

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

091007

鼠一鼠二環保鼠

學校名稱：臺北市立木柵高級工業職業學校

作者： 職二 楊明慶 職二 郭旻鑫 職三 蘇大宇	指導老師： 洪勝輝 陳佳甫
---	-----------------------------

關鍵詞：省電、滑鼠、觸摸 IC

摘 要

利用電容式觸控技術，將無線滑鼠及有線滑鼠改進，使其在使用上可以節省電能的消耗，讓無線滑鼠使用者不必為了電池常常沒電擔憂，可以使無線滑鼠的電池使用時間更長久、亦可使筆記型電腦外接有線滑鼠後，有線滑鼠在不使用之狀況時的不必要消耗筆電電池電力，以及降低桌上型電腦的滑鼠電能消耗。

壹、 研究動機

滑鼠是電腦常用的輸入設備，分有線滑鼠和無線滑鼠，有線滑鼠不必擔心因電力不足而無法使用的情況，但是有著一條信號線限制住滑鼠的行動非常不方便，而無線滑鼠雖然不必擔心信號線限制的問題，但是長時間使用時卻要擔心電池電力的問題，價格低廉的無線滑鼠，省電功能不佳，需常常更換電池，而省電功能較佳的，價格卻又很貴。

因此，想改進無線滑鼠，使其電池使用壽命之時間能夠更長久，讓原本省電效果佳的昂貴滑鼠價格更低廉，並且可以完全避免經常換電池的困擾，而且一顆電池如果回收不完全的話，所造成的汙染是難以預估的。

據研究報告指出，單單一顆一號電池爛在泥土裏，就會使 1 平方公尺的土壤永久失去利用價值；一粒鈕扣電池就會使 600 噸水無法飲用，相當於一個人一生的飲水量。環保署於 1990 年起就公告回收含水銀電池，1998 年起回收鎳鎘電池，1999 年 11 月 1 日起全面回收各類廢乾電池，台灣是乾電池消費大國每年約消耗九千公噸。一顆電池從當初生產製造到最終廢電池回收，所消耗之能源及二氧化碳之排放量，其實早已超過售價甚多。所以希望利用改善無線滑鼠的耗電量減少電池的用量為環保進一份心力。

貳、 研究目的

為響應政府節能減碳政策，利用觸控技術以節省滑鼠待機時間所消耗的電能，達到減少電池使用量，降低更換電池的成本，減少廢電池回收之耗能、汙染和二氧化碳排放量，同時也能將在學校所學的專業知識做應用如表 1。

年級	類別	科目	內容
一年級	理論科目	基本電學、數位邏輯	歐姆定律、直流網路分析
	實習科目	套裝軟體、基本電學實習	TINA、數位邏輯、電壓表、示波器、三用電表
二年級	理論科目	電子學	雙極性介面電晶體
	實習科目	電子學實習	雙極性介面電晶體、麵包板、電路接線

表 1 所應用的專業知識

以下為預先判斷一般之有/無線滑鼠之耗電流-時間圖與使用觸摸按鍵 IC 後省電型有/無線滑鼠之耗電流-時間圖

圖 1. 一般無線滑鼠(耗電流-時間)

圖 2. 一般有線滑鼠(耗電流-時間)

圖 3. 使用觸摸按鍵 IC 有/無線滑鼠(耗電流-時間)

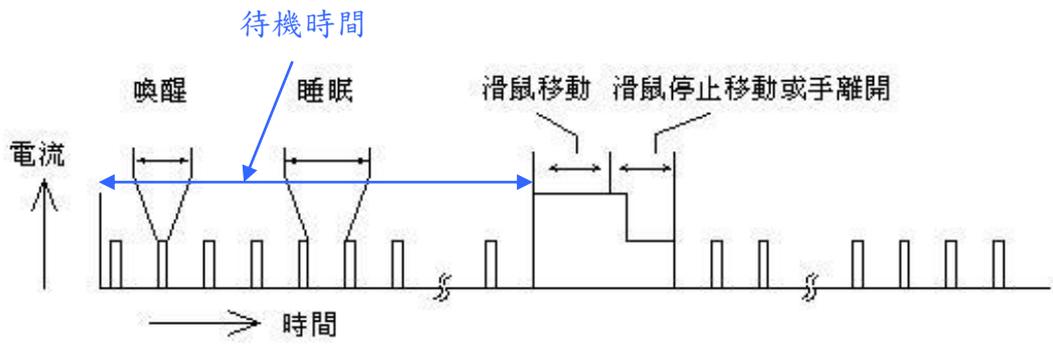


圖 1 一般無線滑鼠(耗電流-時間)

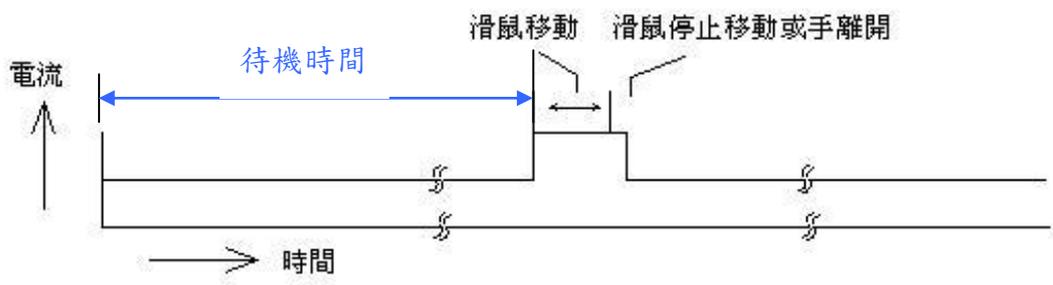


圖 2 一般有線滑鼠(耗電流-時間)

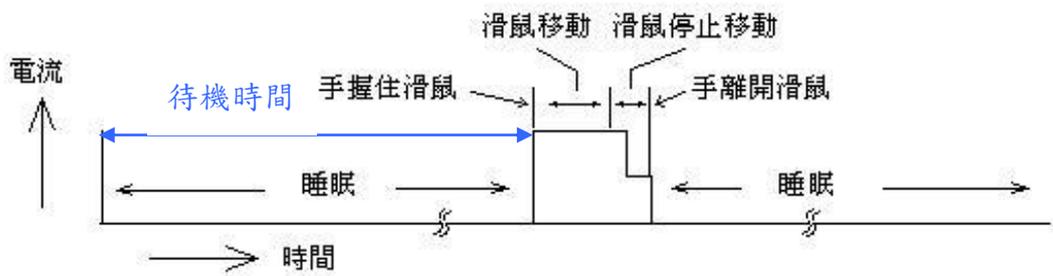


圖 3 使用觸摸按鍵 IC 有/無線滑鼠(耗電流-時間)

參、 研究設備及器材

使用設備	規格	數量	備註
設備:			
示波器	Tek 2205 型	1	
直流電源供應器	GPQ-3030D 型	1	
筆記型電腦		1	ASUS
桌上型電腦	Intel(R)Core2 CPU 6420@2.13GHz, 0.98G 的 RAM	1	ASUS
印表機	雷射	1	HP
數位相機		1	SONY
光學無線滑鼠	文凱 WSS77, 2.4G	1	
光學有線滑鼠	宏碁 DEXIN ML53-S	1	
器具:			
電烙鐵	30w	1	
鱷魚夾	電子用	4	
尖嘴鉗	電子用	1	
斜嘴鉗	電子用	1	
剝線鉗	電子用	1	
麵包板	電子用	1	
三用電表	數位式	1	
三用電表	指針式	1	
材料:			
電容	104	1	
電阻	2Ω	2	
電阻	4.7K(SMD)	2	
電晶體	2SC1815(SOT-23)	2	
觸摸按鍵 IC	TTP223-BA6(SOT-23-6L)	2	
PCB 板	15mm × 15mm	2	

表 2 研究所需材料

肆、研究過程或方法

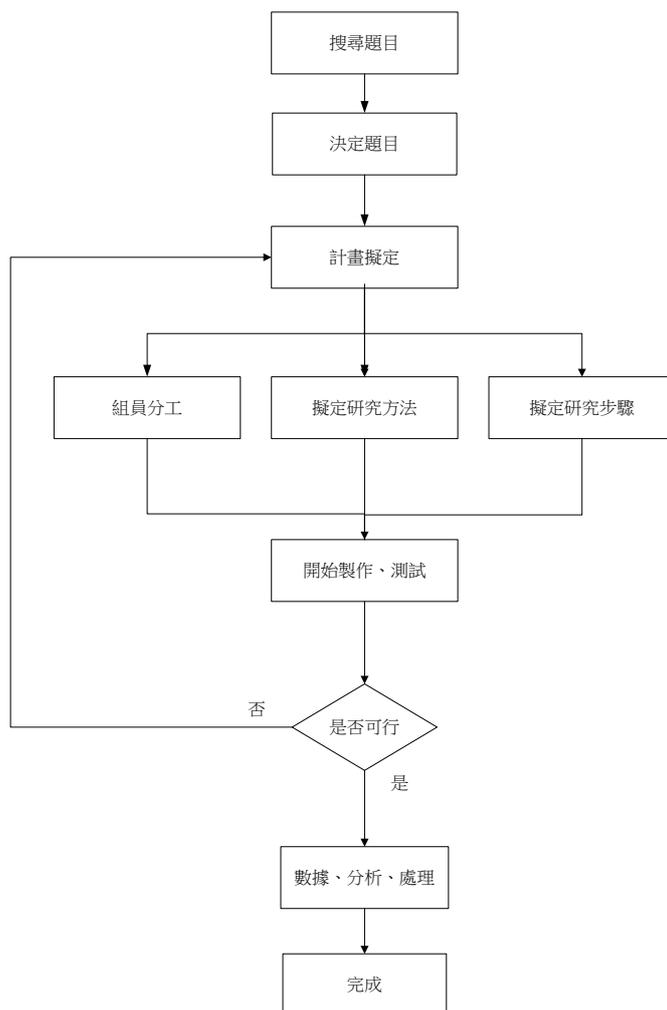


圖 4 研究流程圖

一、尋找題目

組員分頭去找題目，從生活經驗中、學校教材、各書籍中取材，再和老師同學一起討論分析。

二、確認題目

其中在生活中使用無線滑鼠，省電功能不佳，需常常更換電池，不方便、不環保，不經濟，所以期望改善此一現象，以此為研究的方向。

三、計畫擬定

(一)分工

表 3 分工表

工作項目	負責成員
資料蒐集	組員一、二、三
理論探討	組員一、二、三
尋找材料	組員一、二
電路設計	組員一、二
電路製作	組員一、三
程式設計	組員一、三
測試分析	組員一、二、三
報告撰寫	組員一、二、三

(二)擬定研究方法：

上網搜尋、書籍、專利檢索、滑鼠相關電路知識……等，作表分析各省電滑鼠，核心技術及優缺點。上網搜尋和思考了跟省電滑鼠有關的資料和方法後，我們發現現行技術大致上有以下這幾種方法，並且做了整理與評估，結果如下表 4 所示：

表 4 可考慮之相關技術

方法	原理	評估
感光式	滑鼠上有一感光元件，在要使用時因為手握住滑鼠而遮蔽光源，此時滑鼠才會動作，放開則進入省電模式	光源可能會因為環境而有所差異，造成一些誤動作
微動開關式	按鍵上有一開關，使用者在按下滑鼠前會先碰觸到開關，此時滑鼠才会有反應	手離開後仍須等待一段時間才會進入省電模式，還是會耗電，而且可能會有接觸不良的疑慮
智慧型結構式	引入壓電材料設計，利用在滑鼠按下時產生的機械力來生電，因此在喚醒滑鼠時也不用耗費本身電池的電力	製作過程難度高、複雜，超出所學知識範圍
自體充電式	利用太陽能，或是設計裝置使滑鼠在移動時能自己產生電能充電，讓使用時間能更長久	不易設計，製作複雜
觸摸 IC 式	人體碰觸到感應片時會有微弱的電流感應，	較易設計與製作，電路圖也可應用所

	觸摸信號藉由脈動直流電產生一個脈衝信號傳送至觸摸感應端，接著觸摸感應端會發出一個觸發脈衝信號，就可控制開關	學知識來完成，使用時不需等待即可進入省電模式，也 不需擔心環境光源影響的差異
感溫式	一般用熱敏電阻，負溫度係數：當溫度上升，電阻值下降，即電阻值與溫度成反比。所以可以利用電阻值的改變來使電晶體飽和或截止。	當手掌貼在滑鼠上時，由於有滑鼠塑膠外殼隔在中間，溫度不易傳導給電阻，而且可能 會受環境溫度影響

所以在組員討論與比較之後我們決定使用觸摸 IC 式的省電方法，因為此方法的製作過程不至於太複雜與艱難，雖然微動式開關也是用觸碰的，但是仍然有不必要的消耗和接觸不良問題，可是觸摸 IC 式的卻不會有這種情形，而且不必擔心像是感光式方法的光源差異，因此更貼近我們的要求與目的，再來以目前所學的專業知識又可以完全應用在研究上，對於學習也有正面的幫助。

(三)擬定研究步驟

畫出示意圖：

當手握滑鼠使用時開關閉合電路通電正常動作，當手離開滑鼠時關開路滑鼠待機不耗電(圖中綠色的地方為感測開關的地方)，如下圖 5、6 所示



圖 5 滑鼠示意圖



圖 6 電路示意圖

四、測試、製作

(一)測試觸控 IC 電路 (用麵包板測試)

把電晶體當成開關，當手靠近天線時觸碰 IC 1 腳位輸出高電位，電晶體 LED 會亮，手靠近時滑鼠時，天線感應，觸摸 IC 1 腳位輸出高電位，此時產生一個流過 $4.7\text{K}\Omega$ 電阻的電流 I_B ，而為了能使電晶體成為開關 ON，必須讓電晶體達到飽和，條件為電晶體的 β 值乘上電流 I_B 必須大於電晶體的飽和電流 I_C ，所以在測試時必須要調整電晶體基極的電阻與集極的電阻大小來控制電流大小達成飽和，此時因為電晶體成為開關 ON 所以有一個迴路形成，LED 就會做動發亮如圖 7 所示。

當我們的手開滑鼠時，天線無感應，觸摸 IC 1 腳位輸出低電位，此時電晶體在截止區是為開關 OFF，所以不形成迴路，LED 不發亮。如下圖 8、9 所示。

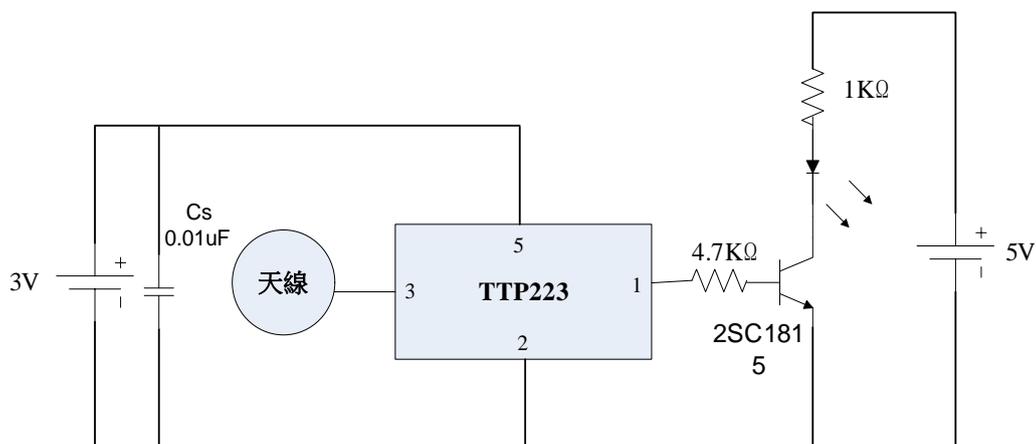
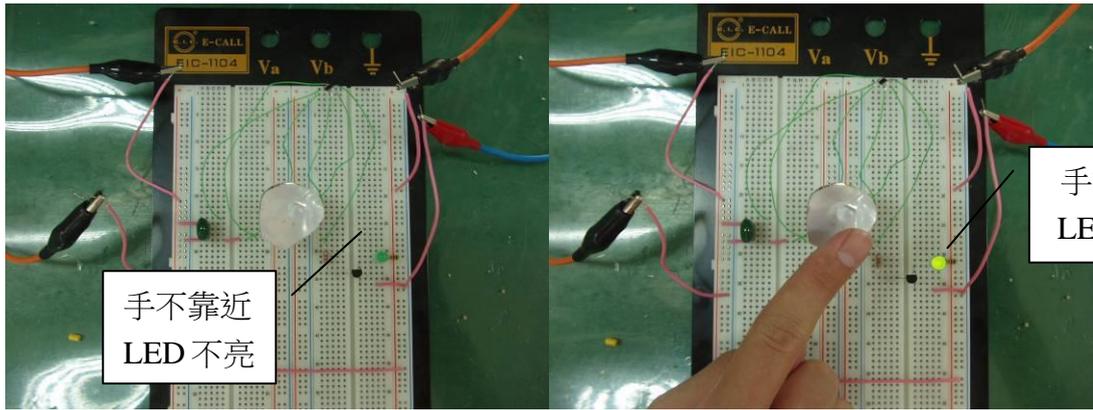


圖 7 測試觸控 IC 電路



手不靠近
LED 不亮

手靠近
LED 亮

圖 8 觸控 IC 電路測試

圖 9 觸控 IC 電路測試

(二)完整省電滑鼠電路製作(焊接)

在下面的實驗中我們所用的電晶體編號為2SC1815 屬於一個高頻的 NPN電晶體，原因是為了配合我們所選用觸摸IC的輸出模式，IC規格如表五。

表5 IC規格

TOG	AHLB	管腳 Q 功能選擇	管腳 OPDO 功能
0	0	直接模式， 高電壓有效 CMOS 輸出	直接模式， 高電壓有效漏極開路(Open Drain)輸出

將開關撥至省電模式，手靠近觸摸IC時，IC感應，高電壓有效CMOS輸出，因為有一個高電壓輸出所以電晶體飽和並且為開關ON，使電路成為一個完整的迴路，無線滑鼠開始動作，手離開則無高電壓輸出，電晶體進入截止區為開關OFF，形成斷路，滑鼠不動作。如下圖8所示

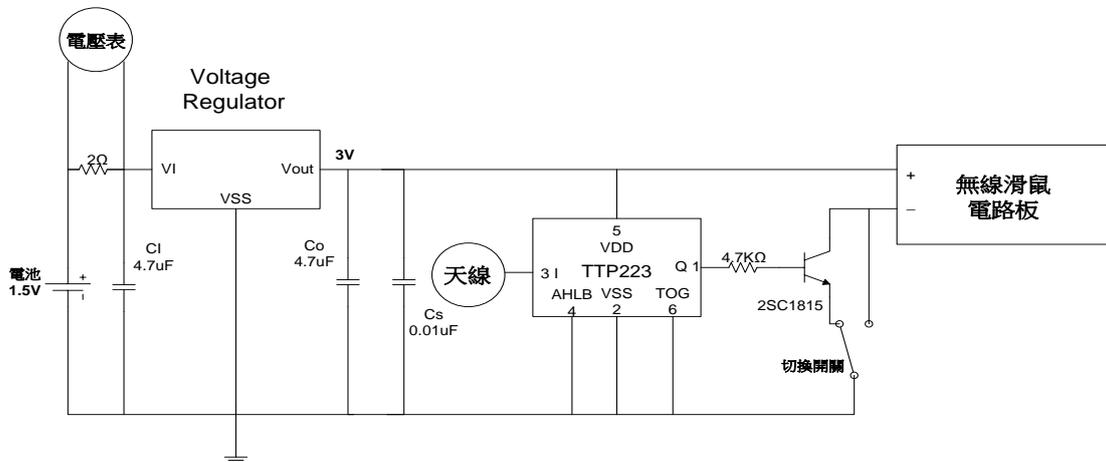


圖 8 省電滑鼠電路

(三)實作

將觸摸 IC 與開關晶體焊至 15mm × 15mm PCB 板與無線滑鼠原有電路板連接。如下圖 9 所示

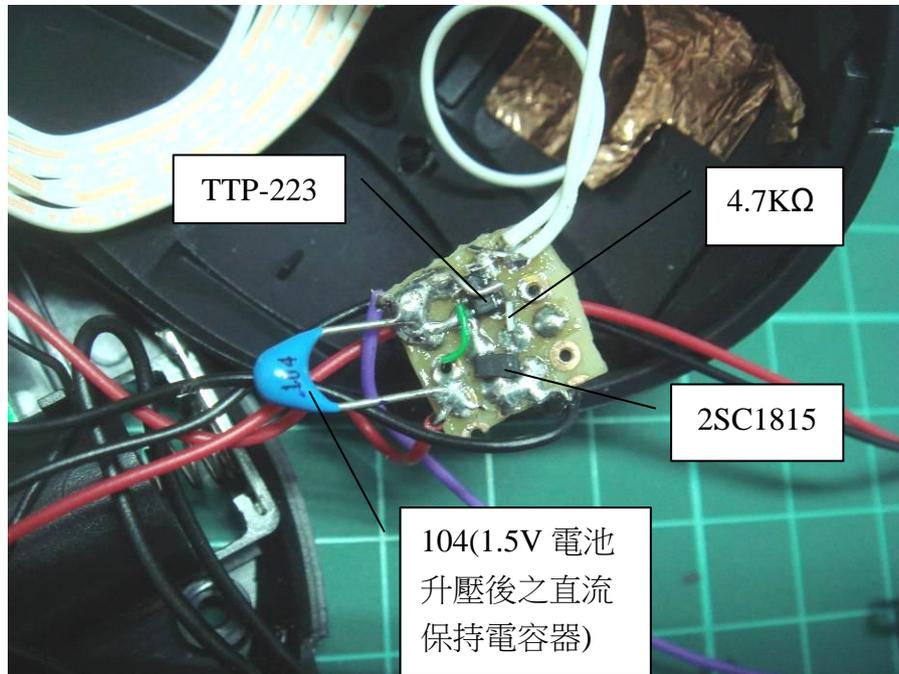


圖 9 實體電路

安裝後之無線滑鼠內部與整體照片，如下圖 10~12 所示

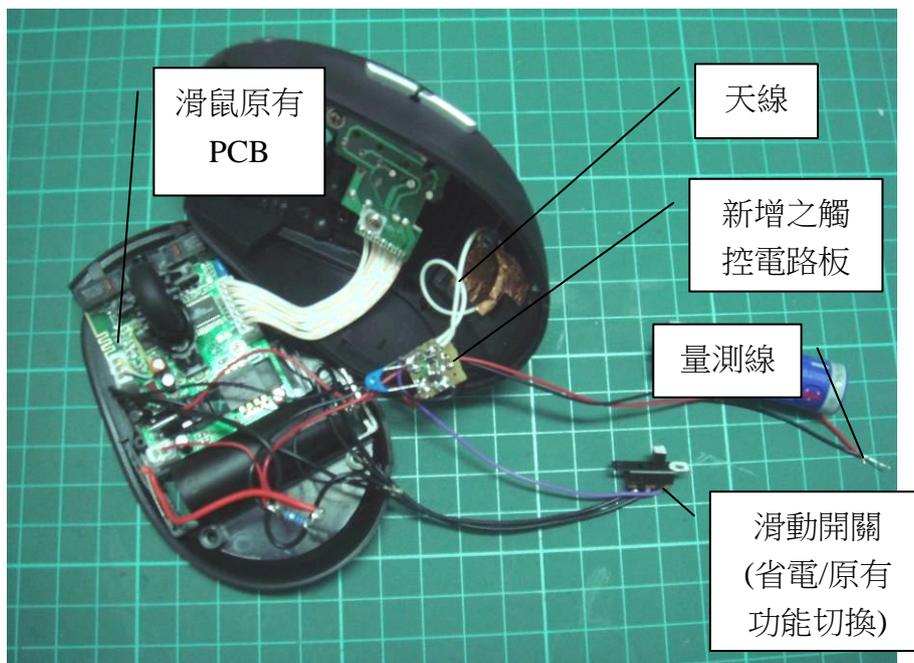


圖 10 實體電路(2)



圖 11 完成後之無線滑鼠上視照片



圖 12 完成後之無線滑鼠底視照片

(四)測試

我們將平常使用滑鼠時會有的動作分為 5 項分別做測試，來量測使用的電壓大小來計算所消耗的能量，比較滑鼠改機前後使用電量之差異。

使用滑鼠為文凱 WSS77，2.4G，測量位置為電路 2Ω 兩端電壓，量測電壓再除以電阻 2Ω 得到電路之總電流，乘以電池電壓(1.5V)求得功率，滑鼠改機前後測得數據分別如下表 6 至 10 所示

項目為:

1. 緩慢的移動滑鼠。
2. 快速的移動滑鼠。
3. 按滑鼠按鍵。
4. 按滑鼠按鍵加上使用滑鼠滾輪。
5. 一般使用時的動作(移動加按鍵)。

(1) 緩慢的移動滑鼠：

操作滑鼠: 移動速率約 15cm/秒

表 6 緩慢的移動滑鼠，改機前後使用電壓之差異

	改機前	改機後
操作滑鼠	23~46mv	23~46mv
半睡眠 (手離開滑鼠、待機)	3mv	
全睡眠 (手離開滑鼠、待機)	1.6mv	0mv

從測試中得到改機前停止操作滑鼠約 8 秒後進入半睡眠模式，半睡眠模式再經過 20 秒後進入全睡眠模式。改機後停止操作滑鼠馬上進入全睡眠模式，無半睡眠模式，且使用電壓為零無能量之損耗。全睡眠模式因為數值過小以至於三用電表量測不到，依此為零。測量數據過程如圖 13~17

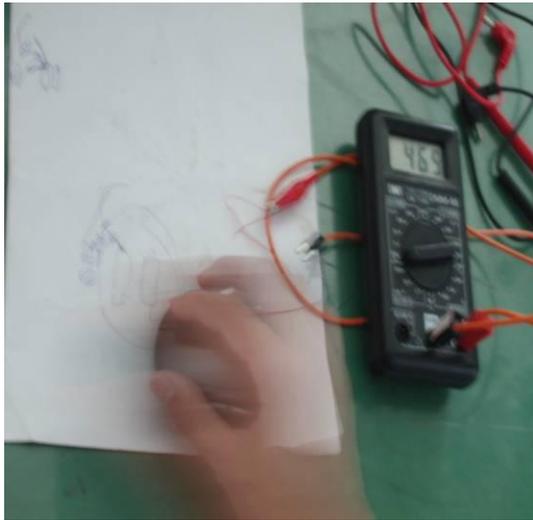


圖 13 改機前操作



圖 14 改機後操作

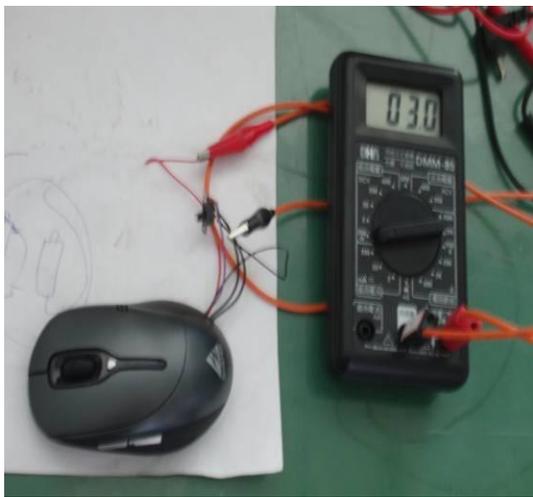


圖 15 改機前半睡眠

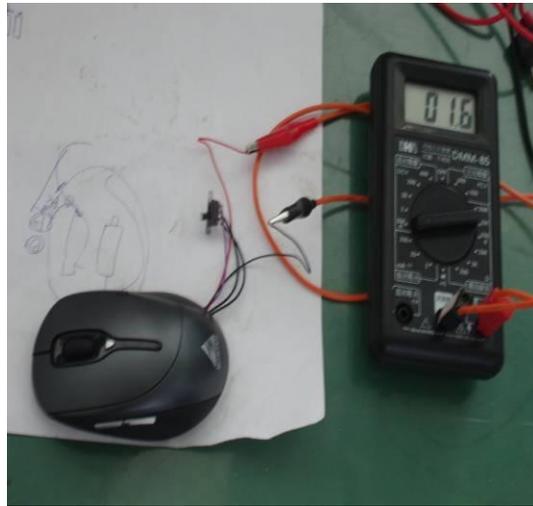


圖 16 改機前全睡眠

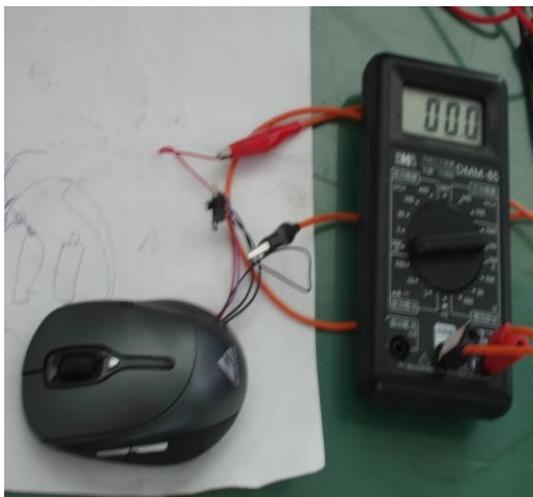


圖 17 改機後全睡眠

(2) 快速的移動滑鼠：

操作滑鼠：移動速率約 30cm/秒

表 7 快速的移動滑鼠，改機前後使用電壓之差異

	改機前	改機後
操作滑鼠	46.5mv	46.5±1mv
半睡眠 (手離開滑鼠、待機)	3mv	
全睡眠 (手離開滑鼠、待機)	1.6mv	0mv

從測試中得到改機前停止操作滑鼠約 9 秒後進入半睡眠模式，半睡眠模式再經過 20 秒後進入全睡眠模式。改機後停止操作滑鼠馬上進入全睡眠模式，無半睡眠模式，且使用電壓為零無能量之損耗。全睡眠模式因為數值過小以至於三用電表量測不到，依此為零。

(3)操作滑鼠：

按滑鼠按鍵(速率約 3 下/秒)

表 8 按滑鼠按鍵，改機前後使用電壓之差異

	改機前	改機後
操作滑鼠	4.6mv	4.6mv
半睡眠 (手離開滑鼠、待機)	3mv	
全睡眠 (手離開滑鼠、待機)	1.6mv	0mv

從測試中得到改機前停止操作滑鼠馬上進入半睡眠模式，半睡眠模式再經過 30 秒後進入全睡眠模式。改機後停止操作滑鼠馬上進入全睡眠模式，無半睡眠模式，且使用電壓為零無能量之損耗。全睡眠模式因為數值過小以至於三用電表量測不到，依此為零。

(4)操作滑鼠：按滑鼠按鍵加滾輪

表 9 按滑鼠按鍵加上使用滑鼠滾輪，改機前後使用電壓之差異

	改機前	改機後
操作滑鼠	4.8~5.5mv	4.6~5.3mv
半睡眠 (手離開滑鼠、待機)	2.9mv	
全睡眠 (手離開滑鼠、待機)	1.5mv	0mv

從測試中得到改機前停止操作滑鼠馬上進入半睡眠模式，半睡眠模式再經過 30 秒後進入全睡眠模式。改機後停止操作滑鼠馬上進入全睡眠模式，無半睡眠模式，且且使用電壓為零無能量之損耗。全睡眠模式因為數值過小以至於三用電表量測不到，依此為零。

(5)操作滑鼠:滑鼠移動加按鍵(擬模一般使用習慣移動、按鍵交互使用)

表 10 一般使用時的動作(移動加按鍵)，改機前後使用電壓之差異

	改機前	改機後
操作滑鼠	16~25mv 大部分在 18、17mv	16~25mv 大部分在 16、17mv
半睡眠 (手離開滑鼠、待機)	2.9mv	
全睡眠 (手離開滑鼠、待機)	1.6mv	0mv

從測試中得到改機前停止操作滑鼠約 8 秒後進入半睡眠模式，半睡眠模式再經過 20 秒後進入全睡眠模式。改機後停止操作滑鼠馬上進入全睡眠模式，無半睡眠模式，且使用電壓為零無能量之損耗。全睡眠模式因為數值過小以至於三用電表量測不到，依此為零。

(五)數據分析、處理

使用公式及單位：

電功率 $P = IV$	單位：瓦特
電能 $W = Pt$	單位：千瓦小時(度)
1 度電 = 1000WH = 3.6M 焦耳	

假設每天使用八小時且使用一個月的滑鼠，在下列三種操作模式下計算滑鼠改機前後總耗電及電池可使用壽命小時數，結果如下表 11 所示

操作模式一：全睡眠 8 小時(待機)

操作模式二：使用 4 小時 全睡眠(待機)4 小時

操作模式三：使用 1 小時 全睡眠(待機)7 小時

表 11 三種操作模式下滑鼠改機前後總耗電及電池可使用壽命小時數

	操作模式一		操作模式二		操作模式三	
	改機前	改機後	改機前	改機後	改機前	改機後
總耗電(J)	1036.8	3.8	5702.4	5186.16	2203.2	1299.3
電池使用壽命小時數	2905	777700	525	560	1365	2324

從上表我們發現改機後的總耗電量比改機前要少，而且待機時間越長，不論是耗電量還是電池的壽命的表現都會比改機前要越來越好。

本研究所使用的電池皆為 1.5V 的金頂電池，下圖為此電池的消耗功率與時間關係圖

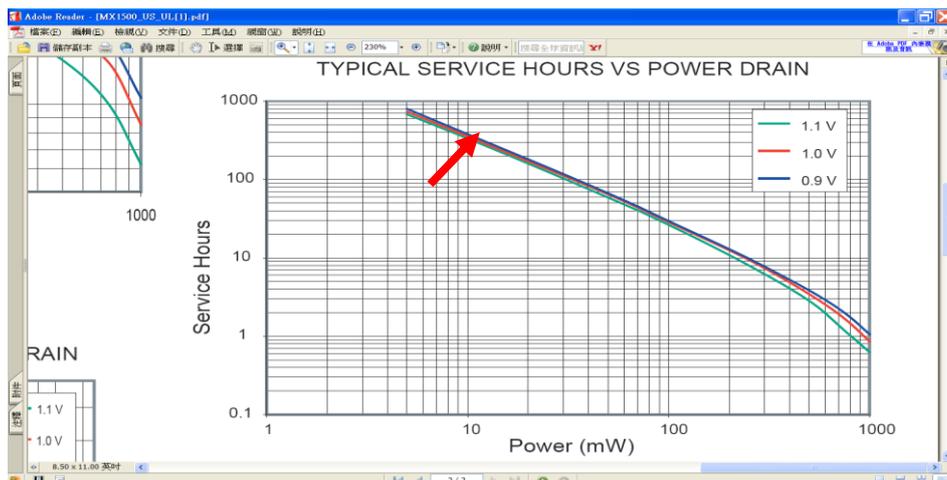


圖 18 金頂電池消耗功率與時間關係

查詢規格得知 IC(TTP223)電流最大值約 $3\mu A$ 所以改機後待機真正的電壓為 $3\mu A \times 2\Omega = 6\mu V$

操作模式一計算過程：

改裝前全睡眠待機狀況下之待機時間：

$$0.8\text{mA} \times 1.5\text{V} = 1.2\text{mw}(\text{耗損功率})$$

$$30(\text{天}) \times 8(\text{每天使用小時}) \times 1.2\text{m}(\text{每秒平均功率}) \times 3600(\text{每小時秒數}) \\ = 1036.8 \text{ w}(\text{一個月總消耗能量 J})$$

10mW 查表電池 Service Hour 得到 350 小時

照比例計算 1.2mw 為 10mw 使用時間的幾倍

$$10\text{mW} / 1.2\text{mW} \doteq 8.3 \text{ 倍}$$

$$350 \text{ 小時} \times 8.3 \text{ 倍} = 2905 \text{ 小時} (\text{計算可使用小時數})$$

改裝後全睡眠待機狀況下之待機時間：

$$3\mu \text{ A} \times 1.5\text{V} = 4.5\mu \text{ W} = 0.0045 \text{ mW}(\text{耗損功率})$$

$$30(\text{天}) \times 8(\text{每天使用小時}) \times 0.0045\text{m}(\text{每秒平均功率}) \times 3600(\text{每小時秒數}) \\ = 3.8\text{w}(\text{一個月總消耗能量 J})$$

照比例計算 0.0045mw 為 10mw 使用時間的幾倍

$$10\text{mW} / 0.0045\text{mW} \doteq 2222 \text{ 倍}$$

$$350 \text{ 小時} \times 2222 \text{ 倍} = 777700 \text{ 小時} (\text{計算可使用小時數})$$

操作模式二計算過程：

改機前操作滑鼠(一般操作)

操作時間 4hr

$$8\text{mA} \times 1.5\text{v} = 12 \text{ mw}(\text{耗損功率})$$

全睡眠時間 4hr

$$0.8\text{mA} \times 1.5\text{v} = 1.2\text{mw}$$

$$\text{每秒平均功率} = (12\text{mw} + 1.2\text{mw}) \div 2 = 6.6\text{mw}$$

$$30(\text{天}) \times 8(\text{每天使用小時}) \times 6.6\text{m}(\text{每秒平均功率}) \times 3600(\text{每小時秒數})$$

= 5702.4 J(一個月總消耗能量 J)

10mW 查表 Service Hour 得到 350 小時

照比例計算 6.6mw 為 10mw 使用時間的幾倍

$10\text{mw} / 6.6\text{mw} \approx 1.5$ 倍

$350 \times 1.5 = 525$ 小時 (計算可使用小時數)

改機後操作滑鼠(一般操作)

操作時間 4hr

$8\text{mA} \times 1.5\text{V} = 12\text{mw}$ (耗損功率)

全睡眠時間 4hr

$3\text{uA} \times 1.5\text{v} = 4.5\text{uw}$

每秒平均功率 = $(12\text{mw} + 4.5\text{uw}) \div 2 = 6.00225\text{mw}$

$30(\text{天}) \times 8(\text{每天使用小時}) \times 6.00225\text{m}(\text{每秒平均功率}) \times 3600(\text{每小時秒數}) = 5185$ (一個月總消耗能量 J)

10mW 查表 Service Hour 得到 350 小時

照比例計算 6.0025mw 為 10mw 使用時間的幾倍

$10\text{mw} / 6.0025\text{mw} \approx 1.6$ 倍

$350 \times 1.6 = 560$ 小時 (計算可使用小時數)

操作模式三計算過程：

改機前操作滑鼠(一般操作)

操作時間 1hr

$8\text{mA} \times 1.5\text{v} = 12\text{mw}$ (耗損功率)

全睡眠時間 7hr

$0.8\text{mA} \times 1.5\text{v} = 1.2\text{mw}$

每秒平均功率 = $(12\text{mw} + 1.2 \times 7\text{mw}) \div 8 = 2.55\text{mw}$

$30(\text{天}) \times 8(\text{每天使用小時}) \times 2.55\text{m}(\text{每秒平均功率}) \times 3600(\text{每小時秒數}) = 2203.2 \text{ J}(\text{一個月總消耗能量 J})$

10mW 查表 Service Hour 得到 350 小時

照比例計算 2.55mw 為 10mw 使用時間的幾倍

$10 \text{ mw} / 2.55 \text{ mw} \doteq 3.9 \text{ 倍}$

$350 \times 3.9 = 1365 \text{ 小時}(\text{計算可使用小時數})$

改機後操作滑鼠(一般操作)

操作 1hr

$8\text{mA} \times 1.5\text{v} = 12 \text{ mw}(\text{耗損功率})$

全睡眠 7hr

$3\text{uA} \times 1.5\text{v} = 4.5\text{uw}$

每秒平均功率 = $(12\text{mw} + 4.5 \times 7\text{uw}) \div 8 = 1.5039\text{mw}$

$30(\text{天}) \times 8(\text{每天使用小時}) \times 1.5039\text{m}(\text{每秒平均功率}) \times 3600(\text{每小時秒數}) = 1299.3 \text{ J}(\text{一個月總消耗能量 J})$

10mW 查表 Service Hour 得到 350 小時

照比例計算 1.5039mw 為 10mw 使用時間的幾倍

$10\text{mw} / 1.5039\text{mw} \doteq 6.64 \text{ 倍}$

$350 \times 6.64 = 2324 \text{ 小時}(\text{計算可使用小時數})$

(6) 滑鼠耐久度測試

為了瞭解改機後滑鼠是否能經得起長時間使用而不會有問題，所以我們利用 PLC 可程式控制器和氣壓缸結合來做出一個測試裝置，測試時間為每天八小時，測試中滑鼠會不停的動作，在時間結束後將會連接電腦來實際使用，看看能不能正常運作。下面為 PLC 之外部接線圖、階梯圖、程式與實體照片。

台北國立木柵高工電機科
省電滑鼠耐久測試設計圖

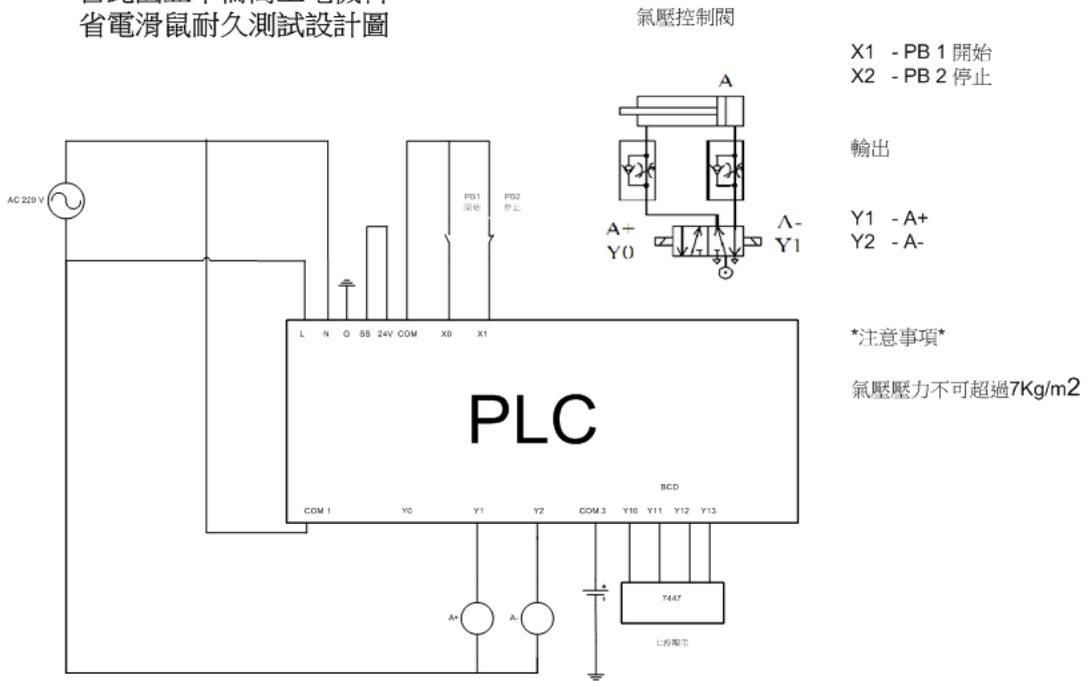
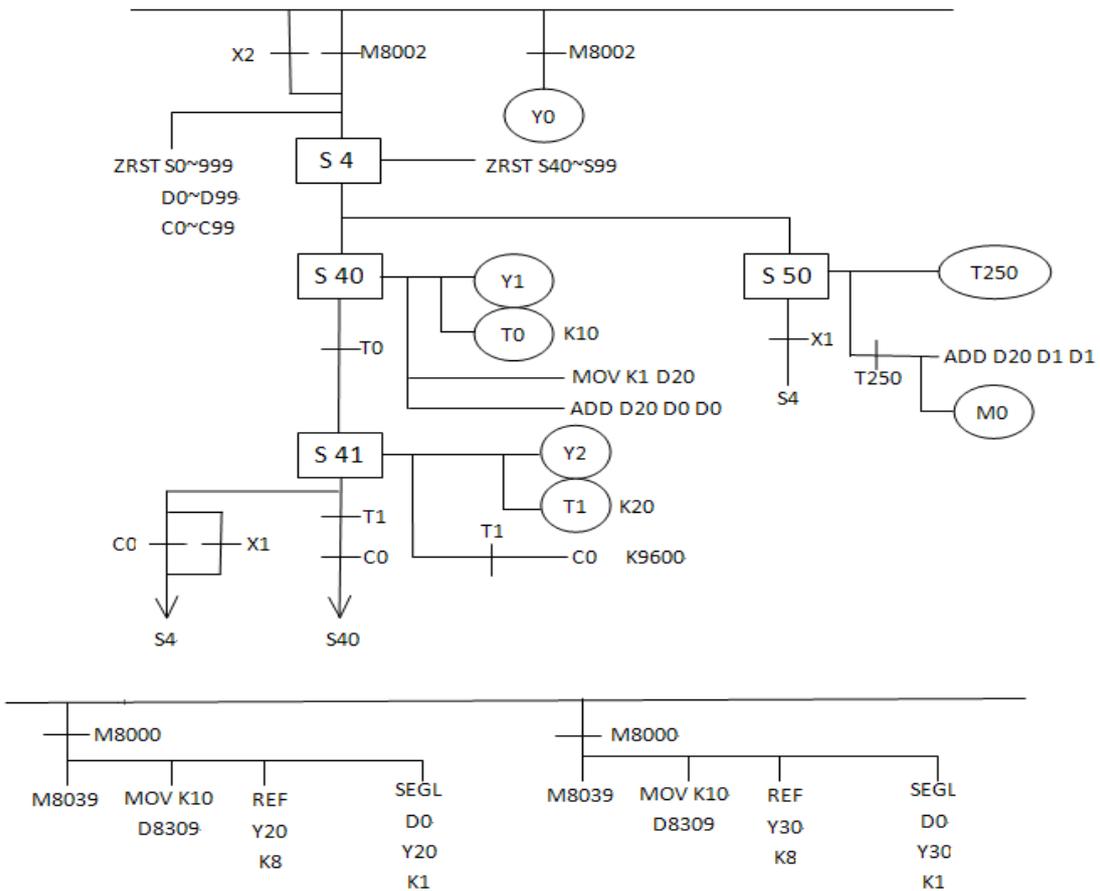


圖 19 外部接線圖



PLC 程式

LD M8000	SET Y001
OUT M8039	OUT T0 , K10
MOV , K10 , D8039	MOV , K1 , D20
REF , Y020 , K8	LDP Y001
SEGL , D0 , Y020 , K1	ADD , D20 , D0 , D0
LD M8000	LD T0
OUT M8039	SET S501
MOV , K10 , D8039	STL S501
REF , Y030 , K8	RST Y001
SEGL , D1 , Y030 , K1	OUT T1 , K20
LD M8000	LDP T1
OUT Y000	OUT C0 , K9600
LD X002	LD T1
OR M8002	ANI C0
ZRST T250~T255	SET S500
ZRST S0~S999	LD C0
ZRST D0~D99	OR X001
ZRST C0~C99	SET S4
SET S4	STL S510
STL S4	OUT T250 , K600
ZRST S40~S999	LD T250
LD X000	ADD , D20 , D1 , D1
SET S500	RST T250
SET S510	LD M8013
STL S500	OUT Y002
	RET
	END

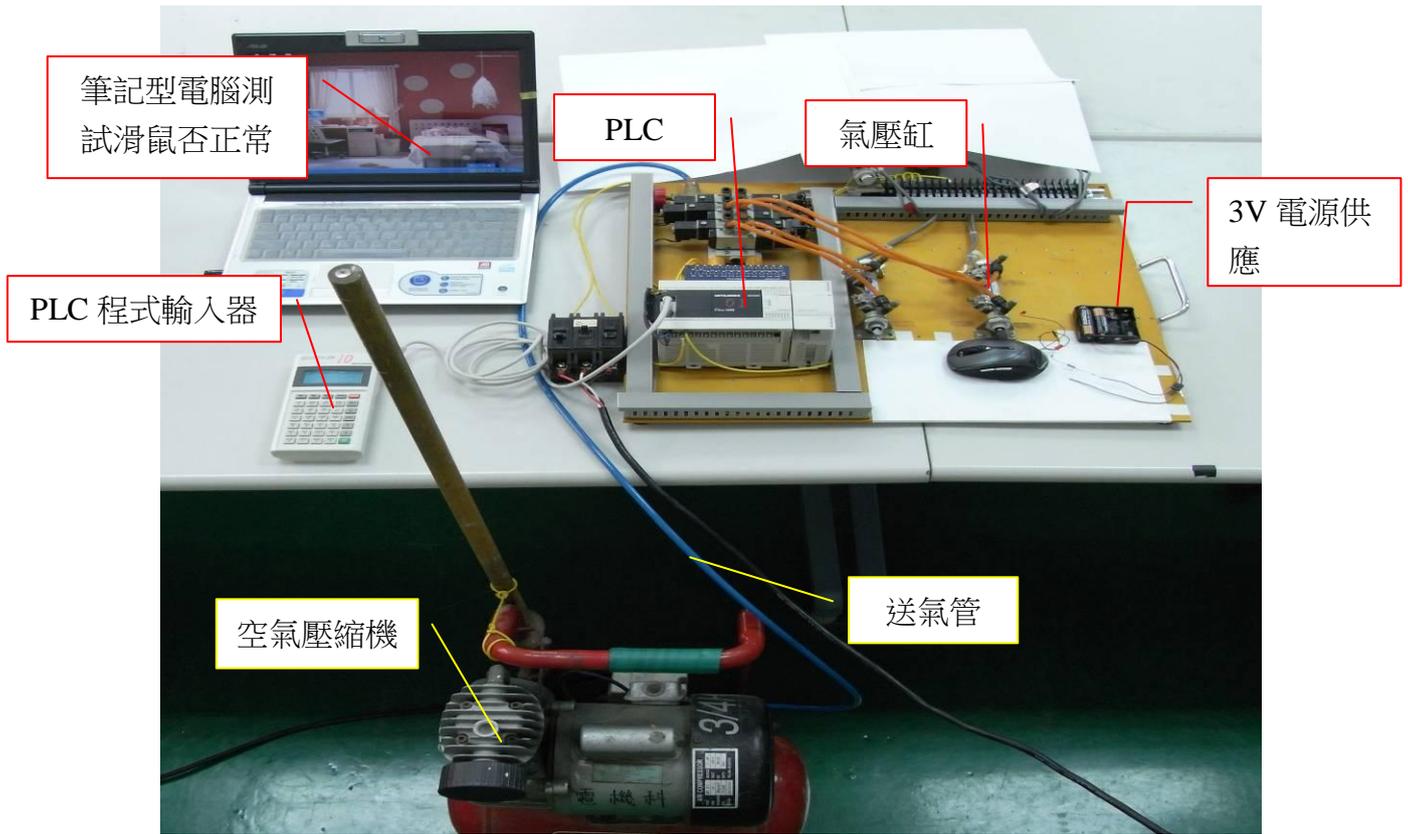


圖 21

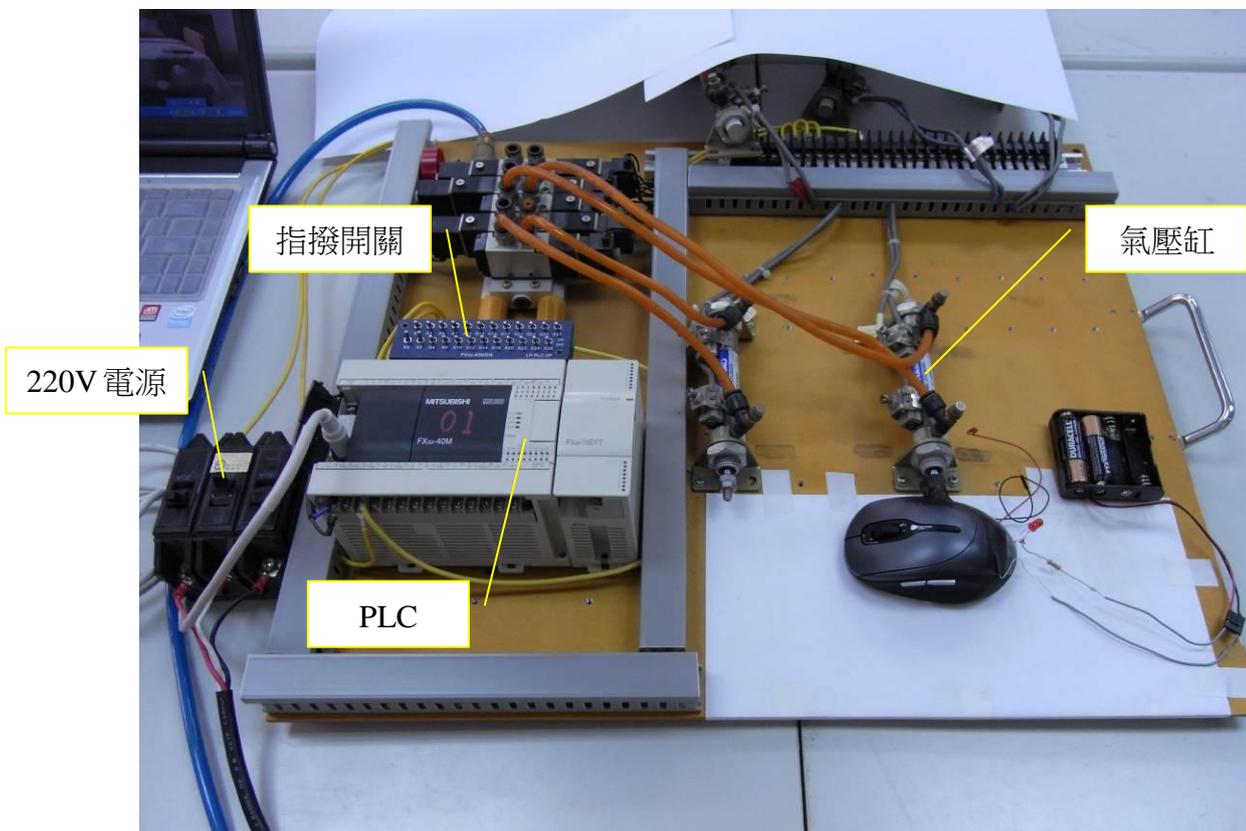
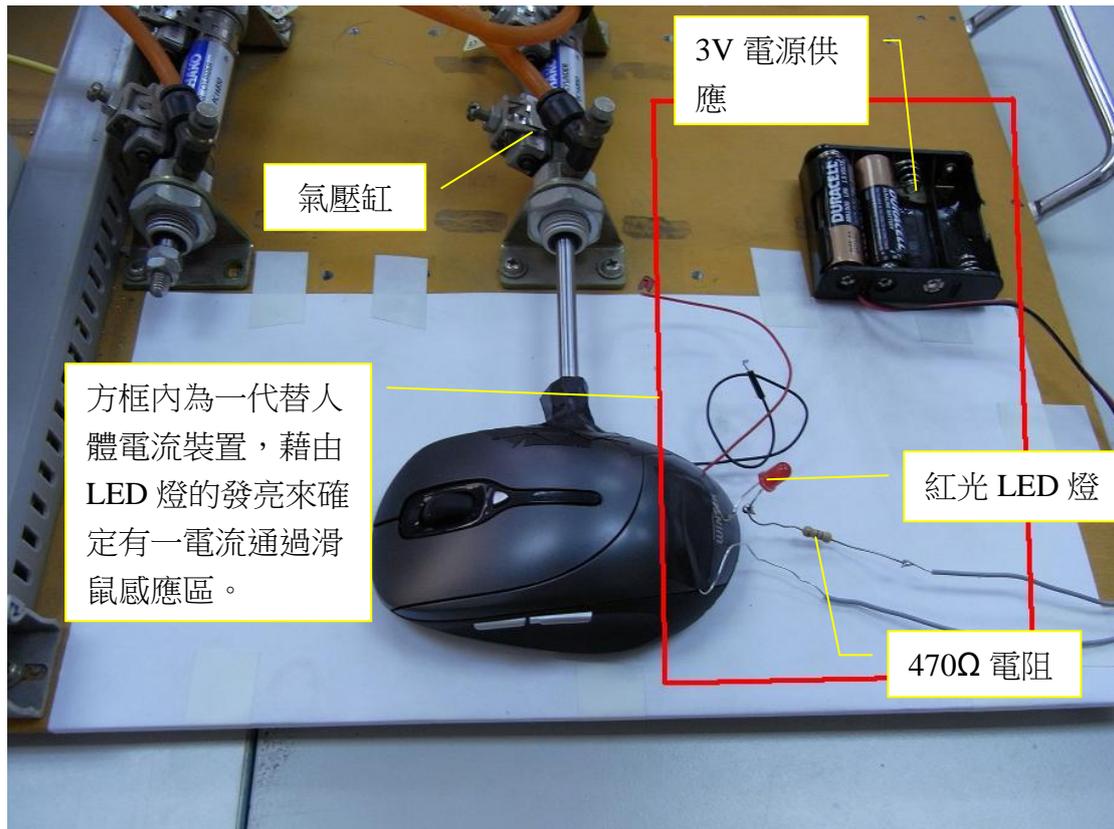


圖 22



伍、研究結果

經過測試與分析計算後我們得到了下面的結果：

- 一、新滑鼠與原滑鼠比較起來確實有達到省電及延長電池使用壽命的功能。
- 二、手接近滑鼠時，滑鼠反應迅速，不用等待可以馬上使用。
- 三、滑鼠待機時間越長省電效果越明顯。
- 四、滑鼠改造前和改造後在使用時的耗電量其實沒有差別，所以真正省電是在停止使用後開始。
- 五、滑鼠改造後不需等待即進入睡眠模式，省下半睡眠時的耗電，而且在睡眠模式下耗電幾乎為零。

陸、討論

- 一、因為電路板的尺寸關係，所以零件大小要如何選擇？
使用規格為 SMD 的電阻將可以節省許多空間。

二、有限滑鼠是否也可以使用此方法?

有線與無線滑鼠差異在於電源的供應，光學原理相同，所以可以使用。

三、此方法是否有其他用途?

可以運用在許多需觸摸使用的電器物品上。

機器寵物狗：在機器寵物狗身上各處裝上感應的 IC，當人觸摸、撫摸各點(如腳、頭、頸)，觸發相對應的動作(如搖尾巴、汪汪叫、抬腳)

按摩椅：裝感應 IC 防止沒人使用時還在動作，浪費電

四、耐久試驗測試方式為人為操作滑鼠，不同的人員操作實驗的結果是否不一樣?

實驗方式可改為使用 PLC 控制馬達或氣壓缸帶動滑鼠來測試耐久驗測(規劃

六、本成的計算與功能比較

在跟一般無線滑鼠比較後，我們可以確定改機滑鼠在使用時間上有達到增加使用時間和省電效果，但是我們還想要知道改機滑鼠與市售的高級省電滑鼠比較起來是否有相同的效果或者是更好，如果成立的話那麼又可以省下多少成本?

	改機滑鼠 (有加觸控式 IC 價錢) (文凱 WSS77)	高級省電滑鼠 (羅技 M505)
成本(元)	408	1690
成本差: $1690 - 408 = 1282$ (元)		

我們發現改機滑鼠和高級省電滑鼠在 1.5V 電池和相同條件的情形下使用成本更便宜，價錢更是相差有 4 倍之多。再來為了瞭解改機滑鼠是否能穩定工作，我們實際使用滑鼠一周，發現並無異常，可以穩定工作。

七、滑鼠的穩定度夠嗎?

為了瞭解滑鼠在使用時的穩定度是否夠好，我們利用 PLC 來設計出一個自動測試的程式，再連接上氣壓缸就完成了。測試時間為一周，每天 8 小時。

柒、結論

雖然目前所有的無線滑鼠底部均有一個開關，當長時間不使用時，需將開關關閉，以節省無謂用電，但大部分使用者未將滑鼠關閉就離開，長時間會造成許多的耗電，但改造後的滑鼠就不必擔心因為忘記關閉開關而浪費電了。而且改造後的滑鼠不但具有市售高級省電滑鼠的功能，成本還比較起來還較少，符合原本預期環保與節省成本目的且將來市面上標榜省電的滑鼠圖因成本也可以壓低，所以價格應該也不會在如此昂貴了，因為經由改造後的滑鼠也有同樣功能。而且同樣的方法也可以應用在許多電子產品上來達到節省能源的效果。

捌、參考資料及其他

- 一、蔡朝洋、蔡承佑，電子學實習（1），初版二刷，台北縣，全華圖書出版，2007年。
- 二、曾才榮、李敏揚，基本電學實習（1），初版，台北市，旗立資訊初版，2006年。
- 三、曾才榮、李敏揚，基本電學實習（2），初版，台北市，旗立資訊初版，2006年。
- 四、李文源、盧正川、旗立理工研究室，基本電學（1），初版，台北市，旗立資訊初版，2006年。
- 五、通泰積體電路股份有限公司 <http://www.tontek.com.tw/index.asp>。

【評語】 091007

此作品擬藉由加裝感測開關於低價滑鼠以在滑鼠不使用的時候不消耗電力而達省電之效。

雖然這樣的目的不錯，但對於此作品所欲達到的之低成本與省電成效，未能與現有其他高階滑鼠或其他省電方式作一比較；減低了此作品之預期貢獻。