

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040815

手機遙控插座裝置

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者： 職一 洪鼎鈞 職一 陳昶成	指導老師： 林高永 黃釗洪
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：藍牙插座、手機遙控插座

作品名稱：手機遙控插座裝置

摘要

本研究係針對藍牙遠端控制程式進行探討與應用。利用手機藍牙遠端控制延長線之插座電源獨立開／關或一次全開／關。

本研究主要功能如下：

- 一、利用手機藍牙遠端控制插座開／關，免除插拔插頭及切換延長線上開關之麻煩。同時避免因頻繁插拔插頭造成插座損壞及插拔過程中潛在的危險。
- 二、系統設置一總開關，可一次控制所有插座開／關。同時各插座分路亦可分別獨立控制開／關。方便使用者操作。
- 三、研究顯示，一般家電在不使用情況下，若未拔下插座亦會造成電能流失。本作品藉由更便利操作行爲，養成使用者隨手關閉插座電源習慣，節省能源。
- 四、硬體建置完成後，若欲增加插座功能，如定時開／關功能等，僅需修改手機 APP 程式即可，大大增加本作品功能性與便利性。

壹、研究動機

下課時、排隊結帳時、等公車、坐火車時...。放眼望去你可看到幾乎人手一支手機滑來滑去。根據 IDC (國際數據資訊) 台灣手機產業調查季報顯示, 2011 年第四季功能型手機(早期撥接功能手機)出貨 84 萬支, 以年衰退 46% 的幅度, 滑落到低於 4 成的市佔後, 2012 年第一季出貨更下探至 56 萬支。對比去年同期市場出貨的 121 萬支, 再以 54% 的年衰退幅度, 市佔一舉下滑至 3 成以下。反觀智慧型手機(Smart Phone)的出貨數字則持續向上攀升, 連續三季維持百萬台以上的出貨, 統計 2012 年第一季廠商對台智慧型手機出貨達到 165 萬支, 季成長 22.6%, 年成長更高達 61.5%。

當手機功能越來越強, 相對的人們也越來越依賴手機, 於是我們也想在手機應用上添上一筆。經研究與討論後, 我們發現, 由於藍牙是一個開放的系統架構, 限制較少, 沒有權利金或專利權的問題, 更是世界公認的標準。因此, 手機藍牙功能十分適合應用在無線遙控上。因為藍牙在傳輸的好處就是它能夠允許兩個裝置, 在不排成一直線的狀態下, 以無線的方式傳送資料, 大大改善一般遙控器以紅外線傳輸的缺點。且藍牙傳輸不易受阻隔, 不論口袋、公事包或牆壁均無礙於藍牙的傳輸。同時藍牙的資料傳輸速度比紅外線傳輸還要快, 每秒鐘高達 1MB。於是本組討論以手機藍牙控制家用電器。但問題來了, 控制哪一種家用電器? 電燈、電扇、飲水機...。每控制一種設備需要一組藍牙接收模組, 成本太高了。於是我們想到控制插座, 只要家電插入藍牙控制的插座就可控制該家電。解決了控制對象問題確未解決成本過高問題。是以, 我們想到了何不用來控制延長線插座。利用一組藍牙模組控制最多八組插座似乎是一種最佳的解決方法。同時為便利使用者, 我們更設計了總開關與單獨的分路開關。期許藉由更便利的操作方式, 養成人們隨手關掉插座的好習慣。

期許透過高一基本電學實習所學關於電源電路知識及高二電子學實習的電晶體放大電路及電晶體開關電路完成此作品。

貳、研究目的

「科技始終來自人性」。當手機功能日趨強大，應用層面日益廣泛，人們就越發無法離開手機。利用手機遙控電器設備似乎是一件相當聰明的事情。而遙控某種電器卻限制了手機藍牙遙控的裝置便利性。「遙控插座」，藉由插座插上不同電器達到控制各種電器則是一件兩全其美的事。基於上述理由，本組便積極研究、發展藍牙遙控插座裝置，期許達到功能與目的條列如下：

- 一、利用手機藍牙遠端控制系統，控制插座開／關，免除插拔插頭及切換開關之麻煩。同時避免因頻繁插拔插頭造成插座損壞及插拔過程中潛在的危險。
- 二、系統設置一總開關，可一次控制所有插座開／關。同時各插座分路亦可分別獨立控制插座開／關。方便使用者操作。
- 三、研究顯示，一般家電在不使用情況下，若未拔下插座亦會造成電能流失。本作品藉由更便利操作行為，養成使用者隨手關閉電源插座習慣。並以數據實證本作品確能節省能源。

構想的成品概念如圖 2-1 所示。

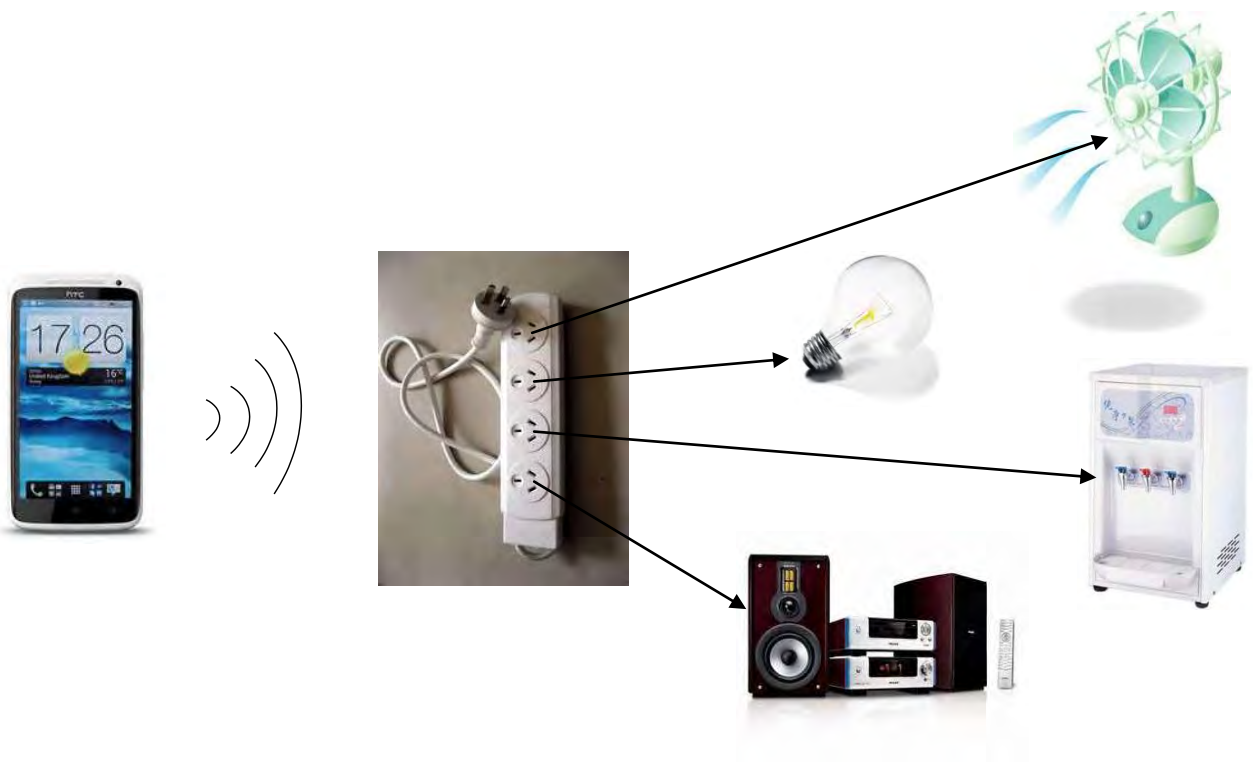


圖 2-1 成品概念圖

參、研究設備與器材

一、研究設備：			
	名稱	型號/規格備註	數量
1	示波器	PINTEK 20MHz 雙軌示波器-標準型	1 台
2	直流電源供應器	30V/3A 指針式電源供應器	1 台
3	電子式瓦特表	/ 可解析至 0.1W	1 台
二、研究器材：			
(一)製作所需器具：			
1.	小型手握式電鑽	/ 含鑽頭組	1 支
2	手持式砂輪機		1 台
3	延長線		2 組
4	電烙鐵	/ 20W (極細尖頭)、/ 60W	各 1 支
5	吸錫器		1 支
6	三用電表	YF-370A / 數位指針皆可	1 台
7	夾式電流表	DE-3501 數位型鉤錶/ 解析度 0.01A 以上 (或以 mA 電流表取代)	1 台
8	尖嘴鉗		1 支
9	斜口鉗		1 支
10	剝線鉗		1 支
(二)製作所需材料：			
1	萬用 PCB 板	/ FRP 纖維 單面焊點鍍錫	若干
2	萬用 PCB 板	/ FRP 纖維 雙面焊點鍍錫 (間距 1.5mm)	若干
3	電晶體	C9013, C9014 / NPN	若干
4	電容	0.1 μ /10V, 100 μ /15V	若干
5	電阻	100 Ω , 300 Ω , 330 Ω , 4.7K, 47K	若干
6	繼電器	TRB-03D / DC3V, 3A	1 個
7	固態繼電器 SSR	JC216SC / DC to AC, 16A	4 個
8	藍牙遙控接收模組	HL-MD08R-C2-IOC	1 組
9	齊納二極體(Zener)	/ 3V 或 3.3V	1 個
10	發光二極體 LED		若干
11	橋式整流器	/ 1.5A 以上	1 個
12	針腳	/ 車圓 pin 12mm 測試針腳	若干
13	線材	/ 單芯線、/ 2.0mm ² 絞線	數公尺
14	銲錫絲		數公尺
15	變壓器	110V/3V	1 個

肆、研究過程或方法

根據研究目的，決定研究步驟的流程圖如圖 4-1 所示：

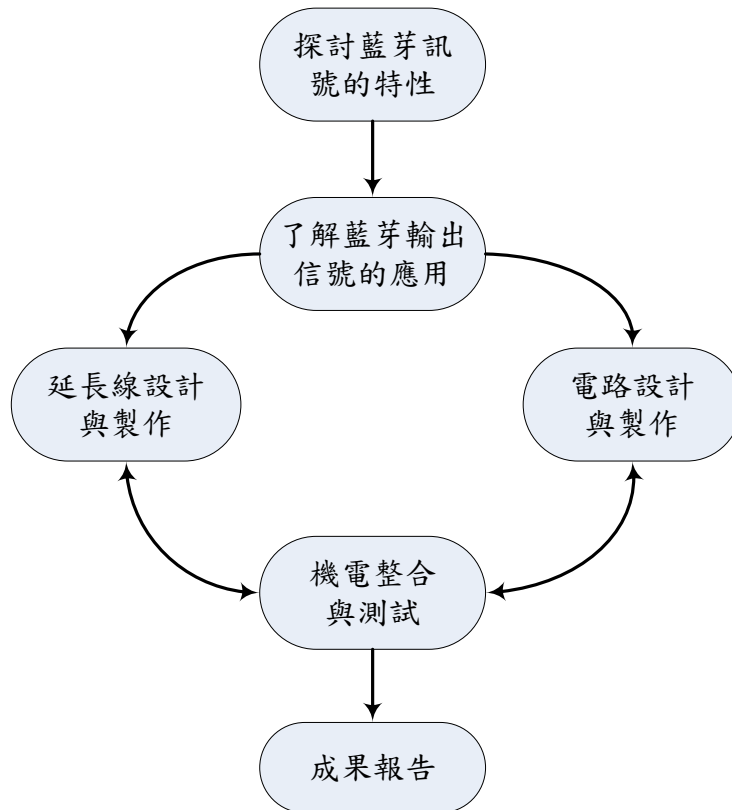


圖 4-1 研究步驟流程圖

一、藍牙的探討：

(一)何謂藍牙無線通訊

藍芽(Bluetooth)無線通訊技術是一種短距離的無線個人區域網路(WPAN, Wireless Personal Area Network)技術，也是短距離無線通訊標準之一，其特點為低成本與低耗電，主要在2.4GHz 頻段可即時傳送數據資料與語音訊號，作為電子產品間之無線連結，以取代有線電纜與接頭，最終目標在於成為資訊、通訊、及消費性電子等眾多產品之標準介面。

(二)藍牙的特性為何

藍芽無線通訊技術具有低耗電、低成本、可即時傳送語音與數據、及易於使用等特色，其技術相關要點如下：

1. 短距離無線傳輸技術10-100公尺
2. 為個人區域網路所設計
3. 使用2.4GHz頻段

4. 支援語音與數據傳輸
5. 最高傳輸速度可達1Mbps(EDR版本可達3Mbps)
6. 低耗電(1毫瓦)
7. 藍芽微網最多可同時支援8個

二、繼電器的探討：

(一)何謂繼電器

繼電器係一種當輸入電壓達到額定動作值時，其電氣輸出電路被接通或阻斷的一種自動電器。廣泛應用於生產過程自動化裝置、電力系統保護裝置及各類遠動、遙控和通信裝置中，是現代自動控制系統中最基礎的電器元件之一。

(二)繼電器的選用與介紹

由於本研究採用藍牙模組輸出電壓為 3.3V，故應用上欲選用 DC3V 繼電器，然一般 PCB 針腳繼電器接點最大額定電流僅 3A，無法應用在家用插座 15A 上，若欲控制插座啓斷，繼電器應選最大額定電流應超過 15A 之繼電器，故改採用固態繼電器 SSR。茲將本研究所採用兩種繼電器規格表列如下：

表 4-1 繼電器比較表

規格 \ 型號	TRB1-03D	JC216SC
輸入電壓	DC3V	DC3V
最大額定電流	3A	16A
最大可承受電壓	110%	280V
線圈動作電壓	75%Max	
線圈動作電流		DC 10-50 mA
線圈釋放電壓	10%Min	
消耗電量	0.36W	
價格	20 元/個	180 元/個
本實驗用途	作為總開關用，用於控制各固態繼電器輸入端導通與否	作為分路開關用，用於控制各插座分路導通與否

三、電路設計與製作：

(一)電壓轉換電路：

一般家用插座應用於 AC110V 電壓，故本作品利用變壓器將 110V 降壓為 3V 交流，經橋式整流成全波電路，再經 RC 濾波電路得輸出直流 $V = 3\sqrt{2} = 4.3$ 伏特，利用限流電阻串聯 3V 齊納二極體得直流 3 伏特輸出，供藍牙模組及電晶體開關電路使用。電壓轉換電路如圖所示：

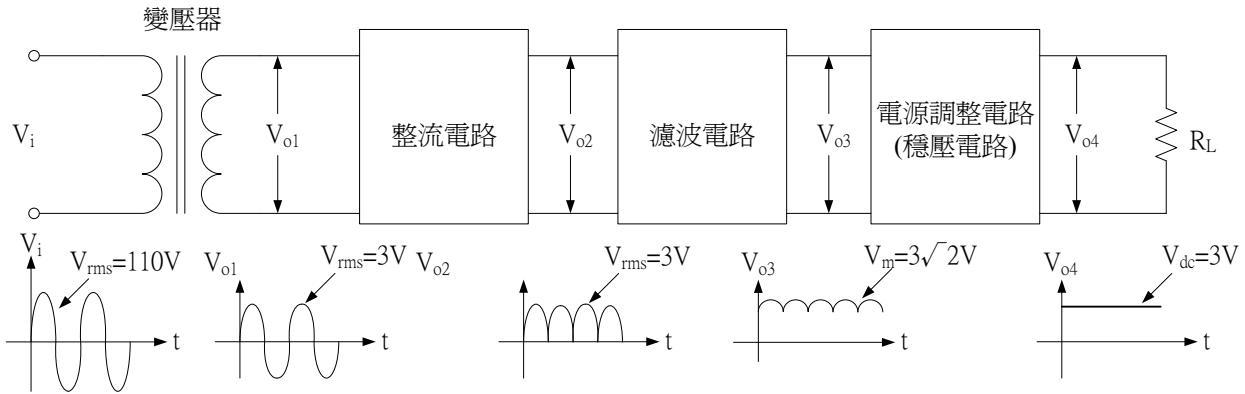


圖 4-2 電壓轉換電路

(二)藍牙訊號輸出電路：

利用 HL-MD08R-C2-IOC 藍牙遙控器接收模組，經由藍牙序列埠連結控制 8 組 I/O。藍牙訊號輸出電路及各接腳配置與功用如下圖、表。

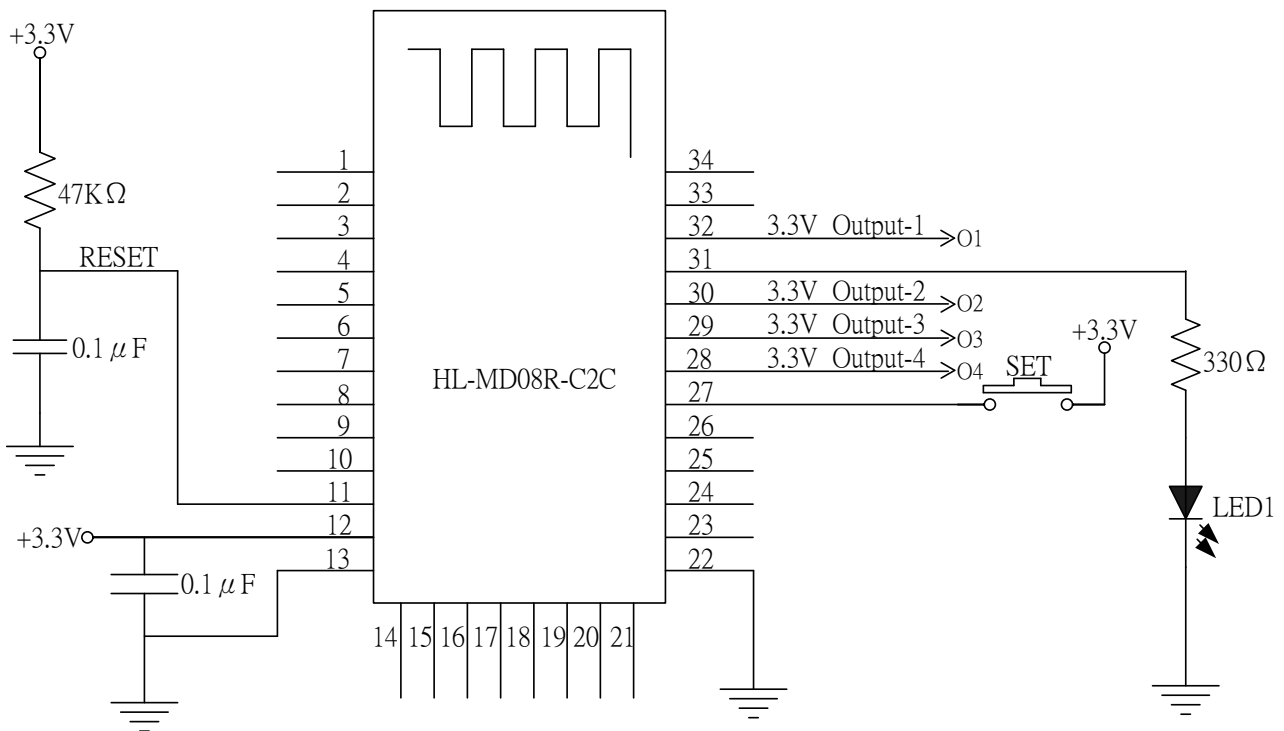


圖 4-3 藍壓訊號輸出電路

表 4-2 藍牙輸出接腳編號、名稱與功用表

接腳編號	名稱	功用
11	RESET	電源開啓時，藍牙模組重置。
12	POWER	+3.3V 電源輸入端。
13	GND	接地端
22	GND	接地端
23	Bi-directional	系統訊號輸入/輸出端 I/O8
24	Bi-directional	系統訊號輸入/輸出端 I/O7
25	Bi-directional	系統訊號輸入/輸出端 I/O6
26	Bi-directional	系統訊號輸入/輸出端 I/O5
27	Bi-directional	藍牙配對清除與隱藏端
28	Bi-directional	系統訊號輸入/輸出端 I/O4
29	Bi-directional	系統訊號輸入/輸出端 I/O3
30	Bi-directional	系統訊號輸入/輸出端 I/O2
31	Bi-directional	指示藍牙模組是否配對
32	Bi-directional	系統訊號輸入/輸出端 I/O1

表 4-3 LED 燈號說明

燈號狀態	動作說明
慢閃	被動模式：裝置等待狀態
快閃	主動模式：搜尋配對裝置
恆亮	連線模式：成功配對

按鈕功能說明：

按住SET 設定按鍵5 秒放開，設定隱藏。

按住 SET 設定按鍵 10 秒放開，清除配對。

(三)電晶體開關電路：

藍牙輸出訊號電流小，故欲推動繼電器動作需經過訊號放大。經研究、討論後本作品採用電晶體開關電路推動繼電器啓閉。經測量繼電器線圈電阻後，繼電器線圈兩端可直接接於電晶體集極端與 3V 電壓端。同時為避免雜訊及誤動作，電晶體基極端串聯 330Ω 電阻 (為便於測試與更換電阻值，集極端與基極端先斷開，該電阻接點先以針腳輸出，方便更換電阻規格)。

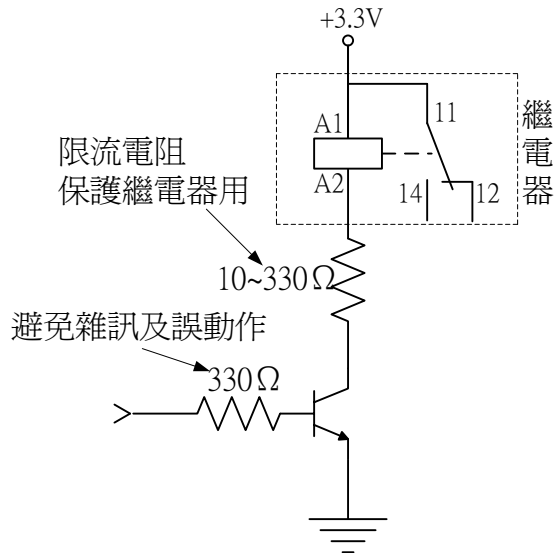


圖 4-4 電晶體開關電路

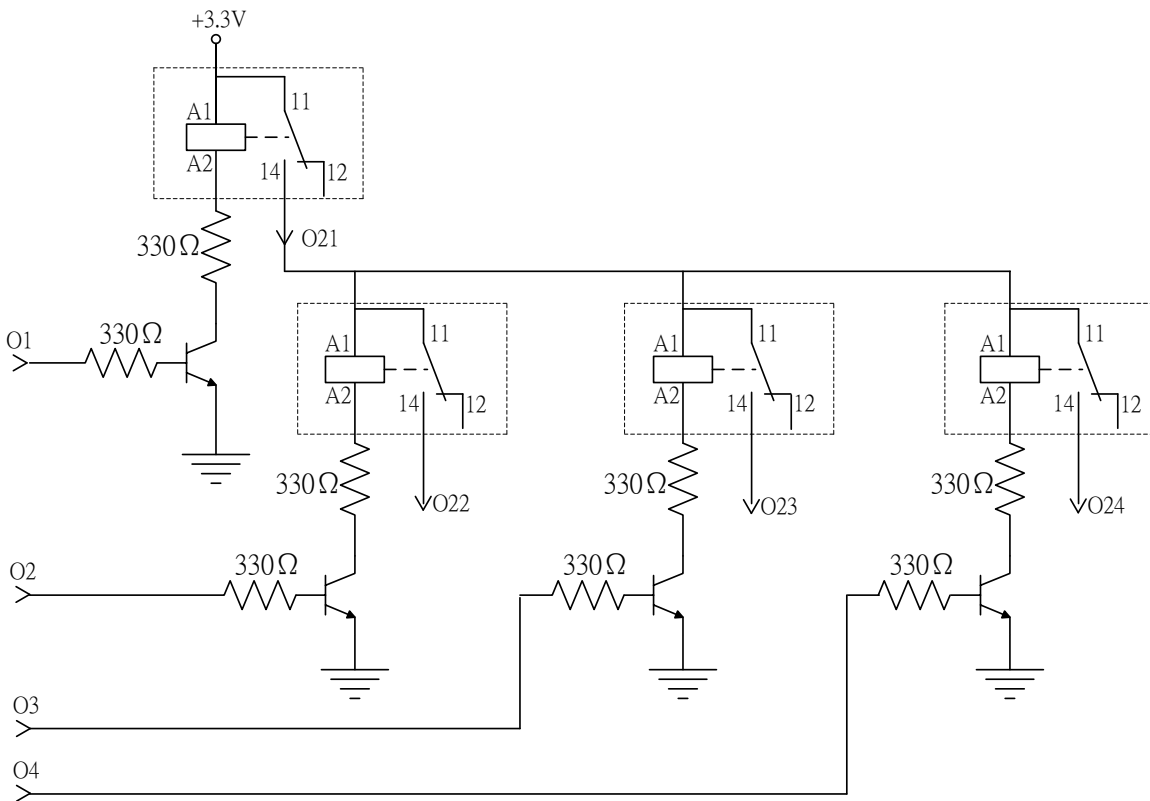


圖 4-5 電晶體放大電路

(四)繼電器輸出電路：

電路設計上欲將每個插座各別控制，同時再增設總開關功能，因此需將傳統延長線電路重新修正後再串聯固態繼電器 SSR。修正前／後延長線及輸出電路如下圖。



圖 4-6 原延長線內部線路

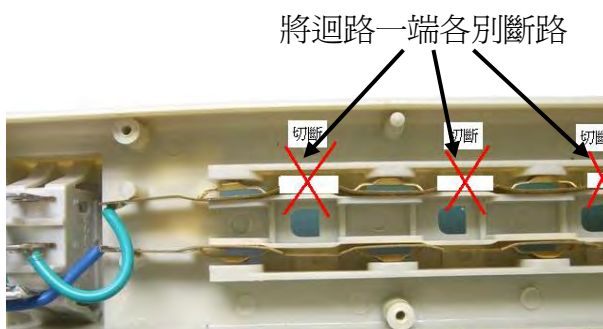


圖 4-7 將延長線其中一迴路斷路，用於獨立控制

輸出接線為將固態繼電器其中一輸出端接至插座一端，插座另一端接至電源線，電源線另一端再接至固態繼電器另一端形成迴路。當固態繼電器動作則插座與電源間形成一封閉電流迴路，插座兩端可輸出交流 110V 電壓。

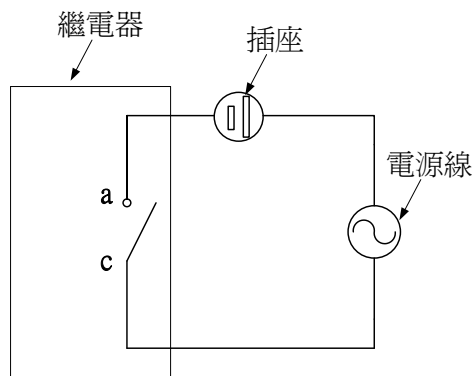


圖 4-8 繼電器動作致插座通電圖

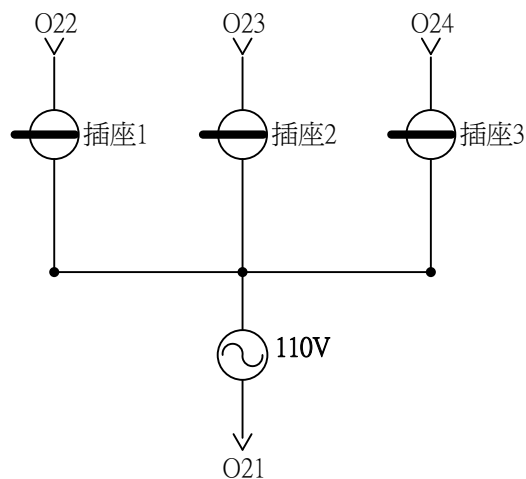
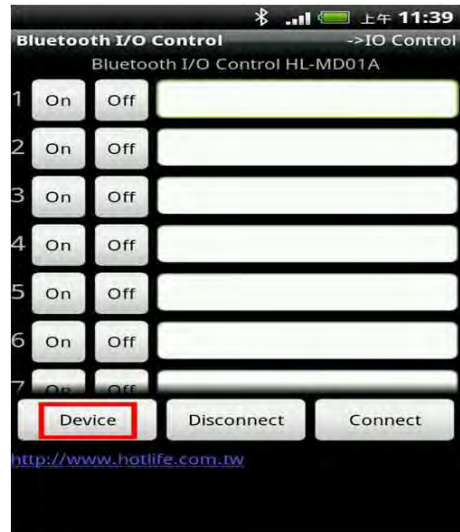
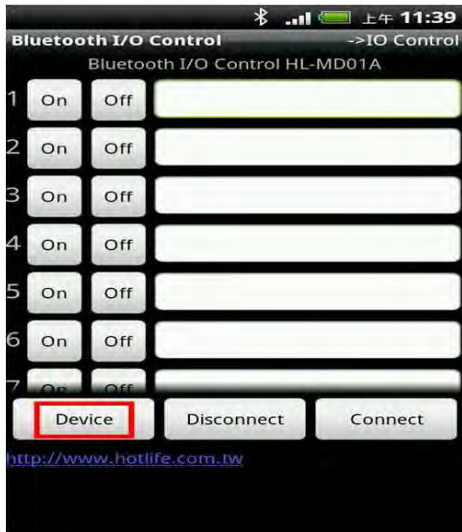


圖 4-9 實際接線圖

(五)手機操作介面說明：

1. 開啓Hotlife IO Control 軟體點選 裝置 [Device]
2. 出現已配對裝置列表畫面點選 IO Control 藍牙I/O模組進行連線



3. 顯示已經成功連線至藍牙I/O模組，連線成功後藍牙模組的藍燈亦會保持亮
4. 點選 1/[On] 時 IO1由0V轉換為3.3V點選 1/[Off] 時 IO1由3.3V轉換為0V

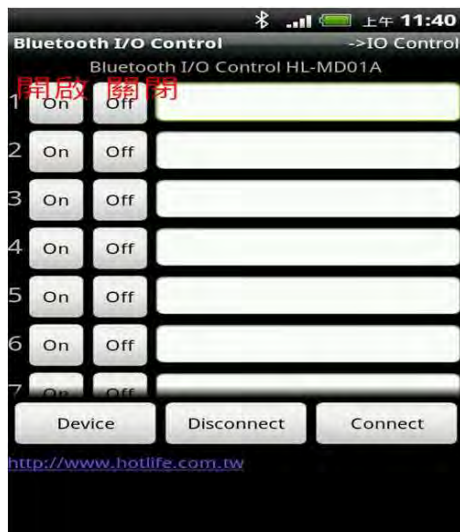


圖 4-10 手機操作介面圖

(六)一般插座未拔除耗電量與利用藍牙模組關閉插座耗電量比較：

現代人手機不離身，睡覺時你的手機一定就在你的床頭櫃吧。此時，若突然想到樓下客廳延長線插頭未拔，嘿嘿，這套系統可方便了。利用藍牙遙控插座，你可以選擇關閉總開關或關閉其中某幾個分路開關，方便的操作模式，你無須動身到樓下拔插頭，只需動動手指即可完成。同時也不會因為偷懶不拔插頭造成不必要能源浪費。

我們都知道，一般家電用品在不開機情況下，若插頭仍插在插座上亦會造成能量損失。本研究設計藍牙插座雖待機時較傳統插座多消耗 1.6 瓦電力，但由於大多數人平時未養成隨手拔插頭習慣，無形中造成電器待機時浪費更多電力。若以藍牙遙控插座養成大眾隨手關閉插座的習慣，是否能達到節省能源功效？本研究利用電子式瓦特表測量八種一般家庭普遍習慣不拔插頭的家用電器，在未開機情況下所產生的電力損失情況。實驗發現藍牙插座及傳統插座在相同家電用品未拔插頭情況下，確實能節省電力。消耗功率測量接線圖與消耗功率統計表格如下：

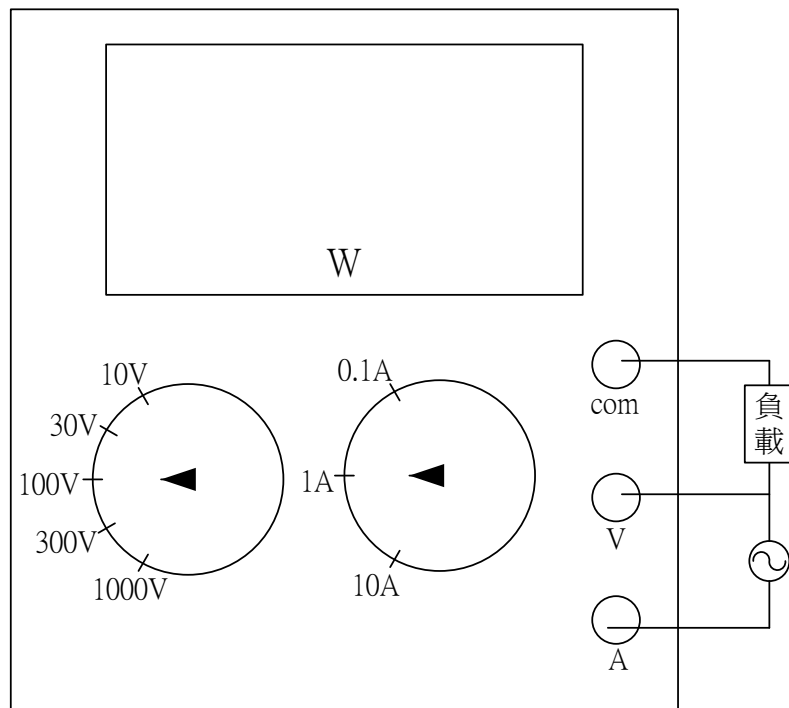


圖 4-11 電器待機消耗功率測量接線

表 4-4 一般家電產品未開機，於待機情況下消耗功率統計表

電器用品/項目	待機時功率	廠牌	規格
電腦主機	2W	華碩	
電腦螢幕	0.4W	View Sonic	VA903M
一般 CRT 電視	1.6W		22 吋
液晶電視	2W	View Sonic	36 吋
印表機	2.6W	Canon	2420L
微波爐	0.4W	東元	YM2001CB
電磁爐	5.5W	東元	YJ1301CB
洗衣機	8.8W	東芝 AW	DD12005
※藍牙遙控插座	1.6W		

以一組藍牙遙控插座控制上述八組家電開關，以一天遙控插座關閉 12 小時為例，每月 30 天，每度電 2.5 元計算，可節省電費計算如下：

家電損失功率： $(2+0.4+1.6+2+2.6+0.4+5.5+8.8)=23.3W$

節省功率： $(2+0.4+1.6+2+2.6+0.4+5.5+8.8)-(1.6\times 2)=20.1W$

(假設藍牙待機時間 24 小時為家電關機時間 12 小時的 2 倍)

每月節省電量： $0.0201\times 12\times 30=7.236$ 度電

每月節省電費： $7.236\times 2.5=18.09$ 元

同時若以內政部戶政司統計全台 800 萬家戶計算，全台可節省 $20.1\times 8000000=160.8MW$

每年節省電量： $0.0201\times 12\times 30\times 12\times 8000000=6.95$ 億度電，節省電量幾乎是一座青山水力發電廠年平均發電量 6.99 億度電，或兩座德基水力發電廠年平均發電量約 3.59 億度電的 2 倍。

表 4-5 中部地區水力發電廠發電容量

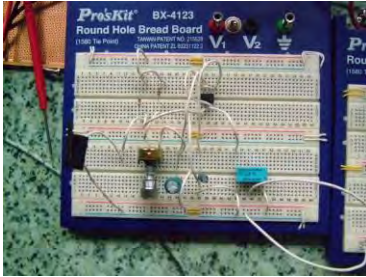
水系	電廠名稱	裝機(容量 MW)	年發電量(億度)
大安水系	卓蘭	78	2.66
大安溪	后里	1	0.01
大甲溪	德基	234	3.59
	青山	360	6.99
	谷關	180	5.07
	天輪	19.5	5.50

伍、研究結果

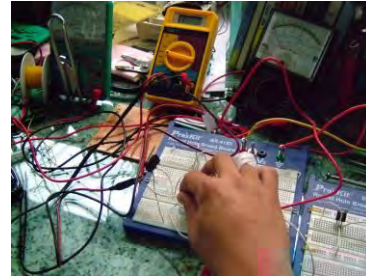
研究結果以實際完成品展示，並將實驗過程記錄如下：

一、電路部分：

(一)萬用電路板測試：

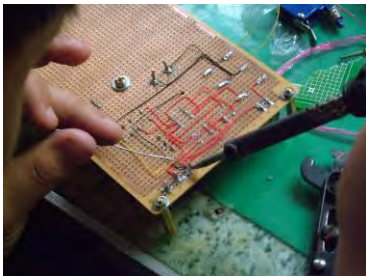


萬用電路板連接

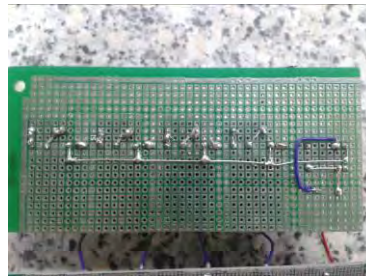


萬用電路板測試

(二)電路焊接：

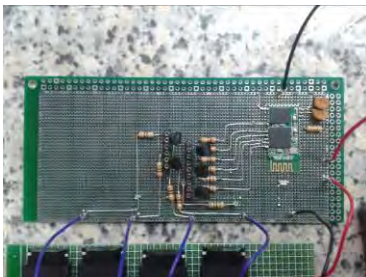


電路板焊接

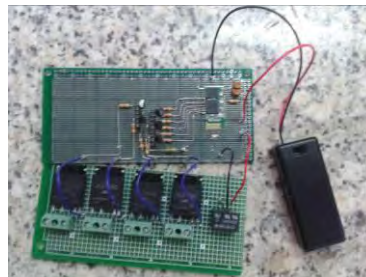


電路板焊接

(三)電路測試：



藍牙控制電路

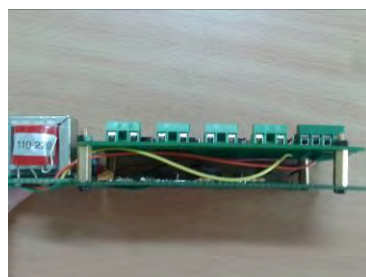


藍牙控制電路與驅動繼電器與
固態繼電器電路

(四)電路完成：



電路完成(俯視)



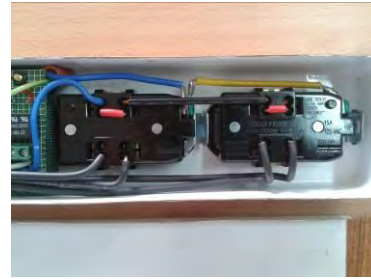
電路完成(側視)

二、機構部分：

(一) 電路板與延長線組裝：



電路板裝置在延長線內



延長線電路重新配線



電路與延長線連接



內部電路圖

三、成品：



完成圖(正面)



完成圖(背面)

陸、討論

一、插座因怠惰而未隨手拔插頭造成金錢、能源浪費：

本裝置以一家戶來說，雖不能省下極大量金錢及能源，但以全台近 800 萬戶家庭來說，所省下之金錢以及電力資源仍是相當可觀的(兩座德基水力發電廠電量)。因此，利用便利的操作方式養成隨手關電的好習慣，不但可以省電、省錢，更可愛護地球資源，可說是一舉數得。

二、頻繁插拔插頭造成插座損壞、插拔過程中潛在危險：

貪圖快速、便利，一般人常用不正確的方式將插頭拔出，因此容易造成插座毀損變形、插頭內部電線脫落，甚至是內部電線短路、電線外露。許多的電器意外係由於插拔頻繁或插拔方法錯誤所產生。利用新式藍牙插座並無所謂插拔問題。因此插座毀損機率即可大幅降低，同時也可減少悲劇發生。

三、所有插座統一或獨立控制、藍牙控制距離長短：

為求便利性，將延長線上各插座做一個總開關及八個獨立開關控制，出門前手指輕點總開關(OFF)，即可一次中斷延長線上所有插座之供電，設計上亦可單獨控制某幾項家電關閉，方便操作。藍牙模組採 Bluetooth v2.1+EDR 晶片，實測可控制之距離，在無阻隔物狀況下可達 30 公尺，若有建物阻隔，遙控距離亦可達 6 公尺。因此住家用戶上下樓層間的控制亦不成問題。同時，若需更長距離控制，亦可改用 Bluetooth 2.x，擴大輸送距離至 100 公尺。

四、藍牙插座大小問題：

延長線盒內部空間有限，本研究需將交流 110V 轉換成 3.3V 才可對藍牙模組進行供電，在狹小的空間，分別裝設電壓轉換電路、藍牙訊號輸出電路、電晶體開關電路、固態繼電器等裝置，縮小再縮小是必須的。電路原預計採用 SMD 電阻、電容、LED 等零件銲接，以有效減少電路板占用延長線內部空間。但由於 SMD 封裝之材料體積過小，導致人工銲接不易而改以一般零件製作，犧牲部分插座是不得不的選擇。日後，利用印刷電路與 SMD 零件，勢必可再縮小電路面積。

柒、結論

設計之初，僅想利用手機控制家用電器開關，經修正後改為控制延長線，讓使用者在延長線上依插上不同電器設備，各別進行控制。而又為了給使用者更大方便，加設總開關用於一次控制所有插座開／關。同時，藉由修改手機 APP 程式，每個插座更可個別設定開／關時間，大大增加其便利性及功能擴充性。

作品在發展之初遇到種種問題(變壓器輸出電壓過大、藍牙輸出訊號電流不足，繼電器匹配不當造成接點彈跳、固態繼電器不動作)。經不斷修正、討論、分析及調整後一一克服。實驗發現本作品確實能實際應用在日常生活中並達其效益。

捌、參考資料

1. 陳清良 (1998)。電子電路。台北縣：龍騰。
2. 黃慶璋 (2002)。電子電路。台北縣：台科大。
3. 黃國軒、陳美汀 (2006)。電子實習Ⅱ。台北市：全華。
4. 蔡朝洋、蔡承佑 (2007)。電子學實習Ⅱ。台北市：全華。
5. 水資源利用現況(2008年)。經濟部水利署中區水資源局網。2013年2月26日，取自：
<http://www.wracb.gov.tw/ct.asp?xItem=896&CtNode=898&mp=6>
6. 翡翠水庫(無日期)。維基百科。2013年2月26日，取自：
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%BF%A1%E7%BF%A0%E6%B0%B4%E5%BA%AB>
7. SSR Application 固態繼電器應用電路圖例(無日期)。廣華電子網。2012年10月6日，取自：
<http://www.cpu.com.tw/kh/m/ssr/ssr-ap.html>
8. IDC：2012年第一季台灣手機市場總量為221萬支(無日期)。數位時代。2013年2月20日，取自：
<http://bnext.com.tw/article/view/cid/117/id/23497>
9. 藍牙科技(無日期)。藍牙科技。2013年2月20日，取自：
http://neuron.csie.ntust.edu.tw/homework/93/csie_introduction/homework1/b9315032/Bluetooth.htm

【評語】 040815

1. 手機除撥打／接聽電話，也能應用於家電控制，是非常好的設計，系統設計能結合課程所學，展現系統設計能力，自己不可輕忽設計能力。
2. 插座是日常生活常用的電器，也是造成電器災害的元兇。將系統微電子化，裝設在插座內部需考慮散熱，插頭也不宜使用大負載電器設備。
3. 軟硬體設計、報告需加強，未提手機程式撰寫部份，作品手機控制改由圖形按鈕介面更佳。