

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 工程學科(一)科

052306

轉轉轉—脈衝式直流伺服馬達控制

學校名稱：桃園市私立新興高級中學

作者： 高二 梁昱婷 高二 賴巧儒 高二 敬沛妮	指導老師： 林榮松 羅佳音
-----------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：脈衝式訊號、節能省電、指尖陀螺

摘要

本研究主要在於設計、改良攜帶式直流電風扇，讓原本的風扇更省電與延長充電電池使用時間達成環保的目的。

利用脈衝式的脈波電壓輸出，在最小的轉速衰減情況下，達成單位時間耗電量減少並延長電池的電量與使用時間。

此外，我們也運用了指尖陀螺的裝置概念來延長風扇在無源情況下的轉動時間，配合改變脈衝式電路的驅動時間，達成延長電池使用時間的效果。

本研究計畫具有下列幾項特色：

1. 使用脈衝式電路輸出讓電池延長使用時間。
2. 增加電池充電的循環週期。
3. 以指尖陀螺的原理來延長轉動時間。



壹、研究動機

到了夏天，看到同學大家手上都拿著一台攜帶式風扇，可是使用沒多久就沒電了。所以讓我們思考能否在直流風扇上面的驅動方式做些改造，達成延長電池的使用時間的改善。

偶然的機會在體育課打籃球時，看到同學把籃球放在指尖上旋轉並且在間隔的時間拍動籃球，維持籃球的持續轉動。這讓我們發現電子學的無穩態脈衝式電路，應該也可以運用在同為圓周轉動方式的直流伺服馬達上。

脈衝波是指穩定且週期性出現的電壓或電流稱為脈衝電壓或脈衝電流，在第一個階段實驗，我們希望利用這個原理讓 DC 電風扇在轉速降低的可接受的範圍內變得更加省電。

不僅如此，我們將去年流行的指尖陀螺概念運用在風扇的扇葉上。指尖陀螺是在軸承有一個培林裝置，邊緣配上較重的物體以增加轉動的慣性。從物理特性可知，指尖陀螺具有利用離心力，延長無源轉動的時間。

在第二階段的實驗中，我們預計在扇葉邊鎖上 1 公克的螺絲與螺帽，期望將此原理運用在風扇扇葉上，無電源結束運轉時，能讓扇葉旋轉的更久。

節能是當今環保議題中最重要的課題，全球暖化的問題與日俱增，一般拋棄式的電池一旦沒有電只能回收處理，而充電式電池的損耗較低，壽命也比一般電池還要長，這個實驗以降低直流風扇的平均電池損耗並延長充電電池的充電週期，就是本研究計劃的動機。

貳、研究目的

本研究的目的是讓攜帶式的直流小型電風扇加上脈衝式電壓控制的概念，使得電風扇更加省電，並且利用指尖陀螺的原理，在扇葉邊上加了螺絲與螺帽的配重，使扇葉有較大的離心力，讓風扇在電源關閉到完全靜止的時間能拉長，配合更長的脈衝週期，使省電的效率能增加。

希望透過實驗的驗證達成我們預期的功能，使充電電池的使用時間能更加延長是本研究的最終目的。

參、研究設備及器材

一、設備

直流風扇 *2 (編號 A：白色、編號 B：藍色)

電壓電流顯示表 *1

電源供應器 *1

三用電表 *1

示波器 *1

轉速器 *1

電烙鐵 *1

延長線 *1

二、器材

萬用 PVC 電路板 *1

麵包板 *1

LED(red) *1

TC4011BP *1

DIP 開關 *1

555 振盪 IC *1

電阻 22 k Ω 1/4W *1

電阻 12 k Ω 1/4W *1

電阻 2.2 K Ω 1/4W *1

電阻 8.1 k Ω 1/4W *1

電阻 100 k Ω 1/4W *1

小功率電晶體 2SC1815 *1

中功率電晶體 2SD669 *1

陶瓷電容 0.01 μ F *1

電解電容 47 μ F/16V *2

肆、研究過程或方法

為了能夠瞭解風扇在未配重與在扇葉配重的二種無源轉動至停止的時間，實驗以碼錶配合影片來紀錄時間，實驗的數據如下(表 1)所列。

一、風扇無電源後之轉動時間統計表 (電扇代碼說明如下註 1)

項目	測試條件	電扇代碼	時間(秒)	增加百分率	影片連結	QRcode
1	扇葉未配重	A1	6.3	無	https://www.youtube.com/edit?o=U&video_id=ioIQ91gNMaM	
2	扇葉已配重 (扇葉配重 1g)	A2	8.56	35.87%	https://www.youtube.com/edit?o=U&video_id=XqYWJURAUzU	
3	扇葉未配重	B1	3.63	無	https://www.youtube.com/edit?o=U&video_id=1eJEZtkxH_Y	
4	扇葉已配重 (扇葉配重 1g)	B2	6.68	84.02%	https://www.youtube.com/watch?v=ZIWVAKICBIO&feature=youtu.be	

(表 1)

註 1: 風扇 A1(白色)為尚未在扇葉上增加配重，風扇 A2(白色)為已在扇葉上配重(1g)

風扇 B1(藍色)為尚未在扇葉上增加配重，風扇 B2(藍色)為已在風扇上配重(1g)

由上(表 1)得知，在二個不同廠牌風扇的實驗結果，雖然在增加的百分率不盡然相同，但是我們可以發現，利用指尖陀螺的配重概念，的確可以延長風扇在電源關閉後至風扇停止的無源轉動時間。對於這樣的結果，應該有利於我們下一個階段的實驗。

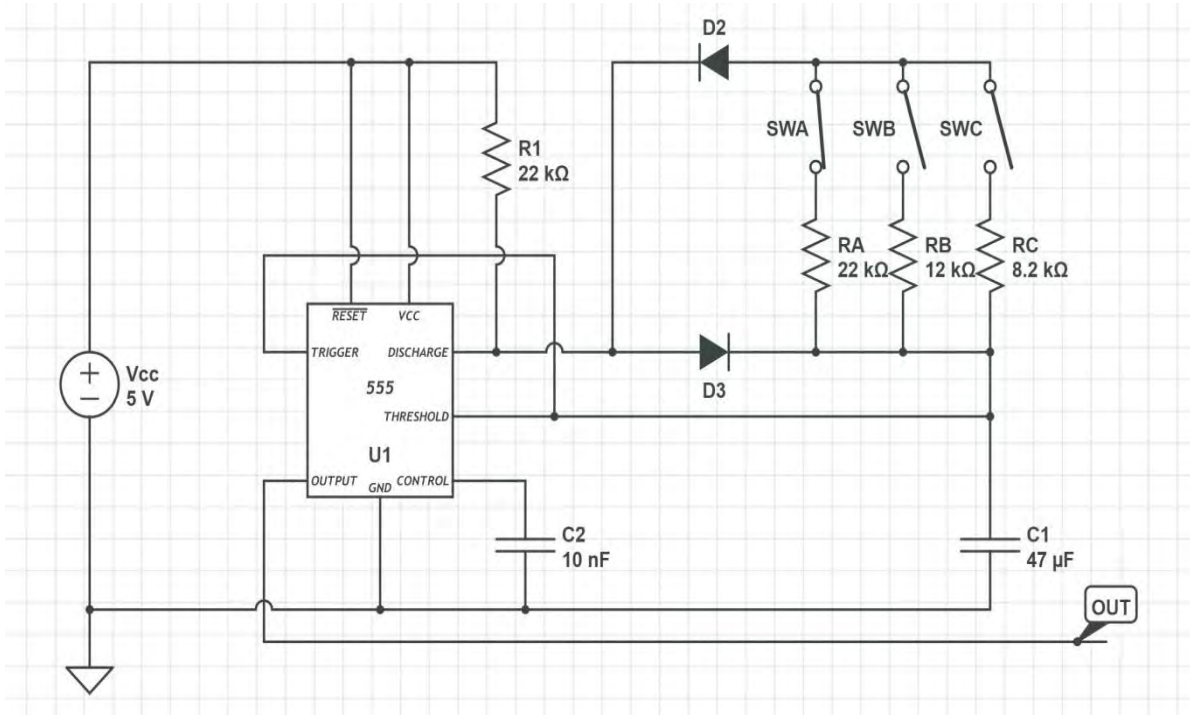
二、脈衝式直流伺服馬達設計概念，方塊圖如(圖 1)所示：



系統方塊圖

(圖 1)

三、NE555 脈衝產生電路圖

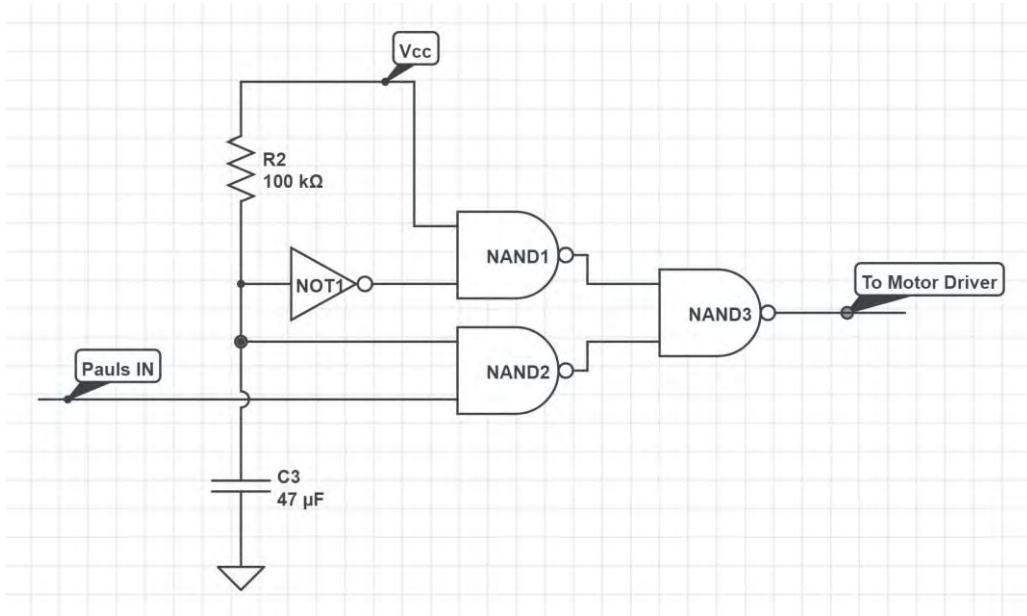


(圖 2)

NE555 的無穩態震盪電路，透過 R1、D3、C1 的充電迴路，固定產生約 1 秒鐘的正向脈衝來驅動馬達轉動，透過由 DIP SW 來選擇 A、B、C 三組不同的放電迴路，放電迴路經由 C1、Rx、D2 來產生 1 秒、0.5 秒、0.25 秒的負向脈衝，驅使馬達不動作。另為配合直流伺服馬達，本研究電路採用 DC 5V 作為電源電壓。

R1、RA、RB、RC、C1 的數值皆以近似值的零件來設計，D2、D3 可以區分充放電的迴路，實際產生的三組脈衝訊號，如以下<七、實驗過程>中之示波器顯示的脈衝輸出。

四、伺服馬達啟動與多工器電路

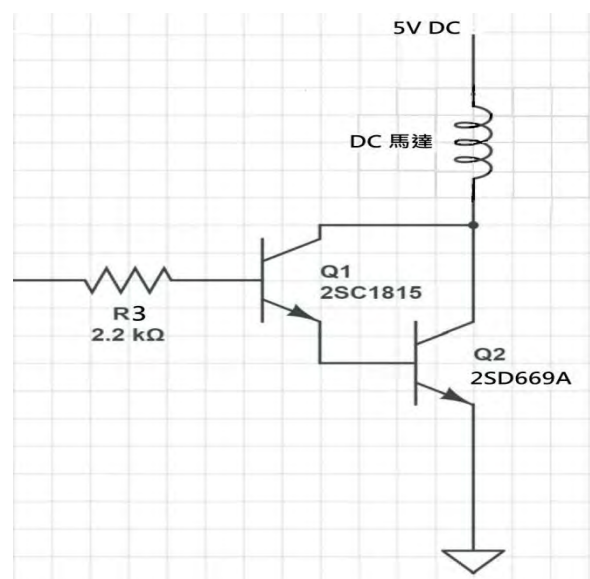


(圖 3)

因為直流伺服馬達在啟動後約需 2~3 秒的時間轉速才能達到穩定的狀態，因此透過 R2 與 C3 所組成的充電迴路以及由 NAND 閘組成之多工選擇器電路，讓直流伺服馬達在起始的 3 秒鐘，由 5V 直接作動，3 秒後多工器選擇脈衝訊號輸出至直流伺服馬達驅動電路。

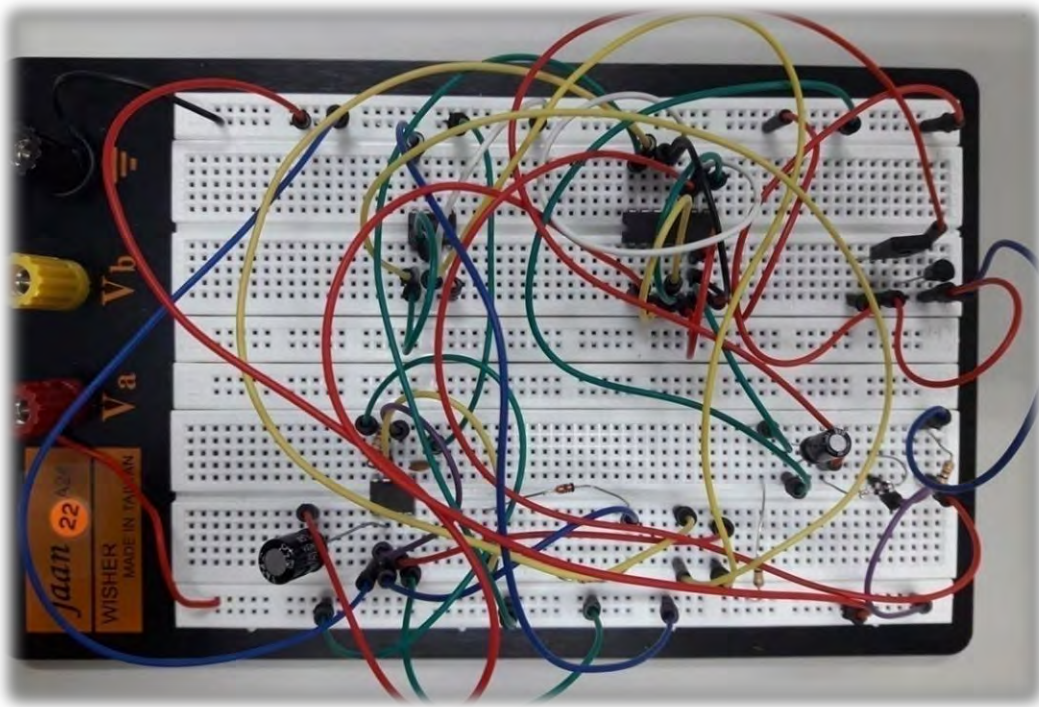
五、直流伺服馬達驅動電路

使用小功率與中功率電晶體所組成的達靈頓放大電路，作為驅動直流伺服馬達的控制。



(圖 4)

六、麵包板製作的實驗電路



(圖 5)

七、實驗過程

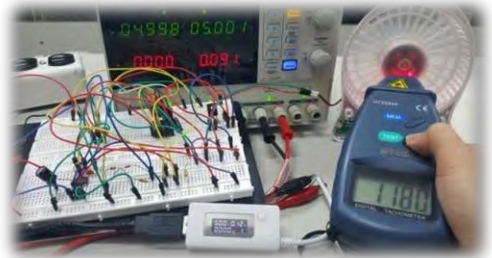
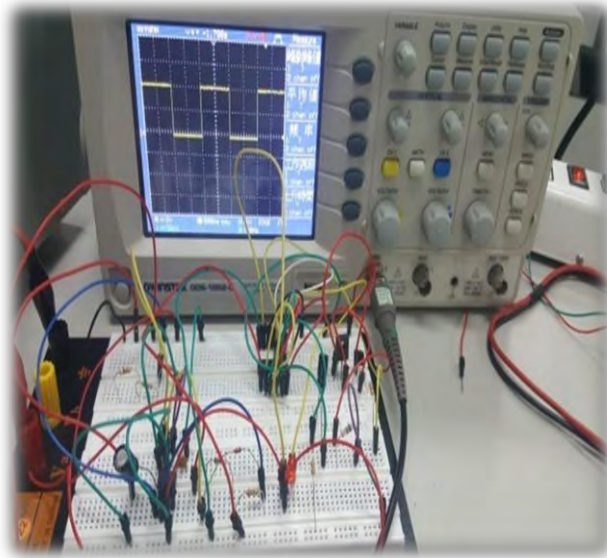
(一) 我們首先以穩定的 5V 供給風扇編號 A1 的馬達，測量時間單位時間為 10 分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。(實驗項目 T01)

風扇編號 A1，測得平均轉速為 3543rpm，累計消耗電流為 102mA



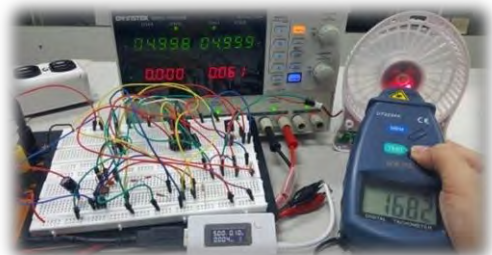
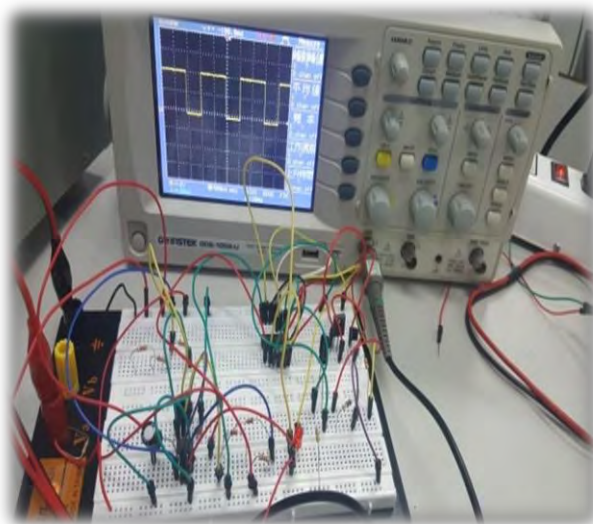
(二) 接著使用脈衝電路，選擇 DIP SWA、放電電阻 22K 的脈衝電壓測試，該脈衝波形為 1 秒的正向脈波與 1 秒的負向脈波，測量時間單位時間為 10 分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。(實驗項目 T02)

➤ 風扇編號 A1，測得平均轉速為 1469rpm，累計消耗電流為 9mA



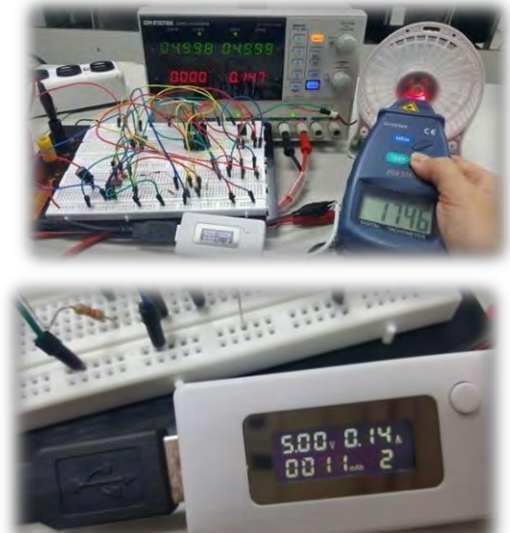
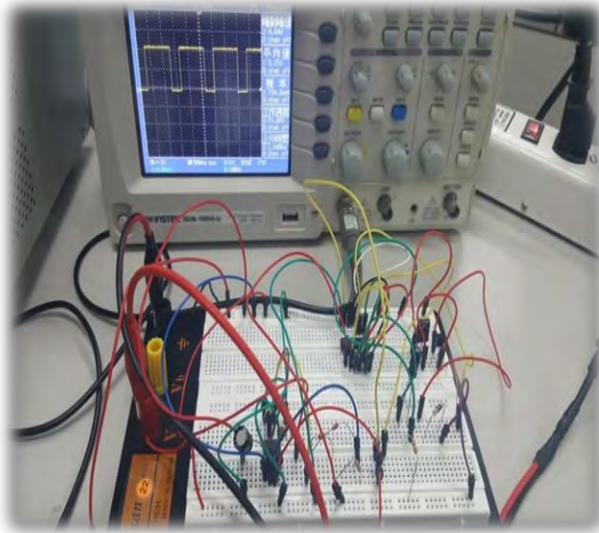
(三) 使用脈衝電路，選擇 DIP SWB、放電電阻 12K 的脈衝電壓測試，該脈衝波形為 1 秒的正向脈波與 0.5 秒的負向脈波，測量時間單位時間為 10 分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。(實驗項目 T03)

- 風扇編號 A1，測得平均轉速為 1656rpm，累計消耗電流為 10mA



(四) 使用脈衝電路，選擇 DIP SWC、放電電阻 8.2K 的脈衝電壓測試，該脈衝波形為 1 秒的正向脈波與 0.25 秒的負向脈波，測量時間單位時間為 10 分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。(實驗項目 T04)

- 風扇編號 A1，測得平均轉速為 1773rpm，累計消耗電流為 11mA



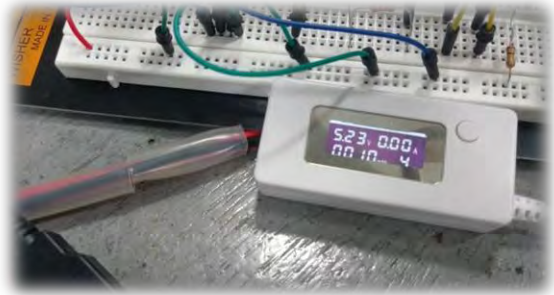
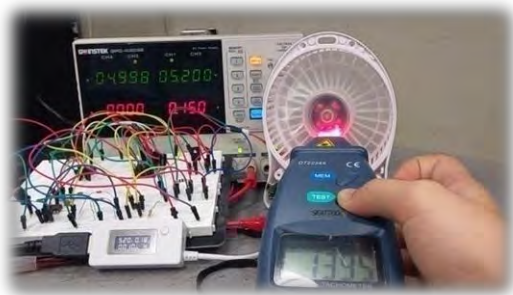
(五) 接下來以穩定的 5V 供給風扇編號 A2 的馬達(扇葉加上 1g 的配重), 測量時間單位時間為 10 分鐘, 記錄其平均轉速與累計消耗電流。(實驗項目 T11)

- 風扇編號 A2, 測得平均轉速為 3523rpm, 累計消耗電流為 98mA



(六) 接著使用脈衝電路, 選擇 DIP SWA、放電電阻 22K 的脈衝電壓測試, 該脈衝波形為 1 秒的正向脈波與 1 秒的負向脈波, 測量時間單位時間為 10 分鐘, 記錄其平均轉速與累計消耗電流。(實驗項目 T12)

- 風扇編號 A2, 測得平均轉速為 1501rpm, 累計消耗電流為 10mA



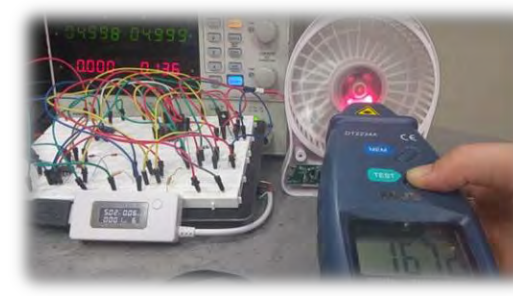
(七) 使用脈衝電路，選擇 DIP SWB、放電電阻 12K 的脈衝電壓測試，該脈衝波形為 1 秒的正向脈波與 0.5 秒的負向脈波，測量時間單位時間為 10 分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。(實驗項目 T13)

- 風扇編號 A2，測得平均轉速為 1592rpm，累計消耗電流為 10mA



(八) 使用脈衝電路，選擇 DIP SWC、放電電阻 8.2K 的脈衝電壓測試，該脈衝波形為 1 秒的正向脈波與 0.25 秒的負向脈波，測量時間單位時間為 10 分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。(實驗項目 T14)

- 風扇編號 A2，測得平均轉速為 1710.5rpm，累計消耗電流為 11mA

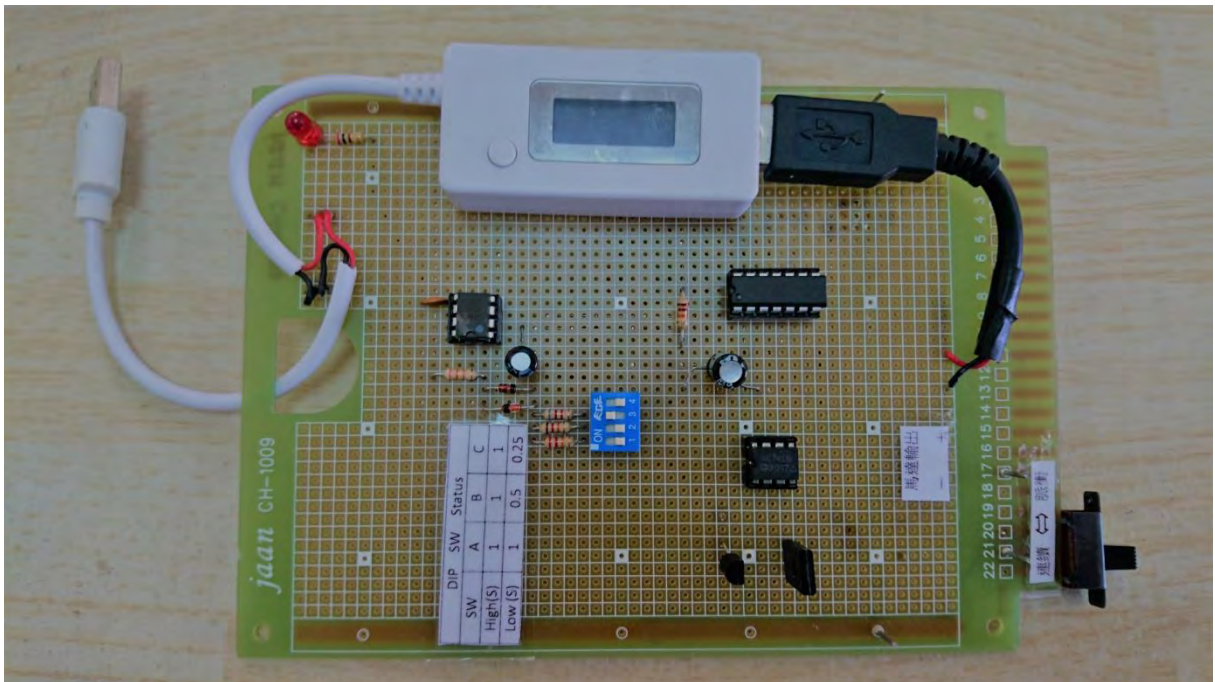


(九) 有關實驗項目 T21~T24 與 T31~T34，與上述項目(一)~(八)相同，只有風扇編號改成 B1 與 B2，測量時間單位時間依舊為 10 分鐘，實驗過程不再贅述，可參閱實驗影片連結，記錄其平均轉速與累計消耗電流，相關數據如下(表 2)所列：

實驗項目	風扇編號	平均轉速(rpm)	累計消耗電流(mA)
T21	B1	2759	80
T22	B1	623.5	9
T23	B1	826	12
T24	B1	394.5	14
T31	B2	272.8	77
T32	B2	851	9
T33	B2	1037.5	13
T34	B2	789.5	15

(表 2)

八、電路板的照片



DIP	SW	Status
SW	A	B C
High(S)	1	1 1
Low(S)	1	0.5 0.25

以 DIP SW 選擇脈衝訊號的形式



以波段開關選擇連續或脈衝控制

(圖 6)

伍、研究結果

一、實驗結果

項目	測試條件	電扇代碼	電源觸發方式		測試時間(分鐘)	累計耗電量(mA)	平均轉速(rpm)	
			電壓	高態動作時間(mS)				低態禁能時間(mS)
T01	使用電源供應器DC5V直接輸出至風扇馬達	A1 註1	5V	持續	0	102	3543	
T02	使用電源供應器DC5V輸入至測試電路再輸出至風扇馬達			1000	500	9	1469	
T03						250	10	1656
T04						125	11	1773
T11	使用電源供應器DC5V直接輸出至風扇馬達	A2 註2		持續	0	98	3523	
T12	使用電源供應器DC5V輸入至測試電路再輸出至風扇馬達			1000	500	10	1501	
T13						250	10	1592
T14						125	11	1710.5
T21	使用電源供應器DC5V直接輸出至風扇馬達	B1 註3		持續	0	80	2759	
T22	使用電源供應器DC5V輸入至測試電路再輸出至風扇馬達			1000	500	9	623.5	
T23						250	12	826
T24						125	14	394.5
T31	使用電源供應器DC5V直接輸出至風扇馬達	B2 註4		持續	0	77	2728	
T32	使用電源供應器DC5V輸入至測試電路再輸出至風扇馬達			1000	500	9	851	
T33						250	13	1037.5
T34						125	15	789.5

註1：電扇代碼A1，是指白色風扇未在扇葉上加上1g配重的情形

註2：電扇代碼A2，是指白色風扇已經在每片扇葉上加上1g配重的情形

註3：電扇代碼B1，是指藍色風扇未在扇葉上加上1g配重的情形

註4：電扇代碼B2，是指藍色風扇已經在每片扇葉上加上1g配重的情形

(表 3)

在(表 3)中的實驗數據，區分為 A 組與 B 組以及未配重與配重(每片扇葉 1g)的四種組合，再加上每一種組合有四項電壓驅動參數(5V、脈衝輸出)，共計有 16 個相關的實驗。

實驗的單位時間皆以電壓 DC 5V 與 10 分鐘的測試時間為基準，數據主要以平均轉速與累計消耗電流的二項參數做為主要的實驗結果判別依據。

二、節電效率百分率與平均轉速降低百分率統計表

項目	電扇代碼	電壓	高態時間	低態時間	測試時間	累計耗電量(mA)	節電效能百分率	平均轉速(rpm)	平均轉速降低百分率	風扇說明
T01	A1	5V	持續	0	10分鐘	102		3543		白色 未配重
T02			1秒	1秒		9	91.18%	1469	58.54%	
T03			0.5秒	10		90.20%	1656	53.26%		
T04			0.25秒	11		89.22%	1773	49.96%		
T11	A2	5V	持續	0	10分鐘	98		3523		白色 已在扇葉配重
T12			1秒	1秒		10	89.80%	1501	57.39%	
T13			0.5秒	10		89.80%	1592	54.81%		
T14			0.25秒	11		88.78%	1710.5	51.45%		
T21	B1	5V	持續	0	10分鐘	80		2759		藍色 未配重
T22			1秒	1秒		9	88.75%	623.5	77.40%	
T23			0.5秒	12		85.00%	826	70.06%		
T24			0.25秒	14		82.50%	394.5	85.70%		
T31	B2	5V	持續	0	10分鐘	77		2728		藍色 已在扇葉配重
T32			1秒	1秒		9	88.31%	851	68.80%	
T33			0.5秒	13		83.12%	1037.5	61.97%		
T34			0.25秒	15		80.52%	789.5	71.06%		

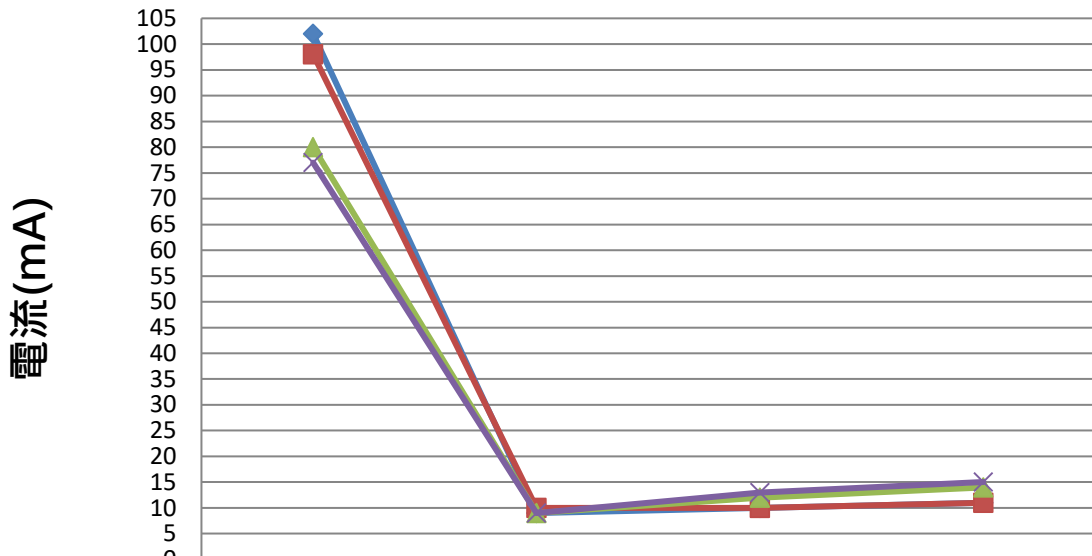
(表 4)

在(表 4)中的實驗數據，我們可以得到二個推論，其一是直流馬達在採用脈衝式的控制之後，不論在風扇 A 組與 B 組都可達到節電 80%以上的效率，尤其是在工作週期 50%的情形下，節電效率都比其他二組更好，這也是顯現了脈衝的負向脈波時間愈長，其累計的消耗電流也更少的結果。

其二是隨著負向脈波時間的增長，平均轉速的下降必然隨之增加，但在實驗數據的對照下，我們發現若在扇葉配重的情形下，透過類似指尖陀螺離心力概念的轉動機構，其平均轉速下降的百分率可以獲得稍稍的改善，但是對於節電效能的部分並沒有提昇，甚至還稍稍的降低了一點點節電效能。

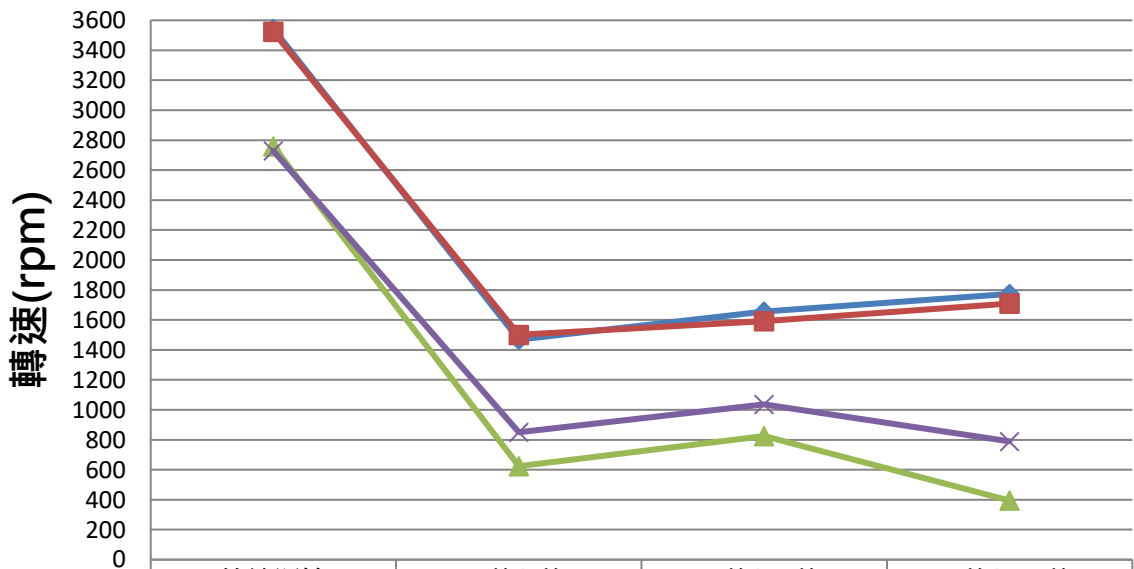
以下二圖表以折線圖的方式呈現 10 分鐘的總消耗電流與平均轉速變化的曲線

10分鐘的總消耗電流



	持續運轉	1秒/1秒	1秒/0.5秒	1秒/0.25秒
◆ A1	102	9	10	11
■ A2	98	10	10	11
▲ B1	80	9	12	14
× B2	77	9	13	15

10分鐘的馬達平均轉速變化



	持續運轉	1秒/1秒	1秒/0.5秒	1秒/0.25秒
◆ A1	3543	1469	1656	1773
■ A2	3523	1501	1592	1710.5
▲ B1	2759	623.5	826	394.5
× B2	2728	851	1037.5	789.5

三、實驗測試影片的連結

實驗編號	影片連結	QR Code
T01	https://www.youtube.com/watch?v=foF6qzuO6L8&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ&index=19	
T02	https://www.youtube.com/watch?v=aswZ2CuTGxY&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ&index=18	
T03	https://www.youtube.com/watch?v=LGrh3_y1H8E&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ&index=17	
T04	https://www.youtube.com/watch?v=a3xQoFbSoHk&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ&index=16	
T11	https://www.youtube.com/watch?v=rp1p7qu252I&index=7&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ	
T12	https://www.youtube.com/watch?v=0e-LZb_ziq8&index=6&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ	
T13	https://www.youtube.com/watch?v=-kggDXdTh9E&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ&index=5	
T14	https://www.youtube.com/watch?v=y2svloO8x9o&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ&index=4	
T21	https://www.youtube.com/watch?v=NxzdbWeJhTE&index=15&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ	
T22	https://www.youtube.com/watch?v=5I02QcVZFXs&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ&index=14	
T23	https://www.youtube.com/watch?v=ezFslBccUqQ&index=13&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ	
T24	https://www.youtube.com/watch?v=SBCueD8xx40	
T31	https://www.youtube.com/watch?v=WJGhRfEZ1jU&index=9&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ	
T32	https://www.youtube.com/watch?v=q-FgDHB9QJs&index=10&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ	
T33	https://www.youtube.com/watch?v=mp7xDnnXkvg	
T34	https://www.youtube.com/watch?v=_AVeQuBd3o&index=8&list=UUoQgb8yQ7IjD3nvdXZvCBfQ	

(表 5)

所有實驗的過程，為了能更精準紀錄與數據觀察，我們都拍攝了影片並上傳至影音平台，可以透過超連結的點選來檢視、重現實驗過程，相關連結如(表 5)所列。

四、研究結果

(一) 風扇的轉軸摩擦力各有不同

在風扇停止電源供應後之轉動時間與採用脈衝式電壓控制的方式而言，風扇無源後的停止時間與風扇平均轉速降低的百分率數據在不同組別的風扇上不盡然相同，因此我們可以大膽的說，每一個風扇上的直流馬達，其轉軸的摩擦力或扇葉的重量都可能影響風扇運作的順暢程度，甚至摩擦程度越大的，造成的電流耗損也愈大。

(二) 節電效能甚為理想、超乎預期

三組的脈衝控制電路，由(表 4)的實驗數據分析，差不多都可以節電 80%~90%左右，當然如果負脈衝的時間愈長，其省電效果愈佳愈明顯，對於這樣超乎預期的結果，我們都甚感驚訝。

(三) 平均轉速下降的百分率與實際的感受不同

在實驗中，因為不同組別的風扇條件不盡相同，因此平均轉速的下降百分率約為 50%~80%之間，這個現象的確會讓風扇的轉速處於一種不穩定的狀態，但是在實際實驗的過程中，透過許多同學體驗使用脈衝電路控制的風扇，其風速的變化造成體感風速的變化影響，其實不會太明顯(註 2)。況且我們還是認為廉價的轉速計也是造成誤差或數據失真的一個重要因素。

(四) 增加扇葉的離心力作用與效果

我們使用指尖陀螺的概念應用於扇葉上，雖然配重的位置沒有經過特別的計算方法，但就為了純粹驗證理論是否可行，我們的方法就是在每個扇葉上，分別鎖上 1 公克的螺絲與螺帽，在(表 4)的實驗數據分析，的確可以改善平均轉速的下降，但產生的負面效果呈現的是累積消耗功率可能不變甚或增加。

註 2：因為每個人的體感程度不一，況且我們認為感覺不能做為科學研究的數據或證據，故在本研究中並不去統計分析有關體感的數據，特此加註說明。

陸、討論

問題一： 在實驗當中，因為我們使用脈衝式的電壓，導致風量沒有比原本的風扇來的強！

討論結果：使用脈衝式的電壓控制，轉速降低導致風量變小，原本就是可預期的結果，實驗的過程中，雖然平均轉速降低，但是對應到節電的效率大幅提升，風量損失的風險，是可以接受的結果。

問題二： 轉速計本身可能的量測誤差，對於實驗結果的影響？

討論結果：我們這次使用的轉速計是在網路上以一千多元買的，其感測方式是以紅外線照射反光箔片，以每 0.6 秒取樣的速率，來讀取轉動的次數並轉換為數位的數值顯示。在實際的實驗測量中，轉速計很容易受到外在環境的影響而導致判讀數值的混亂，因此我們才決定在 10 分鐘的測量單位中，採計平均的轉速值，相望能使觀測的數據相對客觀。

問題三： 市售的直流風扇採用充電鋰電池的相關討論！

討論結果：市售的風扇大部分都採用型號為 18650 的充電電池，18650 的輸出電壓為 3.7V，因此風扇的內部都有一個 DC-DC 的升壓電路以及一些控制開關、風量的電路。在本實驗的研究目的裡，單純只針對脈衝式控制對直流馬達的節電效率去討論，對於其他電路造成的電量消耗，並不在此次的考量範圍。

問題四： 扇葉上的配重改變是否會影響平均轉速的下降百分率？

討論結果：我們本次為了避免配重在高速轉動的過程中脫落，所以在老師的建議下，採用在扇葉上鑽洞並使用螺絲固定作為配重的方法。另外因風扇本體結構的關係，無法在螺絲上鎖上多餘的螺帽，因此在本實驗的研究目的裡，只針對類似指尖陀螺的概念去加以驗證，至於配重的改變是否會影響平均轉速，目前無法得知。

柒、結論

本「直流脈衝式電路」雖然只使用電子學和數位邏輯的基本知識，但我們在老師的指導下，瞭解 555 震盪器 IC 的特性與電路設計的方法。在我們以麵包板製作電路時，遇到公式計算上電容以及電阻的值的誤差困擾，在老師耐心及細心的教導下，透過示波器讓我們使用適當的 R、C 零件組合，順利完成實驗所需的脈衝電路。

「直流脈衝式電路」的設計，雖然只是簡易的應用，但針對本次研究的作品，我們認為這個作品確實可以達到節能省電的預期效果與研究目的，日後若能再加上溫度的感測並自動控制電路的脈波週期，則本研究對於目前伺服馬達產品的省電效能應具有商品化的價值。

透過這次的主題與電路設計，我們發現生活周遭處處充滿可以研究、探討與改進的有趣現象，只要透過合理的假設並透過專業知識的驗證運用，就可以找出解決的方法。

本次的科學展覽研究主題，的確觸發我們在未來對於創意發想與研究的精神。另外要感謝老師們在實驗中的技術傳授、作品說明書的撰寫與形容用辭的辛勤指導，讓我們透過這一次的過程得到寶貴的學習經驗，啟發我們對科學研究的興趣，也要感謝組員們一起協力實驗、討論與製作，讓我們都能瞭解團隊合作的重要。

捌、參考資料及其他

- 一· 黃慧容，基本電學，台科大圖書，民 100
- 二· 陳俊、陳以熙、林瑜惠，電子學(含實習)奪分寶典 II，五南，民 105
- 三· 郭塗註、黃錦華，數位邏輯，華興文化，民 104
- 四· 維基百科，指尖陀螺

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8C%87%E5%B0%96%E9%99%80%E8%9E%BA>

- 五· HILA 光電式轉速計 DT-2233A

- 5 位數大型液晶顯示幕
- 測量範圍：99,999 RPM/min
- 自動電源關機功能
- 自黏式反光貼紙
- 最大值／最小值／最後值記錄功能
- 有效距離：500mm (雷射指示)
- 檔位選擇：自動選檔
- 電池低電壓警告

【評語】 052306

1. 此作品想利用脈衝電源提供電扇旋轉所需之電力，利用電扇之慣性以達節能的效果。
2. 研究方法可再精進，加強理論分析。
3. 對脈衝訊號與功率的關係宜深入研究節能的比較基準，應在一致的產出下比較，方具意義。
4. 「累計消耗電流」不具意義；另「累計耗電量」以 mA 為單位亦不正確。
5. 在扇葉配重，未達節能效益，可進一步進行學理分析。

摘要

本研究主要在於設計、改良攜帶式直流電風扇，讓原本的風扇更**省電**與延長充電電池使用時間達成**環保**的目的。

利用**脈衝式**的脈波電壓輸出，在最小的轉速衰減情況下，達成單位時間耗電量減少並延長電池的電量與使用時間。

研究動機

到了夏天，看到同學們為了解決炎炎夏日的高溫，大家手上都會拿著一台攜帶式的直流電風扇，可是使用不到二個小時就沒電了，還要用行動電源或找交流市電充電，這情形很令人困惱而且也失去了風扇可攜的優點。所以這讓我們思考能否在直流風扇上面的驅動方式做一些改造設計，達成**延長電池的使用**時間的改善。

脈衝波是指穩定且週期性出現的電壓或電流稱為脈衝電壓或脈衝電流，在第一個階段實驗，我們希望利用這個原理讓DC電風扇在轉速降低的可接受的範圍內變得更加省電。

研究目的

本研究的目的是讓攜帶式的直流小型電風扇加上脈衝式電壓控制的概念，使得電風扇更加省電，並且利用指尖陀螺的原理，在扇葉邊上加了螺絲與螺帽的配重，使扇葉有較大的離心力，讓風扇在電源關閉到完全靜止的時間能拉長，配合更長的脈衝週期，使**省電的效率能增加**。

研究過程



(系統方塊圖)

實驗過程 (摘要)

(一) 我們首先以穩定的5V供給風扇編號A1的馬達，測量時間單位時間為10分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。

※ 風扇編號A1，測得平均轉速為3543rpm，累計消耗電流為102mA



(二) 接著使用脈衝電路，選擇DIP SWA、放電電阻22K的脈衝電壓測試，該脈衝波形為1秒的正向脈波與1秒的負向脈波，測量時間單位時間為10分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。

※ 風扇編號A1，測得平均轉速為1469rpm，累計消耗電流為9mA



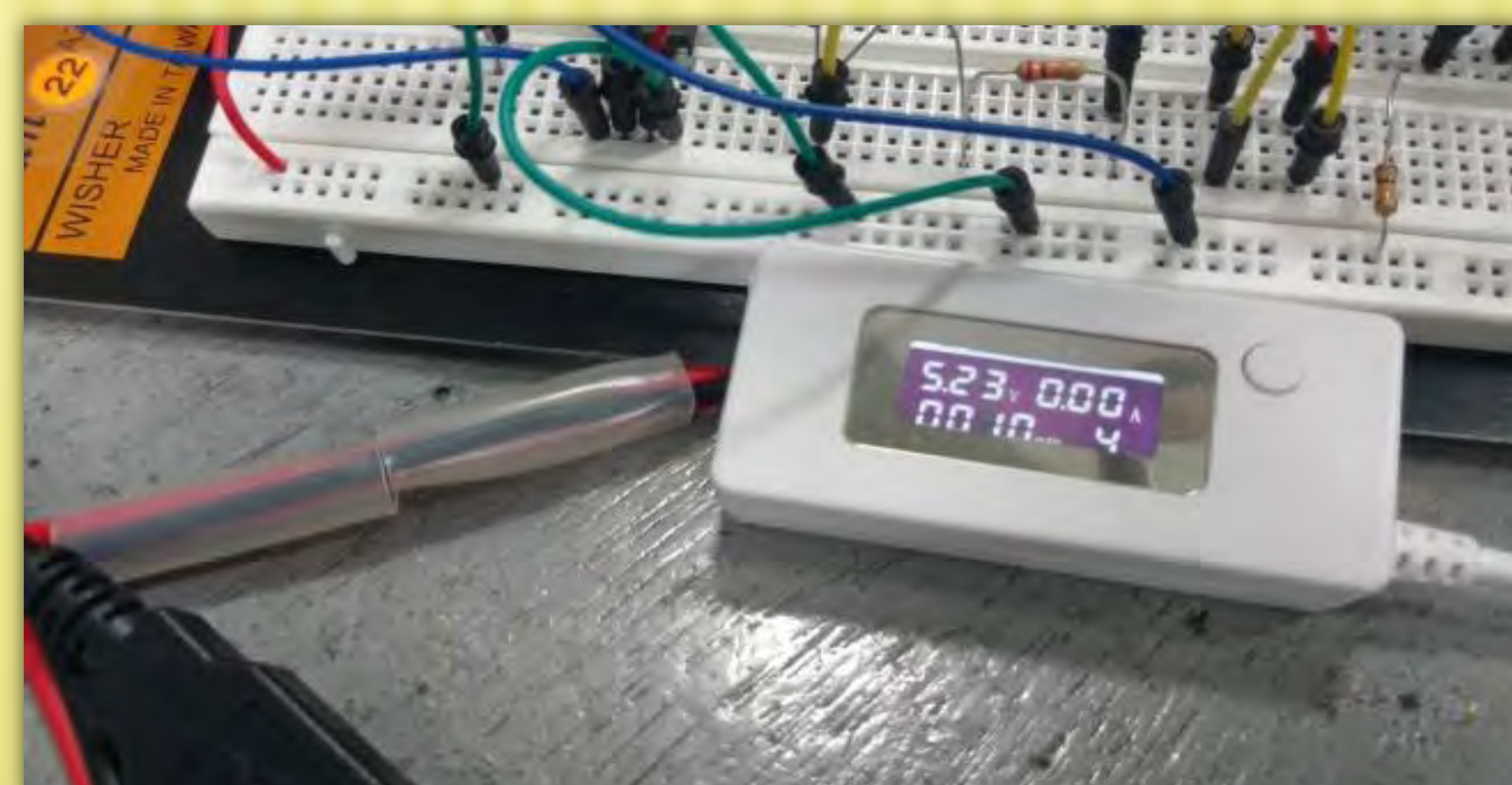
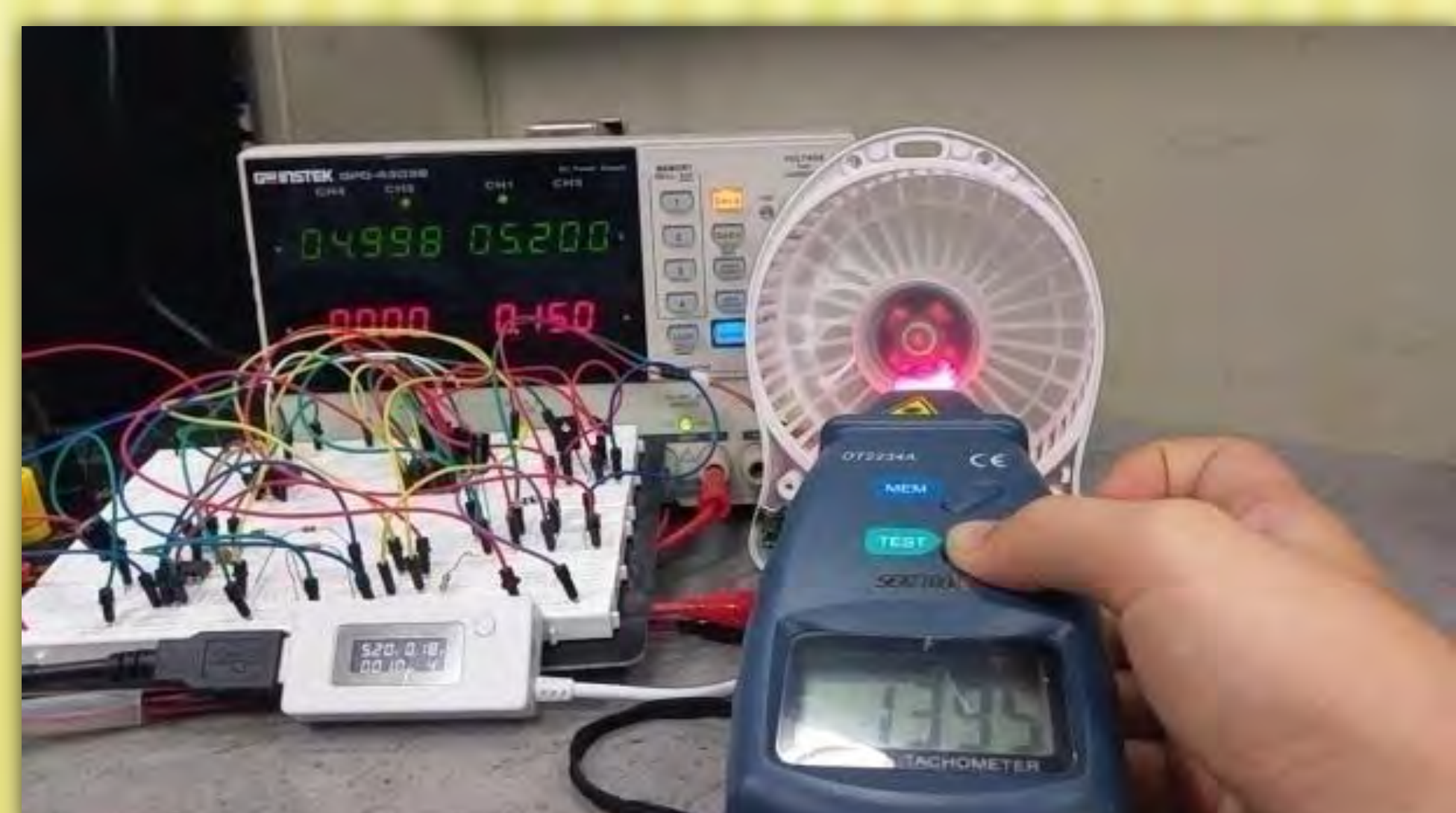
(三) 接下來以穩定的5V供給風扇編號A2的馬達(扇葉加上1g的配重)，測量時間單位時間為10分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。

※風扇編號A2，測得平均轉速為3523rpm，累計消耗電流為98mA



(四) 接著使用脈衝電路，選擇DIP SWA、放電電阻22K的脈衝電壓測試，該脈衝波形為1秒的正向脈波與1秒的負向脈波，測量時間單位時間為10分鐘，記錄其平均轉速與累計消耗電流。

※風扇編號A2，測得平均轉速為1501rpm，累計消耗電流為10mA



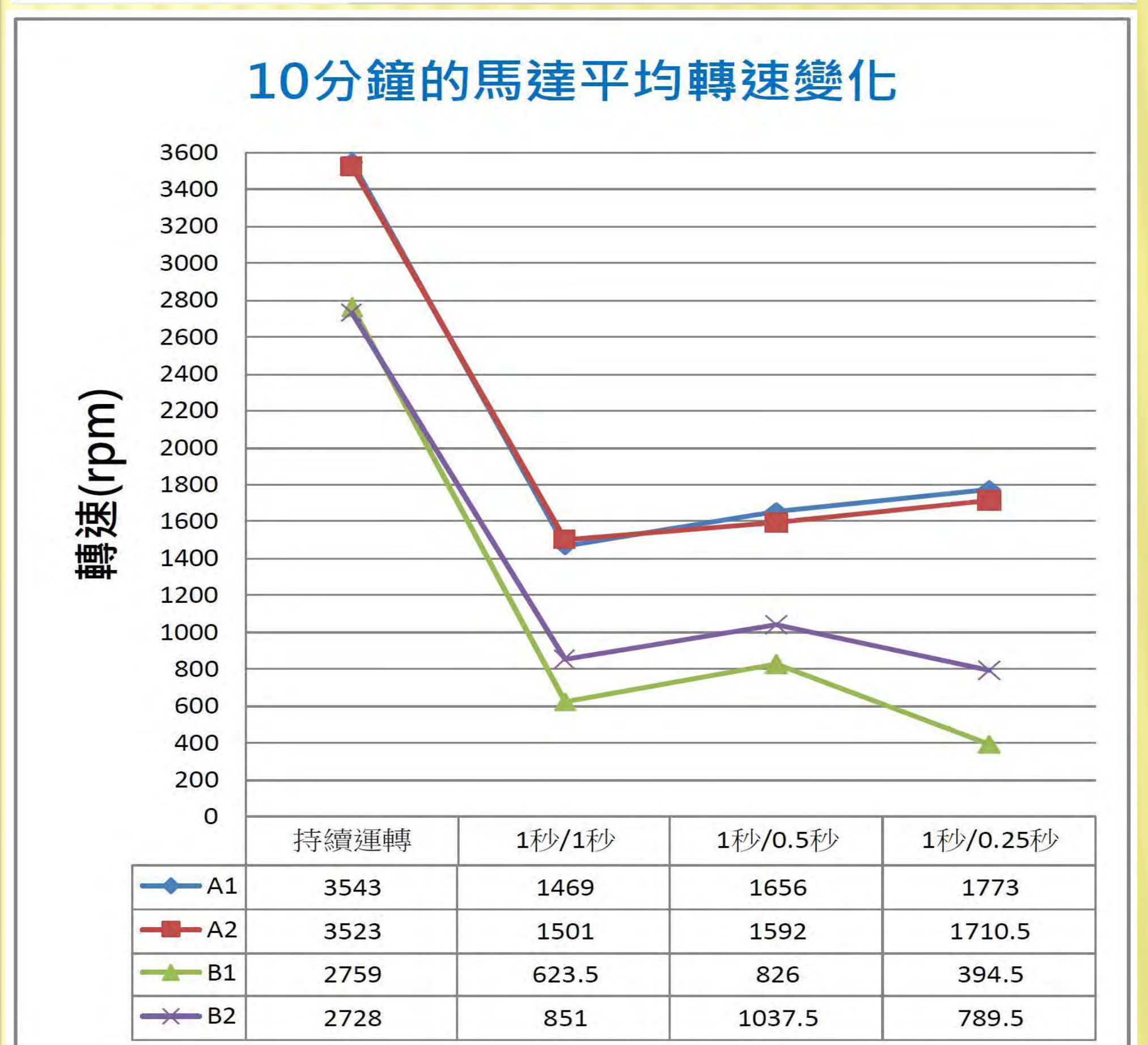
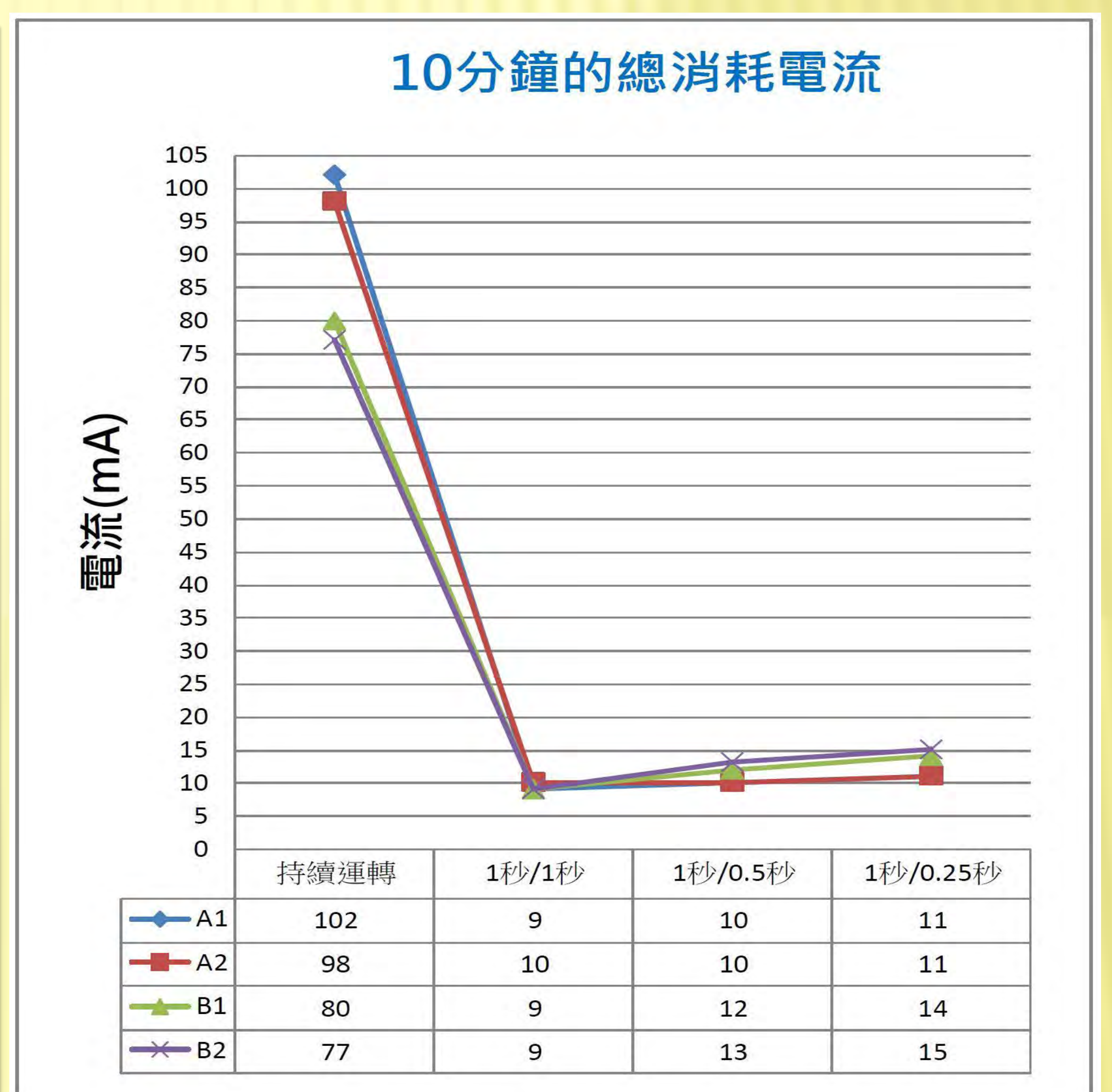
研究結果

研究結果第一點是直流馬達在採用脈衝式的控制之後，不論在風扇A組與B組都可達到節電80%以上的效率，尤其是在工作週期50%的情形下，節電效率都比其他二組更好，這也是顯現了脈衝的負向脈波時間愈長，其累計的消耗電流也更少的實驗結果。

第二點是隨著「負向脈波」時間的增長，平均轉速的下降必然隨之增加，但在實驗數據的對照下，我們發現若在扇葉加上配重的情形下，透過類似指尖陀螺離心力概念的轉動機構，其平均轉速下降的百分率可以獲得稍稍的改善。

項目	電扇代碼	電壓	高態時間	低態時間	測試時間	累計耗電量 (mA)	節電效率百分率	平均轉速 (rpm)	平均轉速降低百分率	風扇說明
T01	A1	5V	持續	0	10分鐘	102		3543		白色 未配重
T02			1秒	9		91.18%	1469	58.54%		
T03			1秒	0.5秒		10	90.20%	1656	53.26%	
T04			0.25秒	11		89.22%	1773	49.96%		
T11	A2	5V	持續	0	10分鐘	98		3523		白色 已在扇葉配重
T12			1秒	10		89.80%	1501	57.39%		
T13			1秒	0.5秒		10	89.80%	1592	54.81%	
T14			0.25秒	11		88.78%	1710.5	51.45%		
T21	B1	5V	持續	0	10分鐘	80		2759		藍色 未配重
T22			1秒	9		88.75%	623.5	77.40%		
T23			1秒	0.5秒		12	85.00%	826	70.06%	
T24			0.25秒	14		82.50%	394.5	85.70%		
T31	B2	5V	持續	0	10分鐘	77		2728		藍色 已在扇葉配重
T32			1秒	9		88.31%	851	68.80%		
T33			1秒	0.5秒		13	83.12%	1037.5	61.97%	
T34			0.25秒	15		80.52%	789.5	71.06%		

(實驗結果統計表)



(實驗結果統計圖表分析)

結論

本次的科學展覽研究主題，的確觸發我們在未來對於創意發想與研究的精神。另外要感謝老師們在實驗中的電子專業、電路製作、作品說明書的撰寫與實驗數據展現方面的辛勤指導，讓我們透過這一次的科學研究過程得到寶貴的學習經驗，啟發我們對科學研究的興趣與培養解決問題的能力，更要感謝組員們一起合力協力實驗、討論與製作，讓我們都能瞭解團隊合作的重要，此外對於直流伺服馬達的節電方法也提供了一個值得思考或商品化設計可能的方向。