

中華民國第 52 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

佳作

091012

基於智慧型手機之電源監控系統

學校名稱：國立旗山高級農工職業學校

作者： 職二 何仁瑋 職二 王韋鈞 職二 何宜松	指導老師： 林勝雄
---	------------------

關鍵詞：Android、智慧型手機、藍芽

作品名稱：基於智慧型手機之電源監控系統

摘要

因為 Google 公司的遠見，以 Linux 為基礎重新打造一個全新免費的嵌入式作業系統 Android。於是各大手機廠商得以開發各式各樣的智慧型手機，玩家只要懂的 Java 語言就可以編寫 App 軟體，此外，一般的 App 軟體不外乎是商業軟體與遊戲軟體，但是對我們來說，達成用智慧型手機來控制硬體，是更具有吸引力的主題，如此一來可以讓自動化生活更容易實現，本專題以手機內建的藍芽裝置來實現電能監控功能。

壹、研究動機

智慧型手機目前已經廣受歡迎，使用者的習慣一般來說不外乎下載各式各樣的 App 軟體。因為手機與外部通訊設備連結，無外乎 3G、WiFi、Bluetooth 等。我們嘗試從藍芽出發，去監控遠端的設備，達成自動化的目的，最終目的還是希望能達成跟 Android 手機一樣遠端介面標準化，屆時會讓生活更加便利。

藍芽已經遍及各種電子產品中，偶然之間從 Youtube 網站，發現很多國外的玩家會利用 Android 手機的藍芽功能，來製作相當多有趣的電子產品，於是想自行利用手機的藍芽裝置，來實現電能監控功能，為提升居家生活的自動化。

貳、研究目的

本專題的目的是想要利用 Android 手機的介面，達成居家之電源監控的功能，可以讓使用者只要有智慧型手機，便可以從此 App 軟體得知電器用品使用情況，這樣也可以徹底掌握家庭用電，在這個能源開發不易的年代，節約能源相形重要。

目前的智慧型手機大體上可以分成三大系統，iOS(Apple)、Android(Google)與 Symbian(Nokia)，由於智慧型手機用途相關廣闊，使得使用者呈倍數增加，但 iOS 與 Symbian 目前作業系統開放的程度及程式設計師參與的人數，遠低於 Android 系統，因此本專題以 Android 系統智慧型手機為主。

藍芽通訊較紅外線與無線電具有優勢，因此比較紅外線及一般無線電的優劣如下：

一、紅外線：

為可見光譜之外的一種不可見的延伸光譜，光譜位置位於可見光紅色光外側，波長介於 770nm 至 1mm 間，依波長可區分為近紅外線 ($0.78\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$)、中紅外線 ($3\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$)、遠紅外線 ($50\mu\text{m}\sim 1,000\mu\text{m}$)，紅外線技術在生活中已廣泛應用，在日常生活中常可發現其身影，舉凡家庭電視機遙控器、廁所的感應沖水設施、防盜的紅外線攝影機甚或軍事用的紅外線夜視鏡等，皆為紅外線的應用實例。相較於藍芽或 RF 等無線通訊技術，紅外線雖有方向性及光無法穿透障礙物等物理限制特

性，但因其具有低成本，設計簡單的優點。一般來說紅外線最常用於電視機的遙控。

二、無線電波或射頻波：

是指在自由空間（包括空氣和真空）傳播的電磁波，其頻率 300GHz 以下（下限頻率較不統一，在各種射頻規範書，常見的有三 3KHz~300GHz, 9KHz~300GHz, 10KHz~300GHz）。無線電技術是通過無線電波傳播信號的技術。在天文學上，無線電波被稱為無線電波，簡稱無線電。

無線電技術的原理在於，導體中電流強弱的改變會產生無線電波。利用這一現象，通過調製可將信息加載於無線電波之上。當電波通過空間傳播到達收信端，電波引起的電磁場變化又會在導體中產生電流。通過解調將信息從電流變化中提取出來，就達到了信息傳遞的目的。

一般來說無加密或是保密性低，所以很容易被破解，因此需要使用者另外加入保密功能，時下常見的汽車、鐵捲門遙控就是利用無線電。如果你把遙控器打開，可以發現裡面有 8 組指撥開關，以排列組合的觀念來看 2^8 只有 256 種變化，難怪很多遙控器會誤動作，不小心就會打開別人的汽車或是鐵捲門。

時有所聞的是有些歹徒可以拿一種特製的掃描機器，掃描住家鐵捲門的密碼。試想一般掃描機器的晶片若是以 μs 為時間單位，那代表只要掃描 256 次就有可能猜中你家鐵捲門的密碼，只要花費 $1\mu s * 256 = 256\mu s$ 即可，若是加上晶片處理其他的功能，相信若是給歹徒很短的時間便可以破解，並開啟你住家的鐵捲門或是汽車。

三、藍芽通訊：

目前可見於各項電器用品，保密性相當足夠，唯一較不便之處是距離只有 10m，但都是應用於手機以外的用途，即使在手機應用也都是以藍芽耳機為主，其他都是利用藍芽晶片做所謂的伺服器與客戶(Server Client)開發，自從 Android 系統 2.0 版後，藍芽通訊為標準配備，但是用來開發的產品還是寥寥可數，於是興起此一念頭，將手機與遠端藍芽晶片搭配，達成遠端監控的功能。而設計此一系統，相信移植到其他無線網路介面應該是相當容易，再者 Android 軟體(App)下載相當容易，再將遠端硬體標準化，相信在此節能省碳的年代可以盡一份心力。

參、研究設備及器材

表 1 研究設備與器材

編號	設備及器材	規格	數量	備註
1	電烙鐵	40W	2	
2	烙鐵架		1	
3	吸錫器		2	
4	錫油		若干	
5	錫錫		若干	
6	個人電腦		2	
7	電源供應器	DC5V	2	
8	電源供應器	DC7.5V	2	
9	電源供應器	DC9V	2	
10	藍芽晶片模組	2.4GHz	2	
11	Arduino 電路板	ATMEGA328	10	
12	手機	LG-P350	2	
13	穩壓晶片	LM7805	10	
14	二極體	1N4001	20	
15	IC 腳座	28PIN	20	
16	IC 腳座	18PIN	20	
17	按鈕開關	8mm	20	
18	按鈕開關	TACT SW	20	
19	LED	5"紅色	20	
20	電源插座	公座	20	
21	電源插座	母座	20	
22	振盪晶體	16MHz	20	
23	振盪晶體	8MHz	20	
24	電容	22P	20	
25	電容	0.1uF	20	
26	電容	10uF	20	
27	牛角座	10PIN	20	
28	端子	2PIN	20	
29	通訊晶片	MAX232	5	

30	可變電阻	5K	10	
31	電阻	220Ω	10	
32	電阻	1kΩ	10	
33	電阻	10kΩ	10	
34	RS232 接頭	DB9 母座	10	
35	螺絲		10	
36	銅柱	3mm	10	
37	杜邦線	1PIN	20	
38	杜邦線	2PIN	20	
39	杜邦線	4PIN	20	
40	繼電器	6V	5	
41	電池	6V	5	
42	萬用電錶		2	

肆、研究過程或方法

一、系統架構

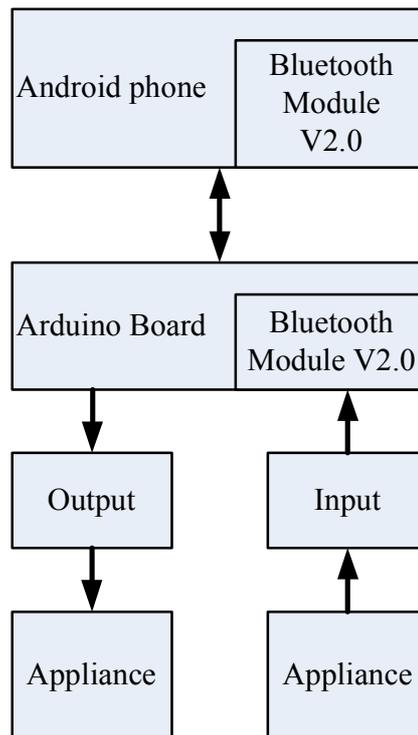


圖 1 系統架構圖

圖 1 為本專題的系統架構圖，我們準備的手機，作業系統為 Android2.2，藍芽功能為 v2.0 版，因為 Android 作業系統只提供藍芽功能的副程式(Java 的物件)，因為無法內建客製化藍芽的程式，只能由程式設計師開發出特有的程式，同時也利用 AppInventer 協助開發。

人機介面往往是開發者與使用者很重視的一環，但是開發過程相當繁瑣，所以一般都是著重在系統整合的部分，至於人機介面部分就只能實現很簡單的功能，但如此卻無法達成完整的功能。撰寫人機介面是一項浩大的工程，大都是採用個人電腦實現，但是缺點相當的多。若是採用嵌入式的系統(8051、AVR、ARM7...)，成是門檻相當的高且維護不易，此外也有提倡 PDA 或是 Windows CE，但是使用者卻無法穩定性增加。直到 Android 作業系統出現後，其開放式架構，使得程式設計師可以更專注在控制方面，人機介面則變得更加容易呈現。

藍芽裝置早已用於手機內，最常見就是藍芽耳機，Android 在 2.0 的 SDK 可支援藍芽 API，我們就以 2.0 版本為基礎，開發此一專題之功能。底下是製作的流程。

- (一)Android 手機在 2.0 以後版本便支援藍芽功能，且提供完整的藍芽 Java 物件供程式設計師使用。
- (二)首先將手機設定成所謂伺服端(Server)，接受遠端的藍芽晶片連接，當連接成功後則會建立一個通道(RFCOMM：一種類似 RS232 的介面信號)用以傳輸資料。
- (三)遠端定義為客戶端(Client)，我們使用藍芽晶片為 2.0 版本，用以連接伺服端，接收伺

- 服端所傳送資料，以便送至 Arduino 電路板，進而驅動後端輸出與輸入的電路。
- (四)因為需要處理客戶端(遠端)藍芽晶片的信號，我們採用目前最流行的 Arduino 電路板，其內建的晶片為 ATmega328L，功能強大足以寫入 30KB 的程式(另外的 2K 是 BootRom)，而且語法也是簡化版的 C 語言，對於單晶片的使用者更加友善。
- (五)輸入端採用實際的 4 個開關輸入，輸出則是由 10W 燈泡 4 個，如此模擬真正家電的操作，若是確實可行將可以移植到其他家電的使用。

二、藍芽通訊的原理及基本架構

在 Android 平台上大致上並沒有內建專門的藍芽傳輸軟體，若是要在 Android 手機上和其他藍芽裝置傳輸資料或是檔案，則可以在 Android Market 上搜尋 Bluetooth 的關鍵字，可以找到一些不錯的藍芽相關的控制軟體，但是本專題只是傳送資料而且都是客製化功能，只能自己實作而無法從 Android market 找到適合的軟體。

Android 作業系統提供了藍芽通訊 Bluetooth API 物件，允許使用採用藍芽無線通訊方式來和其他藍芽設備互相交換資料。藍芽通訊可以設定配對的設備間通訊或在廣大藍芽無線通訊環境中尋找可以連接的其他藍芽設備。

使用 Android 藍芽通訊 Bluetooth API，Android 應用程式可以執行下列功能：

- (一)掃描其他藍芽設備。
- (二)查詢當地的藍芽連接端，進而配對藍芽設備。
- (三)建立 RFCOMM 協定管道。
- (四)經由發現藍芽設備所列表的項目來連接其他藍芽設備。
- (五)和其他藍芽設備互相傳遞資料
- (六)管理多工藍芽連接。

使用 Android 藍芽通訊 Bluetooth API 來完成藍芽通訊需要實作下列 4 個重要步驟：

- (一)設定藍芽通訊。
- (二)發現藍芽設備，可以配成一對查詢本地的其他藍芽設備。
- (三)連接藍芽設備。
- (四)藍芽設備彼此間傳遞資料。

所有 Bluetooth API 都可以在 android.bluetooth 封包找到。當您建立藍芽通訊連接時，Android 作業系統提供許多功能供您使用，底下介紹一些必要的類別。

(一)BluetoothAdapter：

代表當地的藍芽設備，BluetoothAdapter 是藍芽設備彼此間互動的入口，使用 BluetoothAdapter 您可以發現其他藍芽設備，查詢到已配對的藍芽設備，使用已知的 MAC(一般來說是一個獨一無二的 16 位元的 12 個數字地址，以冒號隔開，

例如：00:00:00:00:00:00)，實作與一個 BluetoothDevice 或建立一個 BluetoothServerSocket 來監聽其他藍芽設備的通訊信息。

(二)BluetoothDevice：

代表遠端的藍芽設備，使用 BluetoothDevice 經由 BluetoothSocket 請求和遠端藍芽設備建立一個連接，或查詢關於與端藍芽設備的資訊，譬如設備名稱、MAC(Media Access Control)地址、類別和互連狀態。

(三)BluetoothSocket：

代表藍芽連接的介面(類似 TCP Socket)，這個介面允許應用程式可以透過 InputStream(Java 資料輸入傳遞物件)和 OutputStream(Java 資料輸出傳遞物件)含其他藍芽設備互相傳遞訊息。

(四)BluetoothServerSocket：

代表一個開放的服務介面，可以監聽遠端藍芽傳進來的請求。為了兩個藍芽設備建立一個通訊管道，其中一個藍芽設備一定要用 BluetoothServerSocket 類別打開一個服務介面。當遠端藍芽設備請求建立一個連接時，請會被接收且建立一個 RFCOMM 通道，BluetoothServerSocket 會回覆一個 BluetoothSocket 藍芽介面訊息。一般而言，以伺服器端與客戶端(Server/Client)為例，BluetoothServerSocket 就是所謂伺服器端，BluetoothSocket 就是所謂客戶端。

(五)BluetoothClass：

提供一般藍芽設備的特性和功能，只定義主要和次要設備的類別和服務屬性。

定義藍芽通訊 Bluetooth 與可權限 Permission：

為了應用程式可以使用藍芽通訊功能，您必須要宣告 Bluetooth 權限和 Bluetooth admin 許可權限。一般的 Android 手機都會內建藍芽晶片，但為了要能執行藍芽通訊功能，您必須請求 Bluetooth 許可權限，譬如請求連接、接受連接和傳遞資料。

三、建立藍芽通訊(以 Android 手機實作為例)

我們分成 4 個實驗步驟及 1 個範例來實現藍芽監控遠端的功能：

(一)設定藍芽通訊

- 1.取得 BluetoothAdapter。
- 2.啟動藍芽通訊。
- 3.實驗結果(experimental Result)，如圖 2 所示。



圖 2 設定藍芽通訊

(二)發現藍芽設備

1. 查詢配對連接(Querying Paired Devices)
2. 發現連接(Discovering Devices)
3. 啟用發現特性(Enable Discoverability)
4. 實驗結果(experimental Result) ，如圖 3 所示。



圖 3 發現藍芽設備

(三)連接藍芽設備

1. 伺服器端連接(Connecting as a Server)
2. 客戶端連接(Connecting as a Client)
3. 實驗結果(experimental Result) ，如圖 4 所示。



圖 4 連接藍芽設備

(四)管理藍芽設備

呼叫 `InputStream` 和 `OutputStream` 來傳遞資料，分別呼叫 `getInputStream` 和 `getOutputStream` 方法來達成。

呼叫 `read(byte[])`和 `write(byte[])`來讀寫資料。

(五)藍芽通訊範例(藍芽聊天室)

利用以上的概念，試寫底下藍芽聊天室軟體，本專題的目的在傳輸資料，一般時下的藍芽程式都是在傳輸檔案，而不是資料傳送，如果可以實現兩端資料傳送代表手機的程式無誤，再者就可以測試時遠端的單晶片程式是否無誤，這是一般的韌體時做測試方法，否則兩端都不知是否正確無誤，當發現問題很難斷定哪一端出現問題，聊天室是最好測試程式的方式，因為聊天室所實現的方式就是所謂傳送跟接收資料。簡述聊天程式撰寫流程如下：

- 1.掃描藍芽裝置如圖 5。
- 2.詢問週遭藍芽裝置並請執行藍芽裝置配對。
- 3.建立 RFCOMM 通道。
- 4.連接遠端裝置。
- 5.傳輸資料到其他藍芽裝置如圖 6。

完成結果如圖 7 所示。



圖 5 掃描藍芽裝置

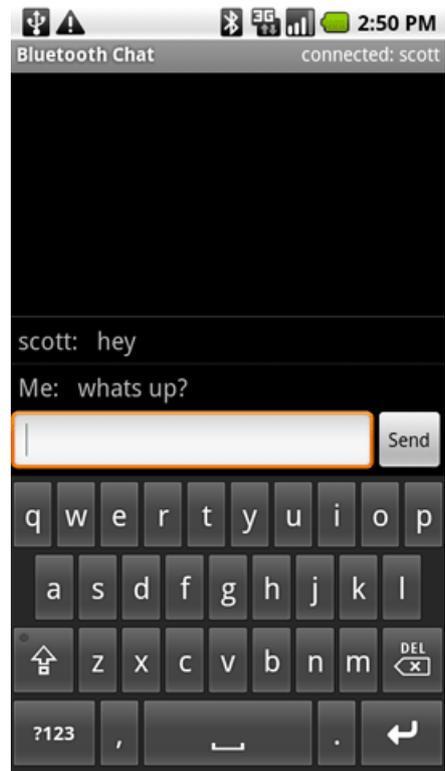


圖 6 傳輸資料到其他藍芽裝置



圖 7 藍芽聊天室

四、Arduino 驅動板實作

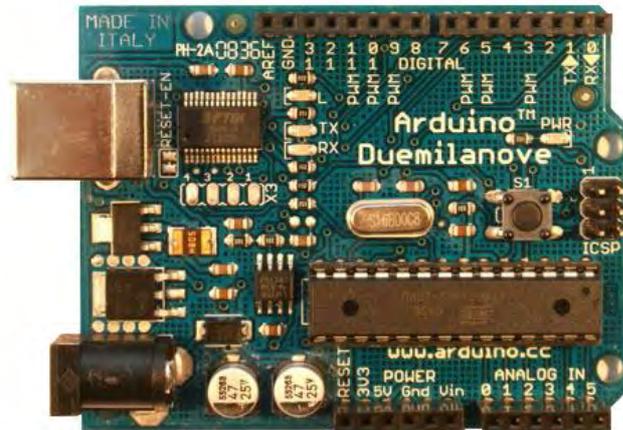


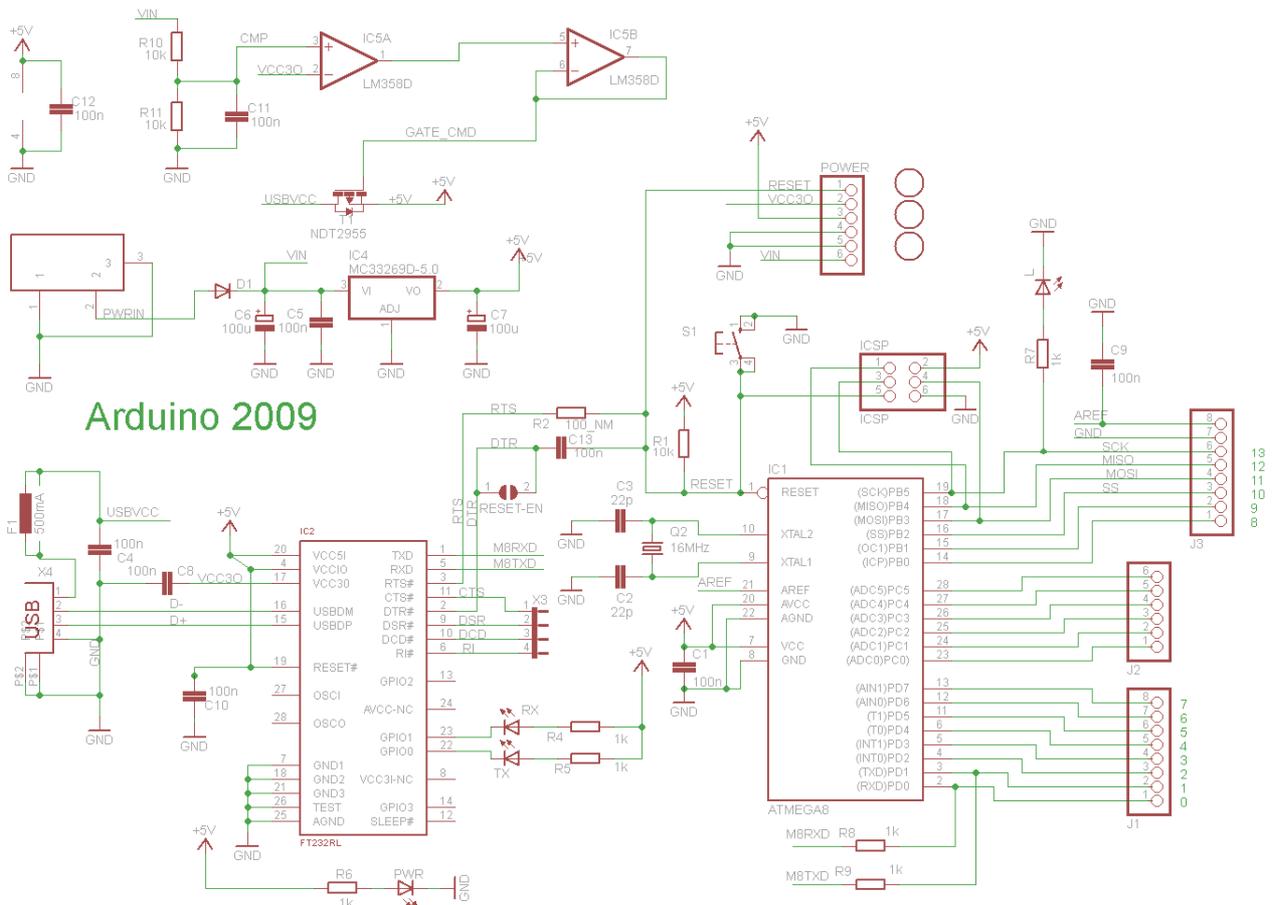
圖 8 Arduino Duemilanove 電路板

AMTEL 公司生產的 ATmega 晶片一直廣為單晶片使用者的好評，雖然開發工具於網路隨處可見，但是使用上還是有一定的門檻，因此 Arduino 公司基於二次開發，將原本的 ATmega 晶片開發工具改善得更加人性化，誠如其網路首頁所述，Arduino 一個開放資源的模型，彈性架構及提供免費且易於使用的軟體。使得使用者可以與 ATmega 晶片更加親近。它也試圖讓一些非相關科系人士更加容易進入此一開發的環境。我們採用為 Arduino Duemilanove 版本如圖 8 所示。

Arduino 可以察覺環境的變化，藉由不同的輸入感測器訊號，進而改變控制燈光、馬達或是其他驅動器。板子上的單晶片可以利用 Arduino programming language 直接執行燒錄或是在編譯環境執行程式。Arduino 開發的專案可以獨立運作也可以與電腦經由軟體連結溝通，也像其他單晶片一樣的方便。

因為是開放式的架構，所以他的電路可以很容易取得，也可以經由下載 CAD(Computer assistance Designed)檔案，來增減設計自己的電路相當方便，圖 9 為 Arduino Duemilanove 電路圖。Arduino 公司的網址為 <http://arduino.cc>。

本專題規畫 4 個輸入及 4 個輸出，故採用腳位 10-13 為輸出，腳位 6-9 為輸入。



Arduino 2009

圖 9 Arduino Duemilanove 電路圖

五、遠端藍芽晶片模組



圖 10 藍芽晶片模組

本藍芽晶片模組是採用 CSRBC417143 晶片如圖 10 所示，工作頻率為 2.4~2.48GHz，傳輸距離為 20~30m 資料傳輸格式為串列訊號，工作速率為 4800~1,382,400dps，工作電壓為 +3.5~+8VDC。其中有兩個 LED 燈 STATE 和 LINK，用來顯示工作狀態(STATE)跟連接狀態(LINK)，其中 STATE 狀態高電位為 104ms，週期為 342ms，閃爍為 2.9Hz，連接狀態高電位為 104ms，週期為 2s，閃爍為 0.5Hz。另外指撥開關可以設定工作狀態，LED OFF 可以關閉 LINK 進入省電模式，AT Mode 可以使模組進入 AT 指令模式，通過 AT 指令可以修改串列速率及改變藍芽晶片為伺服端或是客戶端。

六、輸出與輸入電路實作

因為只驗證手機藍芽裝置發出信號，再由遠端藍芽裝置接收訊號，經由串列訊號傳導至 Arduino 電路板，之後經過輸出與輸入電路，此時手機便可以呈現實際電能消耗情況。相關電路如圖 11 及圖 12 所示。

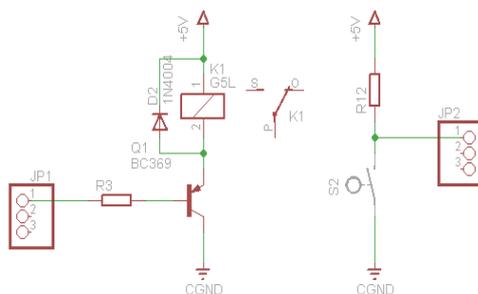


圖 11 輸出輸入電路



圖 12 輸出輸入實際電路

伍、研究結果

從研究結果可以知道，由手機的藍芽模組發射電波到遠端的藍芽模組晶片，確實可行。因為遠端確實可以執行偵測開關的動作及控制燈泡亮滅等。訊號的接收也是相當穩定。圖 13 手機之操控介面。



圖 13 手機操控介面

陸、討論

本專題有幾項待改進的部分，首先是手機搜尋遠端藍芽模組太久，此一部分經觀察後發現，藍芽晶片也有不大穩定的狀態，再者軟體部分目前正在修改程式，讓手機搜尋到指定的藍芽模組就停止搜尋，以免浪費時間也達到省電功能。其次是整個手機介面沒有到達美化作用，希望在利用往後的時間修正式。

柒、結論

從實驗結果發現，本專題利用藍芽裝置確實可行達到監控的功能，因此可以進一步將程式移植到 WIFI 及 3G 上。往後之加強功能分成輸出及輸入部分。

輸出部分：「無段變速」則可以利用遠端控制晶片的類比數位介面(A/D)，去控制電力用電晶體(MOSFET 等)達到線性控制的目的。

輸入部分：目前已經可已監控家裡的電器使用狀態，若是可以加上相關電能分析，可以提供用戶判斷是否該減少不必要的能源損耗達成節能省電的功能。

捌、參考資料及其他

一、中文部分

【一本書】

郁文工作室, 嵌入式 AVR 程式設計, 全華圖書,2004.

海濤, ATmega 系列單片機原理及應用-C 語言教程, 機械工業出版社, 2008.

吳亞峰, Android 核心技術與實力詳解, 電子工業出版社, 2010.

郭宏志, Android 應用開發詳解, 電子工業出版社, 2010.

林城, Google Android 應用程式開發實戰, 碁峰資訊股份有限公司, 2011.

鍾政欣, Android 2.X 應用程式開發經典, 碁峰資訊股份有限公司, 2011.

二、英文部分

【一本書】

Franco, Design with Operation Amplifiers and Analog Integrated Circuits, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1998.

Franco, Design with Operation Amplifiers and Analog Integrated Circuits, 3rd ed., McGraw-Hill, New York, 2002.

ATMEL , Microcontroller with 8K bytes In-System Programmable Flash ATmega8(L) Data Book.
<http://www.atmel.com>.

Arduino , <http://www.arduino.cc>.

【評語】 091012

1. 本作品的目的係以利用 Android 手機介面，達到居家之電源監控的功能。
2. 本作品經由藍芽設備、Auduino Duemilanove 硬體電路板及軟體執行程式設計，把多項居家監控情況顯示在個人電腦或手機上，主題創意甚為理想。
3. 本作品三位作者對於系統研究的分工非常明確並充分發揮團隊精神。
4. 本作品所需研究設備及器材如個人電腦、電源供應器、藍芽晶片模組、Android 電路板、通訊穩壓晶片、LED 燈、振盪電晶體及手機等，其總經費偏高。