽簾：太陽能板儲電後以程式光控光敏電阻及伺服馬達之遮陽簾。

除了探究太陽能的儲電及一些科學原理的應用外，在實際生活上，我們選擇光控遮陽簾的應用，其組裝步驟流程說明如下，圖示如右：

- 1.以智高積木組裝直立型遮陽簾。
- 2.應用齒條連動，使各窗簾做相同角度的轉動。
- 3.以麵包板上的1個光敏電阻感測器做控制，讓伺服馬達依轉動角度調整窗簾的角度，維持室內期望的光線明暗強弱。



Arduino 程式為

```
#include <Servo.h>
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

float IR3 = 0;

Servo servo_3;

void _delay(float seconds) {
    long endTime = millis() + seconds *
1000;
    while(millis() < endTime) _loop();
}

void setup() {
    servo_3.attach(3);
    pinMode(A0+1, INPUT);
    pinMode(2, OUTPUT);
    servo_3.write(90);
    while(1) {

        IR3 = analogRead(A0+1);
        if(IR3 < 120){
            digitalWrite(2,1);
            servo_3.write(20);
        }else{
            servo_3.write(90);
            digitalWrite(2,0);
        }
        _delay(0.8);
        _loop();
    }
}

void _loop() {
}

void loop() {
    _loop();
}
```

#### 4. 作品創意性：(最多300字)

以 STEM 的精神，整合光電、電機和程控的 Arduino UNO 板、光敏電阻、伺服馬達等，製作科學研究及電機電腦程式的學習及應用。

在國中光電、電路、簡單機械、能量轉換、電生磁、磁生電等科學單元中，自組實作裝置適合應用在國中九年級自然、生科 STEM 之跨科多元實作課程的應用說明。

國中很多實驗只有定性而無定量的比較，課本的電磁感應是把磁鐵條對著環形多匝線圈做上下、左右進入線圈及遠離線圈的相對運動，由微安培檢流計向左、向右產生瞬間感應電流大小可以驗證冷次定律，但相對運動的速率無法量化，產生的感應電流的變化也不明顯，無法證明磁場變化速率與感應電流成正相關的法拉第定律，希望本作品恰可創新解決這項實驗的難題。

#### 5. 作品成果報告



模擬太陽光平行光源



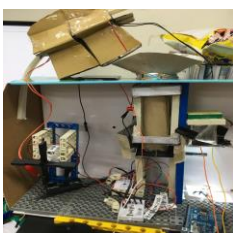
集光反射板及集光4mm  
焦距菲涅爾透鏡



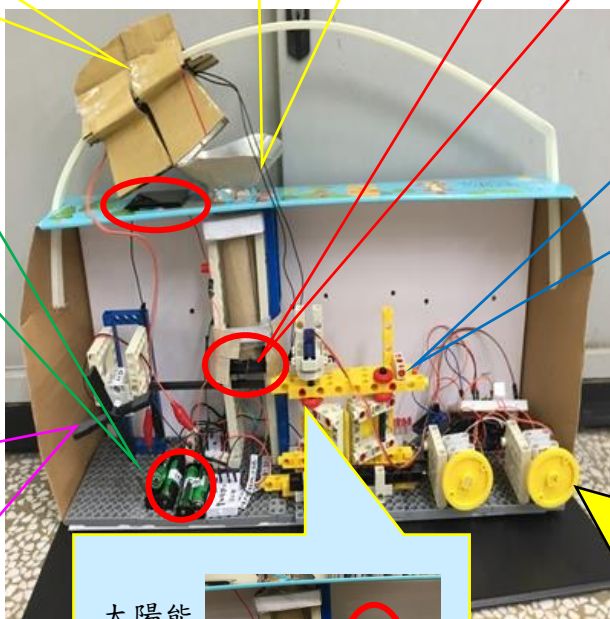
模擬室外太陽能板  
及室內集光模組



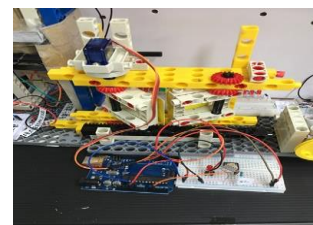
模擬室外太陽能板及室  
內集光模組儲電系統



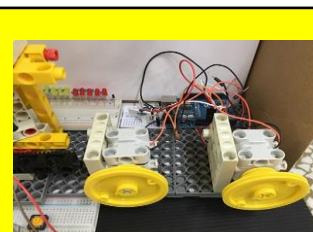
太陽能板集光儲電後供  
3D 列印十字軸槳葉轉動



太陽能  
板集光  
儲電效  
能測式



自動感光窗簾模組



法拉第定律感應電流  
測試模組

#### 6. 參考文獻：

- (1).<https://kknews.cc/zh-tw/science/n56o448.html>
- (2).電磁學與馬達科學實驗#1237-CN 學生手冊第19課感應電動勢 智高實業股份有限公司
- (3).Arduino 積木應用與專題製作9-2光控遮陽簾 賴鴻州編著 台科大圖書
- (4).<https://slidesplayer.com/slide/11197694/>
- (5).<https://slidesplayer.com/slide/15446655/>
- (6).國中自然第三冊第4章光、第五冊簡單機械與電路、第六冊能量轉換、電流磁效應與電磁感應單元
- (7)清大普物實驗室-運用 arduino 進行 RLC 實驗測量 國立清華大學物理系普物實驗室 戴明鳳 教授 跨領域科學教育中心 科普團隊

## 2023仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

### 作品設計費支出明細表(複賽用)

隊伍名稱：集光隊

P1

項目名稱	費用	備註
N20馬達及馬達盒 x5	625	125*3+200*2
伺服馬達及馬達組裝零件 x1	200	
太陽能板 x2	190	95*2
14500充電電池 x4	240	60*4
12V 變壓器 x1	120	
2入電池盒 x2	60	30*2
3W 鋁基板白光 LED 燈 x8	8	20個16元
3W 超亮白光 LED 燈 x2	20	1個10元
菲涅爾透鏡 x1	79	50mm 直徑、40mm 焦距
銀白色壁報紙 x1	15	
麵包板 x5	75	15*5
光敏電阻 x2、LED 燈、一般電阻	100	
線材(單芯線、杜邦線)及鱷魚夾	100	
黑色膠帶、透明膠帶	50	
回收壓線條、黑色 PP 板、紙板、盒蓋	0	回收材料
小灰底板及結合鍵 x8	} 0 }	} 和學校借用 }
長方框 x7、小方框 x6		
11孔扁長條 x1、有測孔長條 x7		
結合鍵固定器等智高積木		
總價(新台幣)(元)	1882	

註：除了大會所提供之 Arduino UNO 外，其餘作品設計費每組花費限額3,000元(大會不補助)。若作品有使用到網際網路，提供網路的設備不計入作品設計費，該設備只作為提供網路給作品使用。複賽時並請提供「作品設計支出明細表」。