

龍華科技大學

電機工程系碩士班
碩士學位論文

無線智慧型節能開關之研製
Development of Wireless Smart
Energy-saving Switch Module

研究生:李奇峰

指導教授:張博綸 博士

中華民國 101 年 7 月

龍華科技大學

碩士學位考試委員會審定書

本校 電 機 工 程 系碩士班 李 奇 峰 君

所提論文 無線智慧型節能開關之研製

經本委員會審定通過，特此證明。

學位考試委員會

委 員： 鄭 慕 德

李 建 南

謝 飛 虎

王 漢 堃

張 博 綸

指 導 教 授： 張 博 綸

系主任（所長）： 陳 逸 謙

中華民國 101 年 7 月 18 日



摘要

論文名稱:無線智慧型節能開關之研製

頁數:74

校所別:龍華科技大學

研究所:電機工程系碩士班

畢業時間:100 學年度第 2 學期

學位:碩士

研究生:李奇峰

指導教授:張博綸 博士

關鍵詞:智慧家庭, Wi-Fi, 無線, 節能, 開關

現在的社會發展迅速，在忙碌生活的龐大壓力之下，大家都希望回到家中可以達到完全放鬆的效果，因此智慧屋的需求大大的增加，而在二十一世紀能源短缺的後石化時代，如何節能成為大家熱烈討論的議題；因此本篇綜合這兩項目前大家熱烈討論的話題，提出了無線智慧型節能開關模組。

本篇論文以開關盒為主要出發點，使用了智慧型手機與單晶片利用無線傳輸的方式來建構出我們的無線智慧型節能開關模組，該模組可以直接放入開關盒中，由於它是無線的關係，所以不需要額外牽線，因此完全不會改變家中的裝潢；無線傳輸方面，由於考慮到目前的家庭結構(雙薪家庭)，大多數父母不常在家，因此運用了網際網路(Wi-Fi、3G 或有線網路)的傳輸，並與富鈞開發公司合作，利用網頁伺服器來達成使用者可以隨時遠端監控的目的，讓使用者可以利用桌電、筆電甚至平板電腦或手機，同時在近端的部分也利用了藍芽與 Wi-Fi 的傳輸，結合時下流行的智慧型手機的 APP 應用程式，來達成簡易操作本系統之功能；而在節能方面，由於所有的家電設備，必定會經過家中的插座，因此本篇論文以開關為主要的改善要點，並結合開關模組來達到無線手動控制與自動控制，在自動控制方面有狀態控制、與時間控制的功能來達到節能的效果。

本篇論文中成功地做出體積較小並可簡單加入開關盒之模組，可輕鬆在家中加入模組且不會更動原有的裝潢，並且可以利用多種傳輸模式進行手動與自動的操控方式來達到節能之效果。

Abstract

Title: Development of Wireless Smart Energy-saving Switch Module

Pages:74

School: Lunghwa University of Science and Technology

Department: Department of Electrical Engineering

Time:2012/07

Degree: Master

Researcher: Chi-Feng Lee

Advisor: Dr. Po-Lun Chang

Keywords: Smart home, Wi-Fi, wireless, energy-saving, switch

In promptly development in modern society, People are under considerable pressure of busy life, they would like to go back warm and lovely home, and disburden the original identity, relax, and make themselves at home. Therefore, Smart House is needs for current people. The shortage of natural resource is in 21 century of later period of petrification industry. People discuss about how to save natural resource and landscape the environment which is popular. Hence, this article combines these two topics which are popular. Because of this, we supply wireless smart saving resource switch gear for people.

This essay is mainly beginning of switch box. It takes advantage of way of wireless transmission to construct out of our wireless smart saving switch model by using smart phone and MCU. You can directly put this model inside switch box, owing to ways of wireless and you don't also need to connect another twisted pair. Therefore, you don't worry about what it'll change or redecorate your house.

In wireless transmission way, we consider most of current family organization (Double-salary Family) who are not often stay at home, therefore we make use of transmission of the Internet (Wi-Fi, 3G or wired Internet), develop and cooperate with Ecotech Engineering Co., Ltd. They make use of this website server to help user to achieve the goal of long-distant supervision anytime. The users also can achieve via desk-top computer, Laptop even table PC or cell phone. At the same time, in short-distant part, we also use the transmission of Bluetooth and Wi-Fi to achieve this function of brief operation system via combining APP application program of popular

smart phone.

In saving part, Due to all house appliances, it must through by outlet. Therefore, this essay is talking about the main point of improvement of switch. At the same time, it also combines the switch model to achieve wireless manual manipulation and auto manipulation. One of manipulation way is auto manipulation. It has manipulation of condition and timing manipulation to accomplish function of saving efficiency.

In this essay, we success to design the small model with brief switch box, it can be easy to increase model at home and it cannot remove original decoration. It can also take advantage of multiple transmission models to process manual and auto manipulation way to accomplish efficiency of saving.



誌 謝

研究所的兩年時光很快就要結束了，在這期間受到了許多人的提攜與照顧，雖然過程不是非常的順遂，但也是因為這些歷練才會有所成長，本篇論文到最後可以順利的完成，必須感謝許多的人。

首先最該感謝的是我的指導老師 張博綸 博士，博綸老師不但對於我的研究方向提供了很大的幫助，對於整個研究更是全心全意的支持。除此之外，博綸老師不但是我在學業上重要的恩師，更加是我做人做事的典範，在許多做人處事上都對我諄諄教誨，使我在學業與做人處事的態度上都有十足的成長。此外，對於同時為我大學導師與本次口試委員的 謝飛虎 博士，謝老師從大學時代的細心照料，一直到研究所常常對我耳提面命，最後在口試時也提出了許多的意見讓本篇論文更加的充實與完整。同時也要特別感謝論文的口試委員 鄭慕德 教授、李建南 教授與王漢堃教授，在審閱本文的期間非常細心的提出許多寶貴的意見與指正，讓本篇論文更加的嚴謹與完善。對於各位師長的幫忙與指導，學生一定銘記在心。

其次，在這兩年的期間中，也非常感謝學長、姊、同學與學弟妹與系助映庭的幫忙與陪伴。學長 翁煒翔、王健行與彭元毓；同期的同學瑄宏、逸洋、俊偉以及學弟妹們，君翰、忠旻、海晨、建良、桂禾、皓翔、達隆、育綺、毅堅、凱威、紹溥、成業、浩雲、健祥、俊瑩，很高興與各位一起成長，一起互相扶持，也因為有各位，才讓我這兩年過得多采多姿、充滿回憶。

最後，感謝我最溫暖的家人，尤其是最辛苦的父親，讓我可以在这兩年無後顧之憂的努力學業，對此充滿了感恩，僅讓我將完成碩士學位的這份榮耀與喜悅感獻給親愛的家人們，藉此機會表達最真摯感謝的心，同時也再次感謝所有曾經幫助過我的師長、同學及朋友們，祝大家永遠健康、快樂。

目 錄

摘 要	i
Abstract.....	ii
誌 謝	iv
目 錄	v
表目錄	viii
圖目錄	ix
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機與目的.....	2
1.3 論文貢獻.....	3
1.4 研究架構.....	3
第二章 文獻探討與背景介紹.....	4
2.1 文獻探討.....	5
2.2 智慧型節能家庭.....	7
2.2.1 智慧型節能家庭簡介	7
2.2.2 智慧型節能家庭的基本結構	8
2.3 待機電力簡介.....	10
2.3.1 各國待機電力之定義	10
2.3.2 各國待機電力之標準	12
2.4 傳輸種類.....	16
2.4.1 紅外線傳輸	16
2.4.2 射頻傳輸	17
2.4.3 藍芽傳輸	18
2.4.4 ZigBee 傳輸.....	19
2.4.5 Wi-Fi 傳輸	21
2.4.6 傳輸方式之評斷	24

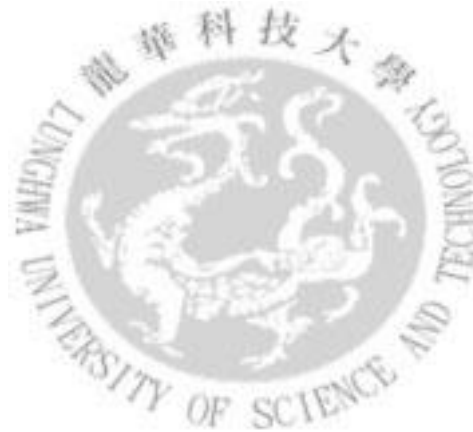
2.5 開發工具.....	25
2.5.1 Arduino IDE.....	25
2.5.2 HTML.....	27
2.5.3 Android	29
2.5.3.1 Eclipse.....	32
2.5.3.2 App Inventor	32
第三章 系統架構.....	39
3.1 前言.....	39
3.2 硬體架構.....	40
3.2.1 硬體架構方塊圖	40
3.2.2 硬體架構電路圖	41
3.3 軟體架構.....	44
3.3.1 整體系統架構	44
3.3.2 遠端控制系統	45
3.3.2.1 遠端控制架構圖	46
3.3.2.2 遠端控制系統流程圖	47
3.3.3 近端控制系統	48
3.3.3.1 近端藍芽控制	48
3.3.3.2 近端 Wi-Fi 控制	50
3.4 系統功能.....	52
3.4.1 一般控制系統	52
3.4.1.1 一般控制系統架構圖	52
3.4.1.2 一般控制系統流程圖	53
3.4.2 狀態控制系統	54
3.4.2.1 狀態控制系統架構圖	54
3.4.2.2 狀態控制系統流程圖	55
3.4.3 時間控制系統	56
3.4.3.1 時間控制系統架構圖	56
3.4.3.2 時間控制系統流程圖	57
3.4.4 緊急機制	58

第四章 實驗與分析	59
4.1 前言	59
4.2 硬體功能測試.....	59
4.3 無線控制測試.....	62
4.4 節能效果測試.....	65
第五章 結論與未來展望	71
5.1 結論.....	71
5.2 未來展望.....	71
參考文獻	72



表目錄

表 2.1 影音產品類標準	13
表 2.2 資訊產品類待機標準	14
表 2.3 其他類產品待機電力標準	15
表 2.4 802.11x 系列標準	22
表 2.5 傳輸方式對照表	24
表 2.6 Arduino 一般快捷鍵	26
表 2.7 Arduino 串列埠快捷鍵	27
表 4.1 待機消耗功率	69



圖目錄

圖 2.1	無線智慧型節能開關之基本結構	8
圖 2.2	典型之智慧型模組之應用	9
圖 2.3	日本節約能源中心之待機計算方式	11
圖 2.4	二十世紀以來無線通訊系統之發展	17
圖 2.5	HTML 範例	28
圖 2.6	Android 作業系統的主要架構和元件	29
圖 2.7	Data collected on July 5, 2011	31
圖 2.8	Data collected on July 5, 2011	31
圖 2.9	Eclipse 開發環境.....	32
圖 2.10	個人專案檔案	34
圖 2.11	App inventor Designer 設計師	34
圖 2.12	元件開發庫與開發設計區	35
圖 2.13	應用元件區與元件屬性設定區	36
圖 2.14	App inventor Blocks Edit 圖塊編輯器	37
圖 2.15	模擬器宣告	37
圖 2.16	Android Phone 模擬器開機與使用畫面	38
圖 3.1	本論文之系統架構	39
圖 3.2	硬體架構方塊圖	41
圖 3.3	降壓電路	41
圖 3.4	單晶片電路	42
圖 3.5	繼電器電路圖	43
圖 3.6	傳輸模組電路	44
圖 3.7	整體系統架構	45
圖 3.8	遠端控制架構圖	46
圖 3.9	遠端控制的系統流程圖	47
圖 3.10	近端藍芽控制架構圖	48

圖 3.11 近端藍芽控制系統流程圖	49
圖 3.12 近端 Wi-Fi 控制架構圖	50
圖 3.13 近端 Wi-Fi 控制流程圖	51
圖 3.14 一般控制系統架構圖	52
圖 3.15 一般控制流程圖	53
圖 3.16 狀態偵測架構圖	54
圖 3.17 狀態控制流程圖	55
圖 3.18 時間控制系統架構圖	56
圖 3.19 時間控制流程圖	57
圖 3.20 緊急機制示意圖	58
圖 4.1 藍芽模組(HL-MD01A-C1).....	59
圖 4.2 Wi-Fi 模組(Arduino WiFi Shield V2.0).....	60
圖 4.3 繼電器與主控 IC 整合電路板	60
圖 4.4 電源電路(110V 轉 5V)	61
圖 4.5 將模組加入開關盒中	61
圖 4.6 加入模組後之開關盒外觀	62
圖 4.7 使用者介面網頁版外觀	62
圖 4.8 網頁版之家電選擇與時間控制	63
圖 4.9 使用者介面手機版	64
圖 4.10 手機版之時間管理頁面	64
圖 4.11 模組通電尚未啟動時之功率消耗與相關資訊.....	65
圖 4.12 模組通電已啟動時之功率消耗與相關資訊	66
圖 4.13 印表機開機後之功率消耗	67
圖 4.14 印表機待機時的功率消耗	67
圖 4.15 電腦剛開機時之功率消耗	68
圖 4.16 電腦待機功率消耗	68
圖 4.17 一般電鍋接上插頭未使用之功率消耗	68
圖 4.18 節省之能源	70

第一章 緒論

1.1 研究背景

近年來隨著科技的進步及智慧型家庭和自動化科技蓬勃發展，寬頻網路、行動電話與 3G 上網日漸普及，使得人們原本的生活方式逐漸的在改變，朝向資訊化並且更便利的智慧生活，已成為未來必然的趨勢[7、3、37]。

智慧型家庭的涵蓋範圍很廣，而其中藉由各種無線通訊設備來增加使用者在使用上與開發者在開發時的多樣性是最主要同時也是大家現在努力研究的部分，智慧型家庭就是希望透過各種感應器或智慧裝置來與家中的家電或資訊設備利用自動控制的方式做統合[21、25]，使得人類能夠進入一個更加人性化與智慧化的生活型態，然而，什麼是智慧化的生活型態呢？就是希望未來的人類能在自己所居住的環境中，可以包含了自動化、安全性以及娛樂的性能等等不同的功能。在狹義的說法來說，必須是擁有自動化的家庭系統，來將家中的電器與生活相關的設備等等設施加以整合，才可以算是智慧型家庭，而在廣義的來說，只要可以讓你我的生活都更加便利的任何一個自動化家電，都可以讓你我的家稱為智慧型家庭。

近年來許多智慧型家庭的議題不斷的被拿出來討論，從以前比較舊型的本地端控制的簡單控制，利用紅外線傳輸[36]或是 RF 傳輸[33]來做為傳輸做為對單一元件做控制，屬於要在欲控制的物件附近的位置，大多利用 RF 或是紅外線的傳輸方式，RF 在無遮蔽物的情況下最佳的距離大約為 100 公尺的範圍[10]，若是紅外線則最佳距離只有 2.5 公尺左右，並且為不可有遮蔽物的直線距離[12]。以上這類舊式的物件控制，為智慧家庭的基礎，但已經不太適用於現代的智慧家庭之中。

目前較新的做法為，利用多個感應器來檢測許多生活上會遇到的事件，如：溫度感測，或去檢視使用者所需要的事件，在將感應器所接收到的訊息傳送到一個或多個單晶片(MCU)，甚至是結合電腦主機做整合，來達到更加符合人性化的智慧型家庭。目前大家所使用的傳輸設備最多的是以 ZigBee 來做傳輸，接著是以 RF 做為傳輸的媒介，最後還有以價格較高的藍芽[35]做為傳輸媒介的系統；而在智慧屋中常使用的感應器有：溫度感應器、光線感應器、二氧化碳感應器、人體感應器等等的感應器，藉由這些不同感應器的測量來達到讓 MCU 達到符合人性的

需求，甚至有的還會加入大眾的習慣，以統計多數人而獲得的時間加入 MCU 中加以控制，讓使用者可以簡化其操控上的複雜度。

1.2 研究動機與目的

現代人的家庭大多都是雙薪家庭，夫妻雙方都在外工作，不像早年的傳統家庭，能夠有個家庭主婦，可以在家查看家中的用電設備，就算是有個可以在家檢查的人，也是無法二十四小時隨時監看我們家中所有的用電設備，甚至有些也不清楚設備的運轉情況，更不用說要如何操作那些設備，假如是上了年紀的老人家，就又更加的搞不清楚狀況了。因此，如何讓用戶可以不在家時，有個裝置不會改變使用者現有的環境，又能幫住戶監控家中的設備，在外面隨時想看時又可以立即觀看與控制，甚至可以不太需要花腦筋就可以使用所有的設備，這是現代家庭所迫切需要的。

並且，大家想要的功能也越來越多，想要的功能越是繁多，所需要的感應器就更是無法減少，而在感應器越多的情況下，線路理所當然的就會變得複雜許多，如何讓我們的智慧屋可以偵測到各種不同的狀況，而又不需要太多線路上的問題，甚至家中可以看不到任何的線路是最好的，這是目前大家開始去探討的問題，也是本篇論文主要的目標之一。

1.3 論文貢獻

本論文所提出之，以開關為主要的著手方向所建構之無線智慧型節能居家環境，主要可歸納出以下四項貢獻：

- (1) 建構一個可以不改變環境外觀也不增加而外空間又便於安裝的創新硬體。
- (2) 與時下流行之智慧型手機做結合，增加使用上之便利性。
- (3) 可分為近端與遠端操控，可依不同需求做使用的多變性。
- (4) 可實際減少能源之消耗，具高度實用性。

1.4 研究架構

本論文主要分為五個章節，以下為各章節之內容概要：

第一章 緒論

主要在說明本篇論文的研究背景、研究動機目的與論文貢獻的介紹，並且在最後敘述本論文所有章節的內容概要。

第二章 文獻探討與介紹

整理探討本論文所用的相關方法與技術。包括 Android 的系統介紹、何謂 Wi-Fi 傳輸、何謂藍芽傳輸、何謂 RF 傳輸、何謂 Zigbee 傳輸、何謂紅外線感測、何謂超音波感測等等與本系統相關之技術介紹。

第三章 智慧型節能家庭之架構

主要在說明本論文所提出之「無線智慧型節能開關」之完整系統架構，並可分為軟體架構與硬體架構兩部分，分別加以介紹。

第四章 實驗結果分析

主要將本篇論文所提出之系統架構，與不使用其模組，在節能與使用上做完整的數據分析。

第五章 結論與未來展望

彙整本論文的研究結果並歸納出結論，做為未來研究的方向。

第二章 文獻探討與背景介紹

由 1972 年以來，由聯合國所召開的「斯德哥爾摩會議」對於環境生態議題進行了一連串的討論，其中提出了永續建築、綠建築、健康建築等等之意涵，如下：

- (1) 永續建築(SB, Sustainable Building 2000)：一個永續思考的操作事項像是建材、建築物、都市區域的尺寸大小並考慮其中的機能性、經濟性、社會文化和生態因素。未達到永續建築環境必須反映出不同區域性的狀態和重點以及建構不同的模型去執行(如全球性和區域性等的模型)。
- (2) 綠建築(GB, Green Building)：在經濟與環境兩個問題中有效率的利用僅有的資源並提出解決的方法，進一步改善生活的環境就是所謂的綠建築。.....綠建築最明顯的影響，就是使環境和經濟方面的關係達到一個平衡的狀態，這也就是永續經營的特點。
- (3) 健康建築(HB, Healthy Building 2000)：一種體驗建築物室內環境的方式，不僅包含物理測量值，如溫度、濕度、通風換氣效率、噪音、光、空氣品質等，尚需包含主觀性心理因子，如佈局、環境色、照明、使用材料等，另外加上如工作滿意度、人際關西等。一棟健康建築必須包含以上所有[1、27、32]。

直到現在 2012 年，雖然我們的環境並沒有改善到比之前還要好，但至少讓環境惡化的程度不再持續增加。現在該做的，除了繼續保持之外，更要持續努力在綠化與節能。本篇論文以此為宗旨竭盡所能在綠建築中的節能來做努力，並以所有電器能源的消耗處「開關」做為主要的改進方向來持續的努力，並建立一個智慧型節能家庭的節能系統。

本文所建置的系統，分為的兩大部分別需要用到的主要硬體是以 Arduino 為主體去做改變，並利用網頁的 HTML 來與 Wi-Fi 以及利用 Android 與智慧型手機的藍芽做結合，因此，下面也會為這些做詳細的說明。

2.1 文獻探討

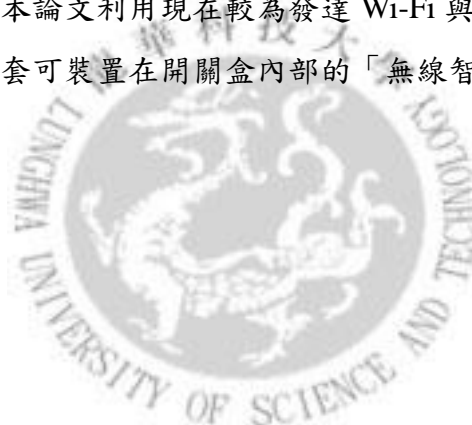
在 1970 年，地大物博的美國因石油輸出國組織(Organization of the Petroleum Exporting Countries, OPEC)規範禁止石油貿易，以及可能產生能源短缺與天然氣不足等問題之疑慮，使得美國開始全面正視「節約能源」這一項議題，而 1973 年的第一次石油危機不但使西方已開發國家經濟衰退，更加讓世界各國重視節約能源的重要，在第二次石油危機之後，使各國更加重視與檢驗其國內能源政策，例如：美國「節約能源法」、韓國和日本「能源利用合理化法」以及西德「建築物節約能源法」等等。國際之間在節能技術的發展與應用趨勢中，主要可以分成以下幾要要點：廢熱回收、高校與電動機/馬達的使用、待機電力之減量、照明燈具/光源的改善以及設計與管理之改善[1、8、14、15、20、25、27、30、31、32、37]。

在 1900 年代，義大利的古格利耶爾摩·馬柯尼(Guglielmo Marconi)發明一個可傳送與接收資訊的方法。利用電磁波可以不經過任何物體的連結做傳播的特性，將資訊從傳送機經由無線通訊方式送至接收機。此後，無線通訊變成高效率通訊的指標，馬柯尼也因此得到 1909 年的諾貝爾獎，也從此開啟了無線技術的先鋒。在無線通訊發展的前期，較熱門的是使用 FM、AM 收音機與 VHF 電視頻道等波段。國際組織把無線頻段劃分為很多頻段，各單位包括軍用設備、民用設備等，都有各自規定的頻道；在中期時，「手機」為一項非常重要的產品，1973 年，手機的發明人，也是著名摩托羅拉中的技術人員—馬丁庫帕，在紐約的街頭打了一通電話，引起大家的注目，1983 年第一代手機的類比式通訊系統 AMPS 開始，也就是現在大家所說的大哥大，之後第二代與第三代；直到近期，美國電器電子技術協會(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)與 1997 年制定了 IEEE 802.11 無線網路標準(wireless-LAN, WLAN)，主要目的是要讓各種符合該標準之無線網路設備能夠利用免費共享之 2.4GHz 頻帶傳遞無線訊號，來達到交換訊息的目的。而速度方面，也因為技術不斷的改良，由規範 802.11b 提升到 802.11a，之後又改良到現在的 802.11g 無線傳輸速率已從當初的每秒 2Mbps 提升至現在的 54M，未來更可能達到 100Mbps，以支援現在越來越豐富的網路多媒體傳輸。在另一方面，同樣興起並能夠與 IEEE802.11 相互抗衡的無線規格就是「藍芽(Bluetooth,BT)」了。與 802.11 相比，藍芽的傳輸距離較短，傳輸速度也比較慢，藍芽的傳輸距離是 10 公尺，速度只有每秒 1M Bits。但是藍芽跟 802.11 的市場是不同的， Wi-Fi

的主要目的是要讓多部電腦能夠同時無線上網，但是藍芽的發展是用來取代周邊有線連結的一種無線規格。目前藍芽應用的最大市場，其一是手機，其二為電腦周邊，如無線鍵盤滑鼠、無線耳機等等[5、6、7、8、10、11、12、21、22、25、33、35、36]。

智慧家庭是整合了自動化與建築兩種技術，自動控制技術的起源在工廠，目前呈現 DCS (Distributed Control System) 、PLC (Programmable Logic Controller) 與 PC-Based 控制器三大勢力共處，PLC 是其中占最大比例 45%，其次是 DCS 佔有 36%，而 PC-Based 控制器居末約為 19%，這三大系統分別有不同的市場定位，PLC 是屬於中型或中小型應用，DCS 則大多用在石化、造船等重工業的環境下使用，至於 PC-Based 控制器則是鎖定較為精密、複雜的控制系統，這三種系統在控制市場中均存在一段不短的時間了，並完成市場區隔[14、18、25]。

綜合以上的種種，本論文利用現在較為發達 Wi-Fi 與 BT，結合了節能與自動控制的功能，研製了一套可裝置在開關盒內部的「無線智慧型節能開關」。



2.2 智慧型節能家庭

自從工業革命以來，人類的經濟活動與能源需求提升，大量使用化石燃料，已造成大氣中二氧化碳等溫室氣體濃度急速增加，產生越來越明顯的全球增溫、海平面上升及全球氣候變遷加劇的現象，對水資源、農作物、自然生態系統及人類健康等各層面造成日益明顯的負面衝擊，許多的能源也因此被大量的消耗[20]，為了減少其中電力能源不必要的消耗，大家開始想要在綠化的方面做改善。

正所謂科技始終來自於人性，大家都想要輕鬆的過生活，不想要太多的思考與動作，因此，智慧屋就因應大家的需求而誕生了，其主要的功能就是減少大家生活上的麻煩，因此加入了許多自動化的方式，來便利大家的生活。甚至加入感應器來偵測使用者的動作，來自動完成使用者想要做的事情。

2.2.1 智慧型節能家庭簡介

「智慧型節能家庭」的概念，其主要的目的是希望能夠透過自動控制的方式與資訊家電產品作整合，讓使用者的生活更為人性化與自動化，並使大家的生活更加便利，同時利用感測器來偵測家中環境或是電器的使用狀況並加以控制，以達到節能的效果並更加的人性化。

現在市面上所有的智慧型系統，基本上都是利用一台主機或伺服器來做為主體，利用傳輸線或網路線連結，在一個固定的位置可以去控制特定幾個家中的電器設備，如果是比較近期一點的會有加入遙控器，可以在一定的距離之內可以無線控制，但是其方向性或是距離等等的都還是有一定的限制...等等的智慧型節能建築，例如：遠雄二代宅等等的都是很好的例子。

2.2.2 智慧型節能家庭的基本結構

本論文之智慧型節能家庭主要分為四大部分；首先，是可以讓我們知道使用者現在的情況與外面環境的感測介面；接下來，是整個系統大腦的單晶片(MCU)，以及相互之間傳遞資訊的傳輸介面與最後的控制介面。其基本結構如圖 2.1 所示：

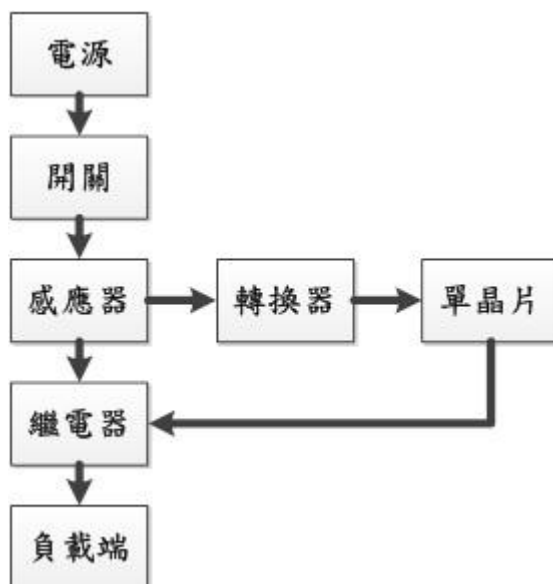


圖 2.1 無線智慧型節能開關之基本結構

此論文中的智慧型節能家庭所參考的基本結構在實際的應用上，會直接與室電做連接，當 START 鍵按下時 IC 會被初始化，同時兩個繼電器 RLY0 與 RLY1 會被激磁，而 IC 所提供的 PVDD 會提供繼電器一個自鎖的功能，使市電可以供家電使用，在 L_1 處可藉由感應器所偵測到的值來決定是否斷電以達到省電的效用，而在 L_0 則是藉由使用者所設定的時間來控制來決定是否斷電，避免不必要的浪費 [37]，如圖 2.2 所示：

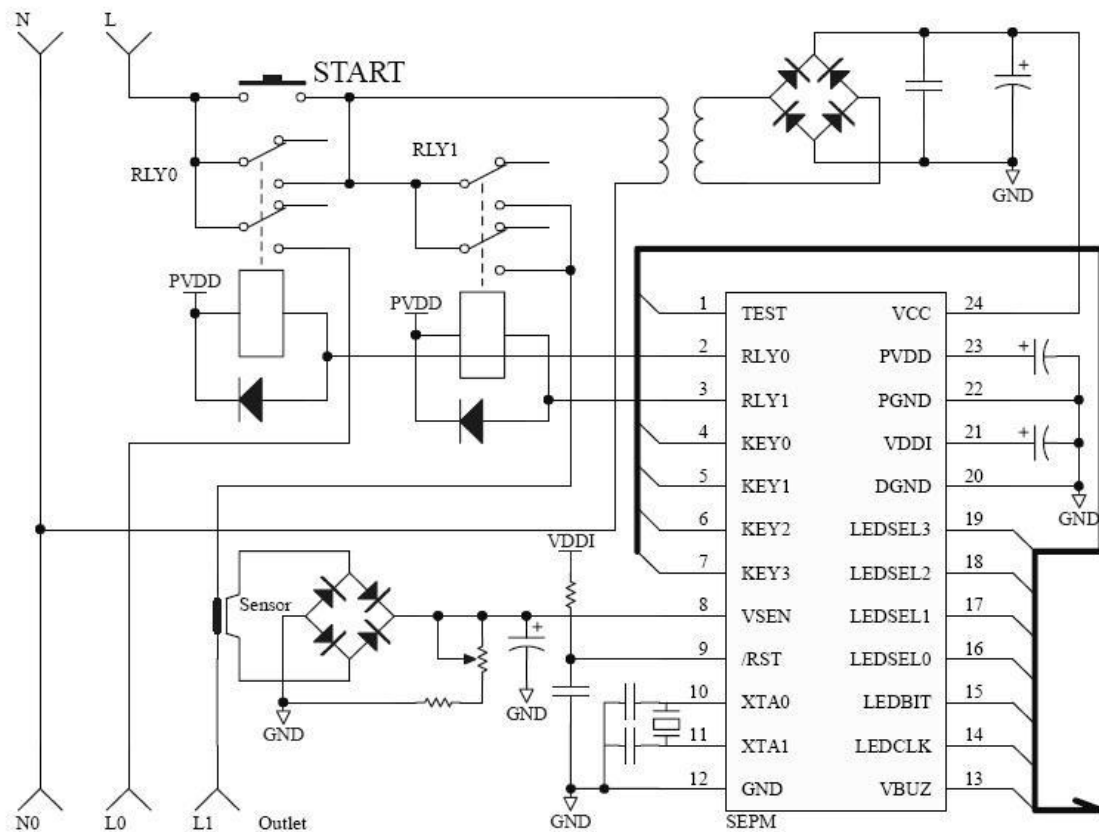


圖 2.2 典型之智慧型模組之應用

而本論文在硬體設備中，與他的差異在於：

- (1) 體積大大的縮小
- (2) 使用無線傳輸功能
- (3) 感應器數值更加便於設定。
- (4) 可同時使用量測電流的狀態控制與時間控制的線路，無須分開。
- (5) 利用遠端控制，並製作小型的控制鈕來避免緊急的特殊狀況。

2.3 待機電力簡介

許多人或許不知道，家中電器沒有開啟時也是會消耗電力，往往造成許多不必要的浪費，根據國際能源總署的調查，先進國家的家庭中待機電力的消耗，大約占家中總消耗電量的 3%~13%，對於一個不會產生益處的消耗來說，是非常可觀的一個數字，本章節將對各國對待機電力之定義與標準做詳細的說明[15]。

2.3.1 各國待機電力之定義

以往待機電力被稱為洩漏電力，而現在許多機構都將其定義為待機電力，但是各機構所定義的皆略有不同，有的著重在功能方面(例如：當設備切換到關閉(OFF)模式或並沒有執行其主要的功能)，有些除電子設備之外還包含了天然氣設備的指示燈、熱水器的保溫損失等等，也有些是用技術上的簡單定義(例如：設備連接至電源的最少消耗功率)。以下舉例國際能源總署(International Energy Agency, IEA)、國際電子、電機委員會(International Electrotechnical Commission)、澳洲國家機械與設備能源效率委員會(National Appliance & Equipment Energy Efficiency Committee, NAEEEEC)、美國能源部及日本節約能源中心分別對待機模式的定義。

其定義如下：

(1) IEA 的待機電力定義

IEA 的待機電力定義為，當在執行最少的功能所使用的最低功率，此定義包含所有典型需要持續連接電源的電子設備(除開啟和未接電源模式外，還有關閉模式(如等待遙控器啟動的等待接收模式)和執行某些功能的模式(如內建時鐘、定時或其他設定之記憶電路等))，若設備僅有開啟(ON)與關閉(OFF)兩種模式且關閉模式不會消耗任何功率則不包含在此定義之中[31]。

(2) IEC 的待機電力定義

設備再連接至電源之後，使用者無法將其完全關閉的最低消耗功率模式[30]。

(3) NAEEEEC 的待機電力定義

NAEEEC 將待機模式就不同的狀態分別來定義：

1. 關閉模式：

設備連接至電源但並未執行任何功能，假若設備含遙控功能，亦不能直接使用遙控裝置由關閉模式啟動。

2. 被動待機模式

被動待機模式(Passive Standby)，設備未執行其主要功能，但隨時待命切換至開啟模式(通常使用遙控裝置)或設備在執行其他功能(例如：顯示螢幕或時鐘)，當設備未在充電時此模式亦可使用電池來提供電源。

3. 主動待機模式

主動待機模式(Active Standby)是指設備為開啟模式，但並未執行其主要功能(例如：撥放影機已在開啟模式下，但卻沒有在錄影或放映) [26]。

(4) 美國能源部的待機電力定義

電子產品切換至關閉模式或未執行其主要功能所消耗的電力稱之。對電子產品而言，待機電力或待機消耗的能量一般分別使用瓦特(watt)及度(kwh)來表示 [29]。

(5) 日本的待機電力定義

日本財團法人皆曰能源中心重 1999 至 2004 年度，每年進行待機電力調查研究，考量調查的連續性，每年都採用相同之定義。

根據日本節約能源中心所做之定義，待機電力指的是家中設備在非使用之狀態下或等待任何指令過程中，所消費的一定電力。在此定義中所謂「使用狀態」，是指家電的主機能正處於運作中之狀態；「非使用」則是指使用狀態外之狀況；「主機能」，是指家電所提供之主要功能。待機電力發生時間，就是將家用設備接上插頭之時間扣除使用時間，是以待機電力發生時間之計算方式如圖 2.3 所示[2]：



圖 2.3 日本節約能源中心之待機計算方式

2.3.2 各國待機電力之標準

以下機構均有建議設備消耗待機電力的參數：能源效率器具團體(Group for Energy Efficient Appliances, GEEA)、美國能源局聯邦能源管理方案(Federal Energy Management Program, FEMP)、歐盟環保/花卉標章(EUEco-label)、NAEEEE、能源之星(Energy Star)、北歐天鵝(Nordic Swan)、和德國藍天使(Blue Angel)，依照影音產品與資訊產品及其他類區分，下表為影音產品類別各機構建議的待機電力消耗，電視機約 1~4 瓦，錄放設備約 1~3 瓦，機上盒約 1~15 瓦，音響設備約 0.3~4 瓦；下表 2 為資訊產品類別各機構建議的待機電力消耗，個人電腦約 2~5 瓦，監視器約 1~2.3 瓦，掃描器約 1~12 瓦，事務機約 1~3 瓦，列表機約 1~30 瓦，傳真機與影印機約 1~2 瓦，下表 3 為其他類別各機構建議的待機電力消耗，微波爐約 2~4 瓦，洗衣機、洗碗機、烘衣機約 1 瓦。

如表 1、2、3 所示：



表 2.1 影音產品類標準

	類別	影音產品									
	設備	電視機 (TV)	錄放設備 (VCR)		機上盒 (SET TOP BOX)				音響 (Audio)		手提音響 (Portables Personal Equipment)
待機電力各類標準	模式	SP	SP	SP	SP	SA	SP	SA	SP	SP	no-load mode
	GEEA	1W	1W	2.5W	1W		2W		1W	1W	0.3W
	NAEEEC		4W	4W	4W				4W		
	Energy Star	D:3W A:1W	1W	1W	4W	11W	3W		1W	1W	
	Nordic Swan	1W	2W		7W	15W			1W	1W	
	FEMP	1W	DVD: 1W VCD: 2W	3W					1W		
	Swiss ordinance	3W		3W							
	EU eco-label										
	Blue Angel	4W									
	備註		類比及數位	DVD 及錄影帶撥放器	電視撥放影機二合一及 DVD 路放器	數位解碼器	數位至類比轉換器		影音系統	單件影音設備	
SP : Standby passive ; SA : Standby active/low											

表 2.2 資訊產品類待機標準

	類別	資訊產品												
	設備	個人電腦 (PC)		監視器 (Monitors)				掃描器 (Scanners)		事務機 (Printer and Fax/Print Combination)		列表機 (Printers)		傳真機 (Fax Machines)
待機電力各類標準	模式	OM	SM	OM	SM	without USB	with USB	OM	low-power	OM	SM	OM	SM	SM
	GEEA	2W	5W	1W		2W	2.3W	1W	5W	1W		1W	30W	1W
	NAEEEC													
	Energy Star			1W	2W				12W					
	Nordic Swan							2W		3W		2W		
	FEMP	2W		1W				1W		2W		1W		
	Swiss ordinance											1W		2W
	EU eco-label			3W										
	Blue Angel											2W		
	備註									黑色或低階彩色噴墨影印機等等		高階彩色非噴墨、點陣印表機		
OM：Off mode ； SM：sleep mode														

表 2.3 其他類產品待機電力標準

待機電力各類標準	類別	其他			
	設備	微波爐 (Microwave)	洗衣機 (Washing machine)	洗碗機 (Dish washer)	烘衣機 (Tumble dryer)
	模式	Standby passive			
	GEEA				
	NAEEEC	4W			
	Energy Star				
	Nordic Swan				
	FEMP	2W			
	Swiss ordinance				
	EU eco-label		1W	1W	1W
	Blue Angel				
備註					

2.4 傳輸種類

在智慧屋的研發當中，無線控制佔有很重要的腳色，每種傳輸方式都有各自的限制與其優點，像是由早期常用的紅外線，無論是電視、鐵捲門或是許多玩具等等的遙控器，一直到現在依舊可以在身邊發現到它的蹤跡，由於它的發展成熟及價格低廉，雖然他的距離及方向性都受到很大的限制，但大家現在還是很常使用它。後來還出現了許多不同的傳輸方式，像是 RF 射頻傳輸、藍芽傳輸、ZigBee 傳輸、Wi-Fi 傳輸.....等等的許多傳輸方式，下面會逐一向各位介紹，並在最後比較其優缺點來說明本篇論文所要選擇的傳輸方式與其特性。

2.4.1 紅外線傳輸

無線對於現在的時代來說已經是司空見慣的事，個人移動已不是昔日 B.B.Call 或大哥大幾樣簡單的東西可以滿足的，而紅外線產品挾其簡單、方便、傳輸速度快、低消耗功率、無安全性顧慮、設計容易及低成本之優勢，已悄悄進入了這個市場。

無線網路在纜線無法佈置或不方便安置之處是很具吸引力的。譬如在一個會議室上利用可攜式電腦以因應臨時的工作需求，或者是在一個租來的空間無纜線的裝設情形下，便派的上用場。現今已有許多無線產品可以將您電腦及周邊設備和有線網路做連結。紅外線提供了一個可靠的方法，在一個小空間內傳輸資料，且不必擔心被截取，隨著技術問題的克服，紅外線區域網路(IR, Wireless LAN)將很快的進入市場。而且紅外線傳輸能以低廉的價格達到高速無線通訊，在未來多媒體的環境中是一不可或缺的利器。

1993 年 IrDA(Infrared Data Association)這個世界性的組織也因應而生，制定 IR 在網路傳輸的標準，次對 IR 產品日後的技術發展及推廣有著極重大的意義。

很顯然「紅外無線網路通訊元件」，已以「小兵立大功」的角色，進入人們的生活，帶給我們無牽絆的自由—無線、快速，安全的資料傳輸，其重要性與附加價值已不容置疑。[12]

2.4.2 射頻傳輸

無線通訊時代之開端需追述至 1864 年兩位歐洲的卓越科學家：詹姆士·克拉克·馬克斯威爾(James Clerk Maxwell)與海恩瑞秋·勞德爾夫·赫茲(Heinrich Rudolf Herz)。馬克斯威爾結合了勞倫茲(Lorentz)、法拉第(Faraday)、安培(Ampere)及高斯(Gauss)這幾位科學家的研究結晶，提出馬克斯威爾方程式(Maxwell's equations)，這個方程式包含了四條方程式，這四個方程式連結了電與磁的關西，即使到現在在分析各種微波元件的電磁計算時，仍然須由這四個基礎方程式開始。該方程式表示了電磁波在自由空間中以類似光的傳播行為，主要表現在反射性與直線傳播性。

馬克斯威爾認為，光只是一種具有特定波長的電磁現象，同時指出輻射現象係由其他相同波長的電磁波所產生。然而，當時他的理論並無法利用實驗精確證實。一直到二十年後，赫茲在實驗室證明無線電波率(Radio frequency, RF)的產生、傳播與接收，而證實了電磁波的傳播行為。因此赫茲被認為是無線電之父，頻率的單位赫茲(Hertz)即是由他的名字來命名。

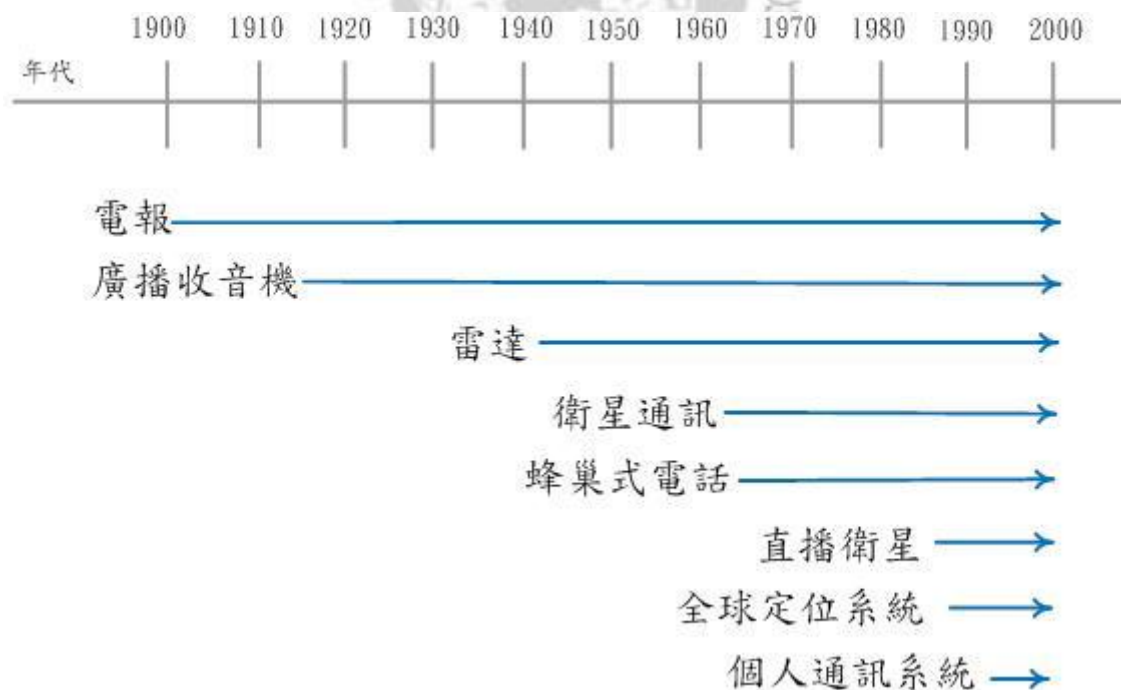


圖 2.4 二十世紀以來無線通訊系統之發展

圖 2.4 說明了進入 20 世紀以來無線通訊系統之發展。在 1900 年代，義大利青年古格利耶爾摩·馬柯尼(Guglielmo Marconi)發明一個可傳送與接收資訊的方法。馬柯尼是利用電磁波可不經過任何物體的連結的傳播特性，將資訊從傳送機經由無線通訊方式送至接收機。此後，無線通訊變成高效率通訊的指標，馬柯尼也因此得到 1909 年的諾貝爾獎。此後的幾年中，許多使用長波長的無線傳輸系統被發展出來。

廣義來說，射頻(RF)的頻率包含 30MHz 到 300GHz。而射頻電磁波頻譜包含及高頻(UHF)，微波(microwave)和釐米波(millimeter wave)，其中微波頻譜範圍為 300MHz 到 30GHz，而釐米波是指 30~300GHz[10]。

2.4.3 藍芽傳輸

藍芽技術被譽為「驅動新經濟的引擎」，其英文名稱為 Bluetooth(BT)，是 1998 年 5 月由易利信、IBM、英特爾、諾基亞和東芝五家公司聯合制定的近距離無線通訊技術標準並成立 SIG(Special Interest Group，藍芽特別利益集團)，當初所開發的主要目的在於取代現有的 PC、印表機、傳真機和行動電話等設備的有線介面。其主要的優點為：可以隨時隨地用無線介面取代有線電纜連接；具有很強的移植性，可以運用在各種通信場合，如 GSM、DECT、WAP 等等，引入身分識別之後可以靈活實現漫遊；功率消耗低，對人體危害小；積體應用簡單，成本低廉，容易實現並易於推廣。在眾多優點之下馬上就將紅外線取代，尤其是在行動裝置或是通訊方面的使用上。在資訊家電、行動通訊、嵌入式應用研究等眾多方向的應用，順應了現代通訊技術和應用的發展潮流，其前景將無可限量[6]。

藍芽技術工作在全球 2.4GHz ISM(工業、科學、醫學)頻帶，藍芽的資料速率為 1Mb/s。從理論上來講，以 2.45GHz ISM 頻帶運行的技術能夠使相距 30 米以內的設備相互連接，傳輸速率可達到 2Mb/s，但實際上很難達到。應用了藍芽技術—PLUG&PLAY 的概念(有點類似「隨插即用」的概念)，任何一個藍芽技術設備一旦收尋到另外一個藍芽技術設備，馬上就可以建立聯繫，而無須用戶進行任何設置，可以解釋為「即連即用」。在無線電環境非常吵雜的環境下，其優勢會更加的明顯。

藍芽技術的另一大優勢是他應用了全球統一的頻率設定，這就消除了「國界」的障礙，而在蜂巢式行動電話領域，這個障礙已經困擾用戶許多年。另外，ISM

頻帶是對所有無線電系統都開放的頻帶，因此使用其中的某個頻帶都會遇到不可預期的干擾，例如某些家電、無線電話、汽車遙控開關或微波爐等等，都可能是干擾源。為此，藍芽技術特別設計了快速確認和跳頻方案以確保連結穩定。

跳頻技術是把基頻分成多個跳頻通道，在一次連結中，無線電收發器按照一定的碼序列不斷的從一個通道跳到另一個通道，只有收發雙方按這個規律通信，而其他的干擾源不可能按同樣的規律進行干擾。跳頻的暫態寬很窄，但藉由擴展頻譜技術可以使這個窄帶成倍的擴展成寬頻帶，始可能干擾的影響變的很小。與其他工作在相同頻帶的系統相比，藍芽跳頻更快，資料封包更短，這使藍芽技術系統比其他的系統更加的穩定。

2.4.4 ZigBee 傳輸

自二十世紀九零年代開始，無線網路技術逐漸進入了我們的工作與生活，重 GSM 到 Bluetooth，從無線 ATM 到無線區網，他們利用不同方式、擁有不同的數據傳輸速率、在不同的距離上為我們實現網路的連接，實現訊號的即時傳遞，深刻地影響著我們工作與生活方式，使我們擺脫電線的束縛，進而能夠在移動中自由的實現訊號的交換。

為了可以建立一個短距離、低數據傳輸速率、低成本與低功率的無線網路技術，ZigBee 技術應運而生，2002 年，英國 Invensys 公司、日本 Mitsubishi 公司、Motorola 公司、Philips 公司等聯合發起成立了 ZigBee 聯盟，旨在建立一種低成本、低功耗、低數據傳輸率與低距離的無線區域網路技術標準。ZigBee 名稱來自於蜜蜂的舞蹈，一群蜜蜂通過跳 ZigBag 形狀的舞蹈交換各種訊息，蜂群裡蜜蜂數量眾多，所需食物不多，與設計者的初衷非常吻合，故命名為 ZigBee。

ZigBee 是一種低速無線區域網路，它適用於通訊數據量不大，數據傳輸率相對較低，分佈範圍較小，但對數據的安全可靠有一定的要求，而且要求成本與功耗非常低，並容易安裝使用的場合，它具有以下幾點特色。

(1) 較靈活的工作頻段

無線通信要占用一定的頻譜，而頻譜是一種政府管理的資源，使用某些頻段必須取得許可。為了使用戶可以自由的使用 ZigBee 設備，ZigBee 選用了無須取得許可幾可使用的「免註冊」頻段，即工業、科學、醫療(ISM)頻段。為了適應

世界各國的不同情況，定義了 2.4GHz 頻段和 868/915MHz 頻段：2.4GHz 頻段在全世界是通用的頻段，而 868/915MHz 頻段分別適用於歐洲與北美。在 2.4GHz 頻段中分配 16 個通道，每個通道的帶寬為 6 MHz，數據傳輸速率為 250kb/s；868MHz 頻段有一個通道，數據傳輸速率為 20kb/s；915MHz 頻段裡有 10 個通道，數據傳輸速率為 40kb/s。我國使用的 ZigBee 設置的頻段為 2.4GHz 頻段。免註冊的頻段和較多的通道使 ZigBee 的使用更加方便與靈活，特別是使用 2.4GHz 頻段的設計，可以在全世界任何地方使用。而較多的通道提高了 ZigBee 的可用度與靈活度，在同一區域內可以有多個不同的 ZigBee 網路共存而不相互干擾，因為他們可以選擇不同的通道來做使用。

(2) 對 MCU 的資源要求較低

相對於其他的網路技術，ZigBee 網路協議較為簡單，可以在算能力和儲存能力都非常有餘的 MCU 上運行，非常適合用於嚴格要求低成本的場合使用，

(3) 安全、可靠的數據傳輸

由於無線通訊是共享通道的，因此必須好好的處理網路設備進行通訊時的衝突發生，即媒體訪問控制。ZigBee 在物理層及媒體訪問層是使用 IEEE802.15.4 協議，使用載波偵聽多路訪問／衝突避免(CSMA-CA)的數據傳輸方式，並與確認和數據檢測等措施結合，可保證數據的可靠傳輸。

(4) 極低的功耗

低功耗是 ZigBee 最重要的特點。為此，引入了幾種降低功耗的方法。主要的方式是採用間接數據傳輸，即數據的傳輸是利用功能簡單與用電池提供的副結點發起，而不是由主節點輪尋的，這樣一來，在不需要傳輸數據的大部分時間，副節點可以關閉收發設備，工作在休眠狀態，進而達到最大限度地降低功耗。

(5) 靈活的網路結構

ZigBee 既支持星形結構網路，也可以是對等拓撲的網格網路；既可以單點傳送，也可以通過路由器實現多點傳輸。ZigBee 的設備既可以使用 64 位元的 IEEE 地址，也可以使用指配的 16 位短地址。在一個單獨的 ZigBee 網路中，可以容納最多 2^{16} 個設備[5]。

2.4.5 Wi-Fi 傳輸

在眾多的無線區域網路中，最受矚目的技術就是 Wi-Fi。該技術涵蓋了多種不同的區域網路需求，也由於其技術前瞻性高，使得眾多硬體生產廠商都對其支援，讓 Wi-Fi 能針對不同的使用者提供不同層次的產品。也正因 Wi-Fi 為多數廠商所支援，所以硬體設備也比較容易獲得，並且也能解決大部分的相容性問題。

所謂的「Wi-Fi」其實就是 Wireless Fidelity 的縮寫，意思就是無線區域網路。由於作為 Wi-Fi 產品的標準是遵循 IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers 美國電器電子技術協會) 所訂製的 802.11x 系列標準，所以一般所謂的 802.11x 系列標準都屬於 Wi-Fi。

雖然 802.11 標準是整個系統中所有標準的鼻祖，但因為 802.11 標準的傳輸速率僅為 2MB/s(每秒 2MB)，而這樣的網路速度並不適合區域網路的需求，所以 IEEE 針對不同的傳輸速度、傳輸頻率、估算產品價格等因素，陸續推出了 802.11a、802.11b、802.11g 等等標準，整個 802.11x 系列標準能覆蓋多種不同的網路需求。

在該系列標準中，已經有產品產出的是 802.11a、802.11b、802.11g 者三種，而其他的標準還在 IEEE 評估中，又或是還在測試產品階段，故目前還沒有具體資訊。802.11x 系列標準可以參考表 4。

表 2.4 802.11x 系列標準

標準	使用的 頻段	最大傳 輸速率	存取方法	其他
802.11	2.4G	2MB/S	FHSS 或 DSSS	N/A
802.11a	5G	54MB/S	OFDM	與無線區域網路不同頻 段
802.11b	2.4G	11MB/S	DSSS	最為流行的標準
802.11g	2.4G	54MB/S	DSSS 或 OFDM	相容於 802.11 與 802.11b
802.11i	2.4G	N/A	N/A	增強網路資訊安全
802.11h	2.4G	N/A	N/A	增強光學以及電力控制
802.11e	2.4G	N/A	N/A	增強 QoS(quality of servicefu 服務品質)

在上面的表格中，可以看到多數的標準都是使用 2.4G 頻段進行通訊。只有 802.11a 是使用 5G 的頻段，而且該標準的產品並不一定在所有國家及地區都可以使用，因此不能成為該系列中的流行標準。

目前最流行的標準是 802.11b，也就是無線區域網路的標準協定。該標準從 802.11 的 2MB 基礎頻寬增加到 11MB，進而達到區域網路的水平，而且 802.11g 還可以相容於 802.11b，因此成為市場的新貴。

雖然標準在很久以前就已經制定，但是由於一開始技術不成熟所導致的傳送速度太慢(遺失資料封包嚴重)，使得市場接受度偏低。不過自從 Intel(英特爾)公司將 Wi-Fi 技術整合到其強大的 CPU 研發技術上(名為 Centrino 迅馳)除了使該公司的自動化 CPU 更有競爭力，更是讓整個無線網路市場又被重新挖掘出來。

雖然，無線網路技術為使用者帶來很方便的上網方式。但是，由於無線網路是在空氣中透過無線電波傳送資料，所以封包被竊取的機率也大大提升，因此資料保密性就比傳統的網路連線差的多。

為了解決這個問題，無線網路傳送標準就加入了加密演算法，使傳送的封包要再經過加密後才能傳輸。然而這些加密演算法在標準中卻又產生了漏洞—每

個使用者的加密金鑰都是一樣，導致駭客可以輕易的比對出整個無線網路中所使用的加密資料，並還原資料。

為了解決這個問題，新版本的通訊程式會支援 WPA(Wi-Fi Protected Access 無線網路保護存取) 協定。透過 WPA 協定把原來只資源單一加密金鑰的 WEP(Wired Equivalent Privacy) 協定給取代掉。那麼，無線網路中的不同使用者就都能透過不同的加密金鑰加密資料封包，使無線網路中的資料難以被駭客竊聽、攔截或修改。

而且，WPA 協定也開始被作業系統廠商或是免費作業系統所支援，例如 Microsoft Windows、Linux、FreeBSD 等等。所以，使用者也不需要擔心所購買的無線網卡沒有作業系統支援[11、22]。



2.4.6 傳輸方式之評斷

表 5 對於以上常見的無線傳輸方式我們做了簡單的比照分析，如表 5 所示，可以清楚的看出其中的優劣。

表 2.5 傳輸方式對照表

傳輸方式	傳輸速度 (單位： MB/S)	傳輸有效範圍 (半徑， 單位：公尺)	傳輸媒體	其他
紅外線	4-16	0-0.5	紅外線傳輸。設備之間不能有阻礙物，並且有傳輸夾角的限制(一百二十度內)	點對點傳輸，不能成為網路型態。但不容易被干擾。
藍芽	1-2	10	無線電波	2.4GHz ISM 頻段。可以與七個以下設備組成小型網路。
無線射頻	1-10	50-100	無線電波	提供六個聲音頻道，適合家庭使用，但是技術落後，已經停止研發。
ZigBee	0.02-0.25	10-100	無線電波	2.4GHz 和 868MHz (歐洲) 以及 915MHz (美國)
Wi-Fi	2-54	100-300	無線電波	支援該標準的廠商多，設備容易取得

由於本系統分為近端與遠端兩種傳輸的方式，依照不同的使用方式我們選取不同的傳輸方式。在遠端的方面，我們可以清楚看到，無論是在傳輸速度或傳輸範圍等等都可以看出 Wi-Fi 佔了很大的優勢，甚至它還有非常大的設備相容性，因此本篇論文選用 Wi-Fi 為遠端傳輸之工具；但是 Wi-Fi 的價格較高，因此我們在近端方面，在比較之後選用了藍芽作為傳輸的方式。

2.5 開發工具

2.5.1 Arduino IDE

無論是一般的控制系統或是智慧型系統，只要是屬於嵌入式系統的，其 MCU 都扮演著非常重要的腳色，不但必須整合所有功能，也要對所有事件進行判斷，猶如人類中的大腦。

本論文初期以開發成熟的硬體 Arduino 為實現所有目標的主架構，因此沿用他本體上的 MCU：為我們實現智慧型節能家庭的核心，ATmega328 是以高性能、低功耗的 AVR8 為核心的 8 位元傳輸晶片，工作電壓由 1.8V 至 5.5V 的工作電壓，定時器數量為三種，可利用不同的定時器來讓我們判斷不同時間的動作，而此的工作電流為 0.2mA[24]，他的功耗相較於我們電器的待機或是很多電器在不需要使用時所浪費掉的功耗來說，絕對是差異甚大，對於我們想要做出節能智慧屋來說，肯定是很有效益的。

基於以上種種原因，我們選用了這顆 ATmega328 來做為我們智慧型節能模組的主要核心微控制晶片，來控制與判斷我們的智慧型節能開關模組的各項功能。

在電腦中有許多不同的程式，有的跟系統有關，負責處理跟硬體之間的資料交換與命令控制，例如：作業系統(Operating System, OS)、編譯程式(Compiler)等。有的程式則是架構在作業系統之上，可以滿足使用者的部分需求，例如 Office、遊戲、多媒體播放程式等。

Arduino 的程式語言是類似 C/C++ 的語法(C/C++ like language)，隨著 IDE 的更新，包含了許多常用的函式庫，都可以在其中的範例中找到詳細的說明，每種函式庫都有不同的功能，大部分都與 C 是大同小異的，較為不同的是看不見所謂的主函式：main()，取而代之的有兩個函式：setup()與 loop()。分別 setup()是指執行

一次的函式；loop()為只要電源不關閉他會不斷地執行函式內的程式。[22]

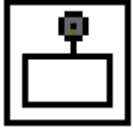

Arduino IDE 有許多貼心的好功能，像是預設名稱為日期讓你不怕忘記是何時所撰寫的程式，而預設的專案儲存位置為我的文件，也可以讓你很快地找到位置。而他除了一般的下拉式功能列之外，Arduino 也提供了幾個快捷按鈕，如表 6 所示：

表 2.6 Arduino 一般快捷鍵

	Open(開啟舊檔) 開啟副檔名為 pde 的專案檔。
	New(新增檔案) 開啟一個空白的頁面撰寫程式碼。
	Save(儲存檔案) 儲存目前的專案(建議經常使用避免天有不測風雲)。
	Verify/Compile(編譯目前專案) 驗證程式是否撰寫無誤。
	Upload to I/O Board(下載程式到單晶片) 針對已經編譯過的程式下載到已連結的硬體上

除了以上的功能之外，Arduino 還提供了一個讓人意想不到的功能，開啟串列埠的監看視窗：

表 2.7 Arduino 串列埠快捷鍵

	<p>Serial Monitor(串列埠監看)</p> <p>開啟串列埠監看視窗。</p>
	<p>Stop(關閉串列埠監看)</p> <p>關閉監看視窗。</p>

這個功能在 Windows 裡稱為超級終端機，可以在程式集裡的附屬應用程式裡的通訊找到他，它可以觀察目前儀器模組中所傳輸的資料，常見的為 RS232 協定的輸出資料，也可以藉由他輸出命令給另一端的設備[29]。

2.5.2 HTML

人類利用書本來表達資訊的歷史已經有好幾千年了，傳統紙張式的媒體當然有其時代意義及優點，但隨著墊子技術的突飛猛進，單純的表達方式早已不敷使用。雖然「超文字」(HyperText)的概念早就有人提出來，但在電腦尚未普及時代，顯然是「巧婦難為無米之炊」。

隨著電腦日益普及，以新的形態來呈現資訊的時代終於成熟，那就是依照 HTML 規格所發展的「網頁」。HTML 並非只是未拿來撰寫網頁而已，您想要用他編寫多沒媒體遺囑也是未嘗不可的。其實他已經變成人們用來整理資訊的主要方法了，例如：「多媒體郵件」、「光碟 Title」、「線上說明」、「多媒體公佈欄」、「多媒體簡報」、「多媒體廣告」、「多媒體教材」...等等。

WWW Server 上的資訊是依照 HTML(HyperText Markup Language，超文字標示語言)語法來撰寫的。HTML 是依照 SGML

(Standard Generalized Markup Language，標準通用標示語言)規格所定義出來的一個實例。由於 HTML 檔案屬於普通文字檔，因此您可以用最簡單的「文書編輯器」來編寫，例如：「記事本」。

編寫 HTML 並不困難，只是有點繁瑣。其實他只是一個包含許多特殊「標記」的文字檔而已。這些特殊的「標記」用來指定那些文字應該放大、那些文字應該

向右對齊、那些文字應該閃爍、什麼地方要安插圖片……等等。底下是包含些許標記的 HTML 文件。

市面上有很多 HTML 編輯程式可以自動產生包含各種「標記」的 HTML 文件，因此可以使 HTML 文件的編輯變得更簡單、更輕鬆愉快。

現在的 HTML 基本上都會搭配 CSS、JavaScript 等等做結合，CSS 為整個網頁做大範圍的規劃，HTML 做細部的調整，再以 JavaScript 美化整個網頁[4]。

HTML 範例如圖 2.5 所示：

```
<html>
<head>
<title>test</title>
</head>

<body>
123

</body>
</html>
```

圖 2.5 HTML 範例

2.5.3 Android

Google 於 2007 年 11 月宣布與 33 家業者結盟組成開放手機聯盟(Open Handset Alliance, OHA), 並同時推出適用於智慧型手機的作業系統 Android 平台。此 Android 平台是以 Linux 為核心, 包含操作系統、中介軟件與相關性的應用軟體, 其性質同等於 Windows Mobile 以及 Symbian 等類之手機作業系統。此外, 在 Android 平台公布後, Google 更不斷積極推動其平台之優勢, 如眾多免費自由的軟體下載、多平台上使用的開發工具、相關技術文件與開放式原始碼的提供, 以及舉辦高額獎金鼓勵程式開發者深入探究 Android 平台的能力。在其大力推動下, 讓許多設備製造商紛紛投入 Android 的懷抱, 使得 2008 年的 OHA 聯盟廠商迅速擴增至 47 家。



圖 2.6 Android 作業系統的主要架構和元件

(資料來源：developer.android.com)

根據圖 2.6 所示, 紅色部份為 Android 的底層, 以 Linux 核心來負責硬體之間

的驅動程式，內容有：顯示、相機、記憶體、無線網路、影音和電源管理…等各種不同的實體功能，而目前是由各個智慧型裝置的供應商去定義，所以並不是每一個功能都一定存在；第二層則為開放的原始碼，在綠色的部份由函式庫組成，包含了 libc、java、H.264/H.263、資料庫、OpenGL 圖形與多媒體…等，當然其中需要授權的地方要看供應商是否有購買並提供給使用者，而並行的 Android Runtime 主要提供 Android Java 程式碼的轉換與撰寫，以及執行多個 Java 應用程式之用；第三層存放著 Android 核心應用程式的 Framework API 的集合，使開發者能方便取用快速開發；Android 系統架構的最上層則是 Java 應用程式，如瀏覽器、通訊錄、多媒體播放器、計算機等相關應用服務[23]。

因此，Android SDK 內包含著許多工具與 API，並使用 Java 作後端程式處理運算以及前端圖形介面的 XML 程式設計，使程式開發者能快速上手與容易操作。

而隨著 Android 手機平台供應商走向 Open Source 與 Open Market 的這種模式下，讓應用程式開發者這一邊有了全新的機會。而對於軟體開發者來說，首先只需要一台電腦與 Android Market 註冊費即可進行系統開發與銷售服務；再者來說，開發週期的進度不再受限於公司整體運作流程；第三，開發者能透過 Android Market 與其他開發團隊競爭，並突顯出自己更多的優勢與設計理念；第四，開發者比企業更容易接觸到前端使用者，因此更容易滿足使用者之需求；最後，在整個低成本的開發基礎下，將吸引更多開發者投入到 Android 的發展中。

除此之外，基於免費與多平台開發工具的誘因下，使得手機開發商與軟體開發商更積極的加入，Google Android 平台的智慧型手機與應用服務因而陸續推出。同時，在許多資訊媒體與研究雜誌的爭相報導下，促使更多人關注於 Google Android 技術之現況與未來的發展。

目前 Android 的許多版本已經陸續的發表，圖 2.7 與圖 2.8 是 2011 年 7 月 5 號由 Google 統計出的各版本的使用者數量：

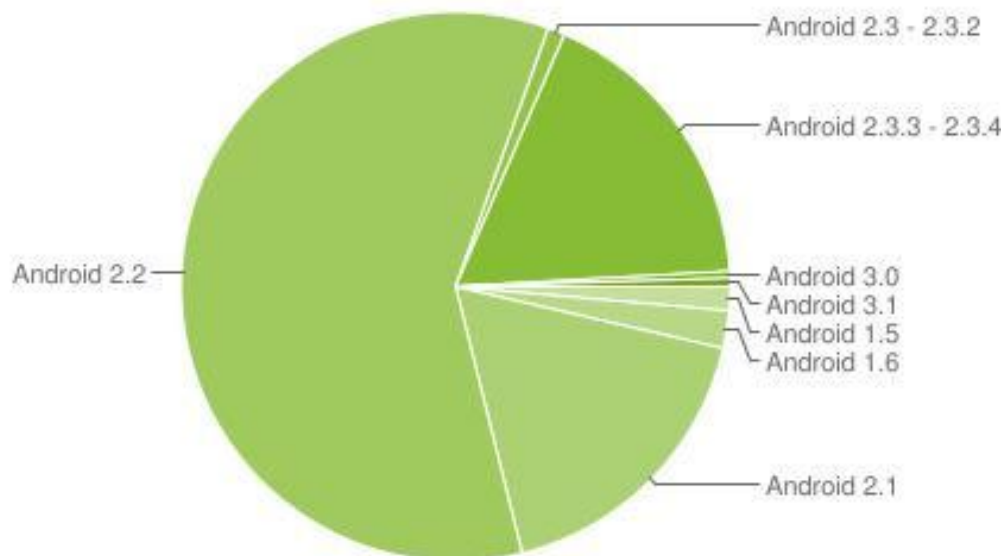


圖 2.7 Data collected on July 5, 2011

(資料來源：developer.android.com)

平台	API 等級	百分比分佈
Android 1.5	3	1.4%
Android 1.6	4	2.2%
Android 2.1	7	17.5%
Android 2.2	8	59.4%
Android 2.3 - Android 2.3.2	9	1%
Android 2.3.3 - Android 2.3.4	10	17.6%
Android 3.0	11	0.4%

圖 2.8 Data collected on July 5, 2011

(資料來源：developer.android.com)

而在 Android 的開發中，我們分別嘗試了兩種不同的開發工具，分別為 Eclipse 與 App Inventor 兩種開發環境，其中最大的差異是它們的程式撰寫方式，Eclipse 是以 Java 為主架構的程式語言去撰寫，而 App Inventor 是以圖像化界面的方式使初次使用的使用者也可以快速的上手，下面會再做詳加的介紹[16、19、28、34]。

2.5.3.1 Eclipse

Eclipse 是由 IBM 所開發的免費軟體，據傳 IBM 花了四千萬美金來開發這套整合開發環境(integrated development environment，IDE)，雖然 Eclipse 可以做為各種語言 IDE，從 C/C++到 Cobol 都能用，但是，Eclipse 最受愛戴的是用做於 Java 的 IDE，其本身就內艦隊 Java 的支援。Eclipse 自稱是萬用平台，能夠作為多種不同語言的 IDE，但是，Eclipse 扮演 Java IDE 的部分才是我們專注的焦點，因為這才是多數人使用 Eclipse 的人所需要的。

在使用 Eclipse 時，只要安裝 Java 開發套套件(Java Development Kit，JDK)，下載 Eclipse 即可開啟，之後為了要讓我們在開發 Android 時可以更加的方便，因此我們再加裝一個 Android 開發工具擴充套件(Android Development Tools，ADT)，整個開發環境如圖 2.9。

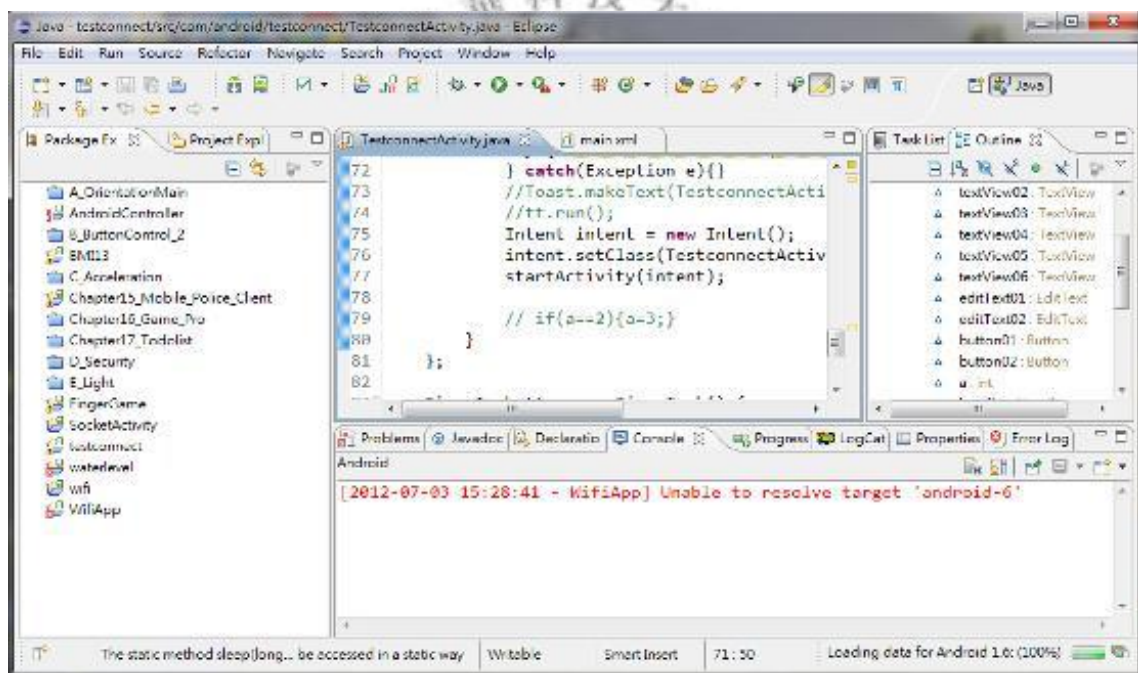


圖 2.9 Eclipse 開發環境

2.5.3.2 App Inventor

App inventor 是 Google 實驗室(Google lab)的一個子計畫，由一羣 Google 工程師與勇於挑戰的 Google 使用者共同參與，從 2010 年 7 月推出以來，App inventor 迅速在基礎教育市場普及了起來。而 App inventor 已在 2012 年 1 月 1 日移交給美

國麻省理工學院行動學習中心 (Mobile Learning Center, MIT)，並已於 3 月 4 日開放使用，同時會將 App Inventor 的原始碼開放出來讓更多熱心投入者可以貢獻一份心力。[36]

App inventor 是用來開發 Android 平台上的應用程式，同時開發介面是透過一般瀏覽器如 Internet Explorer、FireFox、Chrome 等等皆可使用，開發城市支援 Mac OS X、GU/Linux 當然還有 Windows 作業系統。同時，由於是透過網路進行設計，因此所有設計專案是透過 Google Account 將大家所設計的專案儲存在 Server 上，方便使用者可以在任何地方都可以進行專案的設計作業。

App inventor 主要區分成三大作業模組，這三大作業模組相互有關聯，以下為開發作業之三大作業模組的簡介功能與主要作業方式。

(1) App inventor Designer 設計師

主要作業為專案設定、元件布置與元件屬性設定。

(2) App inventor Blocks Edit 圖塊編輯器

主要作業為透過拼圖般作業方式進程式接合，同時可透過不同屬性的定義元件與控制元件、邏輯元件等等來進行猶如程式撰寫。當然，使用者是不需要寫任何一行程式碼的。

(3) Emulator Android Phone 模擬器

若使用者沒有購買任何 Android 設備前，可以透過系統所提供之模擬器來進行專案測試，不過，模擬器在部分的功能(如 GPS 定位器、手機撥號等)是無法提供測試的[37]。

下方圖 2.10 為 App Inventor 中個人檔案的資料，在 App Inventor 中所開發的專案皆會直接存在雲端中，因此也不用擔心檔案的遺失，同時他還會保有檔案存取的時間，對於檔案的管理是非常方便的。

再往下圖 2.11 的部分為上方所提到的「App inventor Designer 設計師」的頁面，主要可以分成四大區塊，由最左邊開是分別為開發元件庫(Palette)、開發設計區(Viewer)、應用元件區(Components)與元件屬性設定區(Properties)後面會再分別做解說。

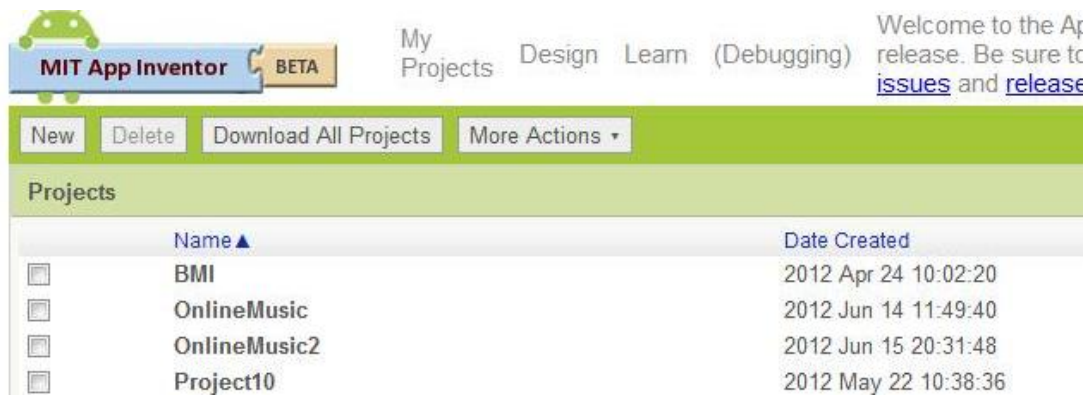


圖 2.10 個人專案檔案



圖 2.11 App inventor Designer 設計師

如圖 2.12 所呈現的區塊是「App inventor Designer 設計師」的頁面中的開發元件庫與開發設計區，在開發元件庫中有分為多種類型的原件，除了一般的按鈕、文字，也有排版方式、背景顏色等等，基本上有需要用到的功能它都有提供，而且旁邊的問號符號都有對元件的功能及屬性作詳細的說明。

直接將元件用拖拉的方式即可放入開發設計區，開發設計區可以讓使用者佈置相關的應用元件，當開始佈置相關元件時系統已經提供明確的 Android Phone 畫面，並且運用拖拉的方式可以很直觀的讓使用者知道它所要擺放的地方，同時也方便使用者了解未來運作時可能的相關位置，可說是非常方便的功能。

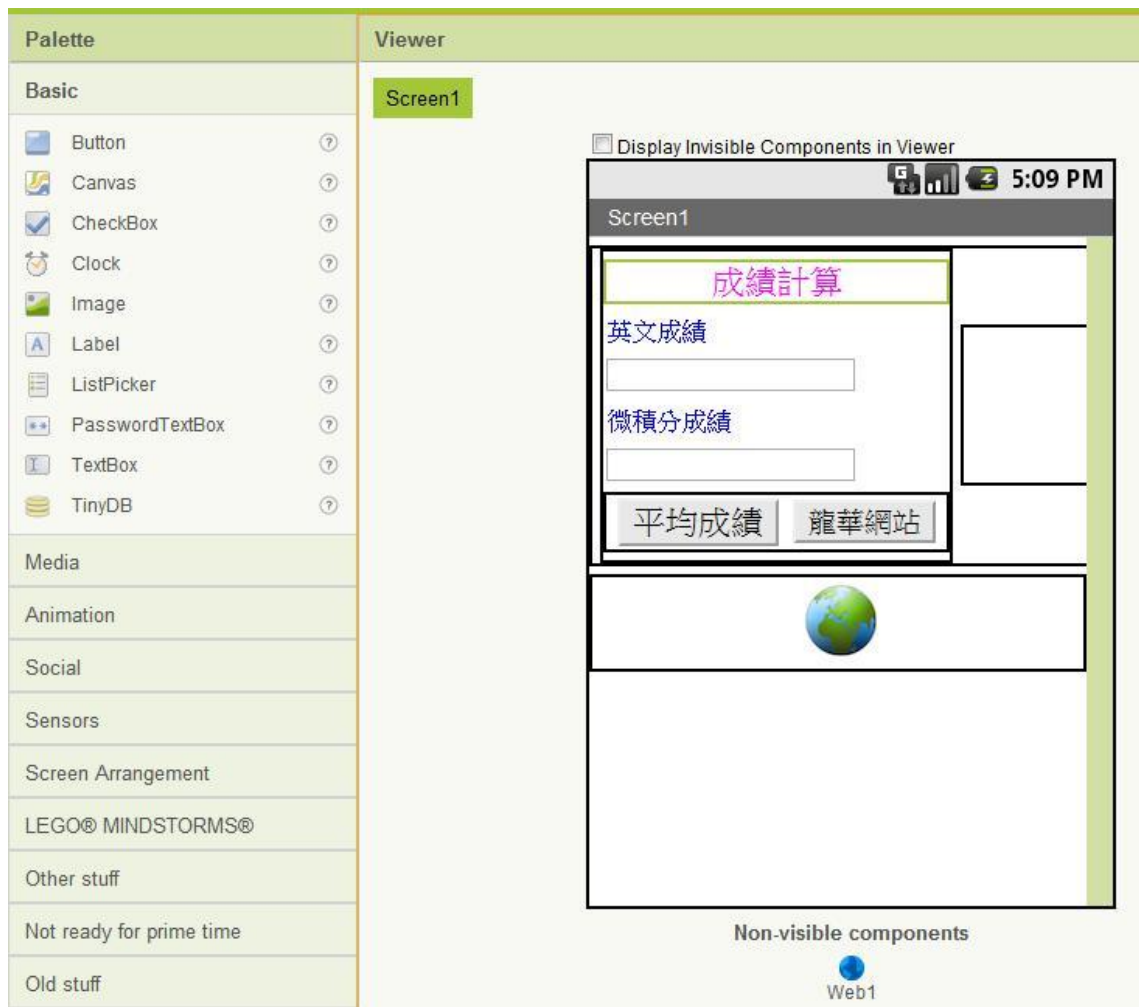


圖 2.12 元件開發庫與開發設計區

圖 2.13 的部分為「App inventor Designer 設計師」的頁面中的應用元件區塊與元件屬性設定區，在應用元件區中會顯示使用者在這個專案中所用到的原件，以及他在開發設計區大致的位子編排，同時在此區也可以進行元件的更名與刪除的動作。

在元件屬性設定區中，顧名思義為它可以設定元件的屬性，此區會針對被選取的元件，顯示其相關的屬性，同時可以在此區進行元件屬性的設定。

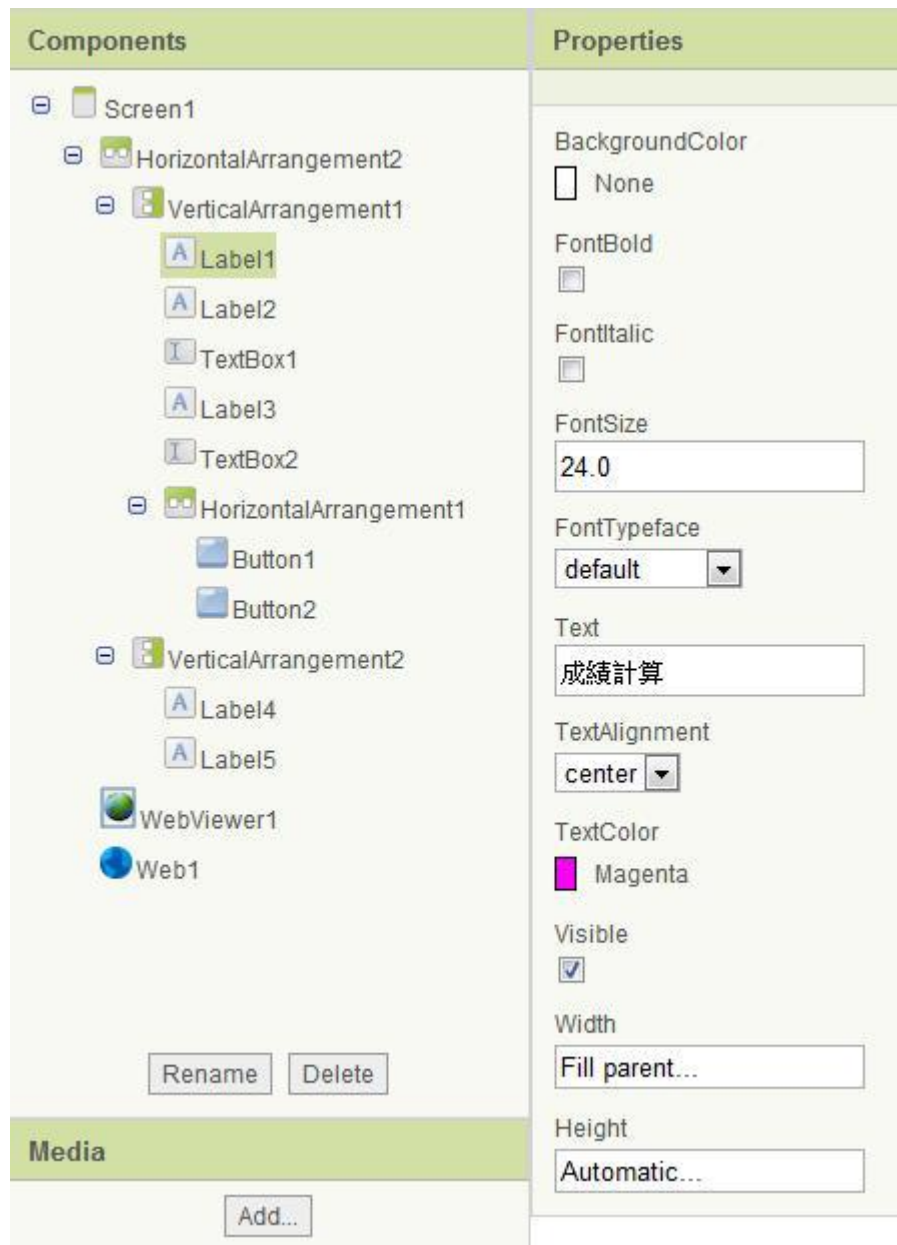


圖 2.13 應用元件區與元件屬性設定區

圖 2.14 為「App inventor Blocks Edit 圖塊編輯器」的頁面，除了上方的儲存、上一步與重作之外。這個頁面主要分為兩大區塊，左邊的邏輯控件庫(拼塊庫)與右邊的控件設計區。邏輯控件庫的部分與設計師中的元件庫有異曲同工之妙，指示在此區塊中稱為邏輯控件，其實就是在設計師中所佈置好的元件，在這裡要做什麼動作。當然，此區還提供了其他的邏輯控件可以使用，而且功能都標示得很清楚。而在控件設計區的部分，它與設計師的開發區很像，但這裡是佈置與設計活及控件的地方，若是在邏輯上有錯誤的地方拼圖將無法拼上，程式也會發出警告

音，對使用者來說是很貼心的功能。

最後圖 2.15 與 2.16 則是「Emulator Android Phone 模擬器」的畫面，當開啟 Android Phone 模擬器時會出現圖 2.15 的宣告畫面，按下 OK 後系統會繼續開啟模擬器。圖 2.16 右方為開器模擬器時的畫面，畫面會呈現黑底與中央顯示 ANDROID 的字樣，開啟模擬器時會需要一些時間，開啟後即可反覆測試無須關閉，而開啟後會出現圖 2.16 左方的樣式，利用滑鼠開鎖之後即可使用。

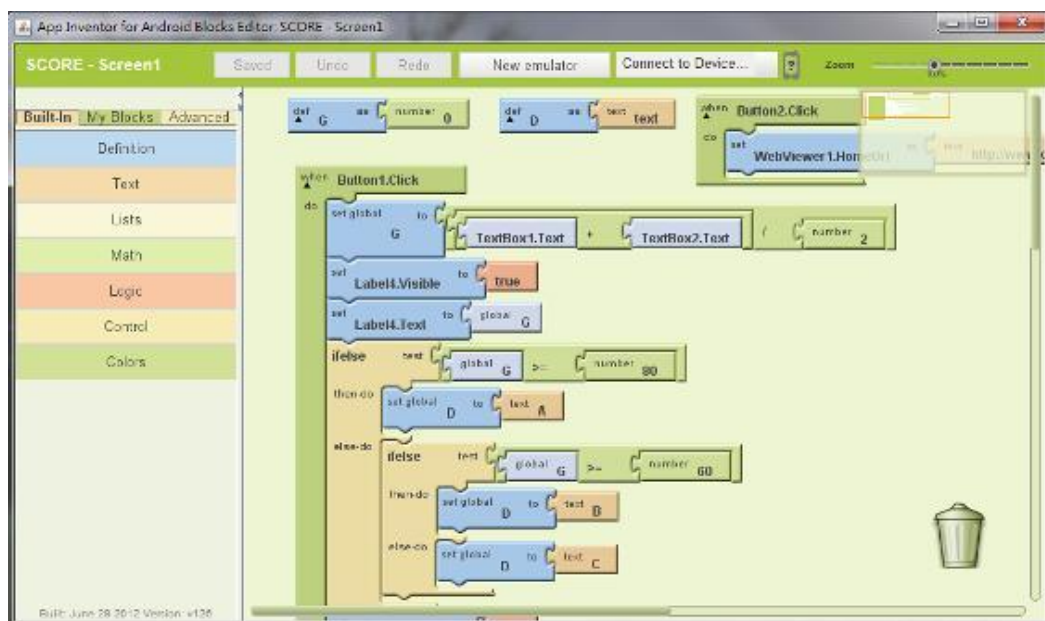


圖 2.14 App inventor Blocks Edit 圖塊編輯器



圖 2.15 模擬器宣告



圖 2.16 Android Phone 模擬器開機與使用畫面

第三章 系統架構

3.1 前言

本段落將分為硬體架構與軟體架構兩大主體分別做詳細的介紹，在無線開關的，如 2.2 中所介紹的智慧型家庭的基本架構，來做為改進，成為無線智慧型節能開關模組的架構，如圖 3.1：

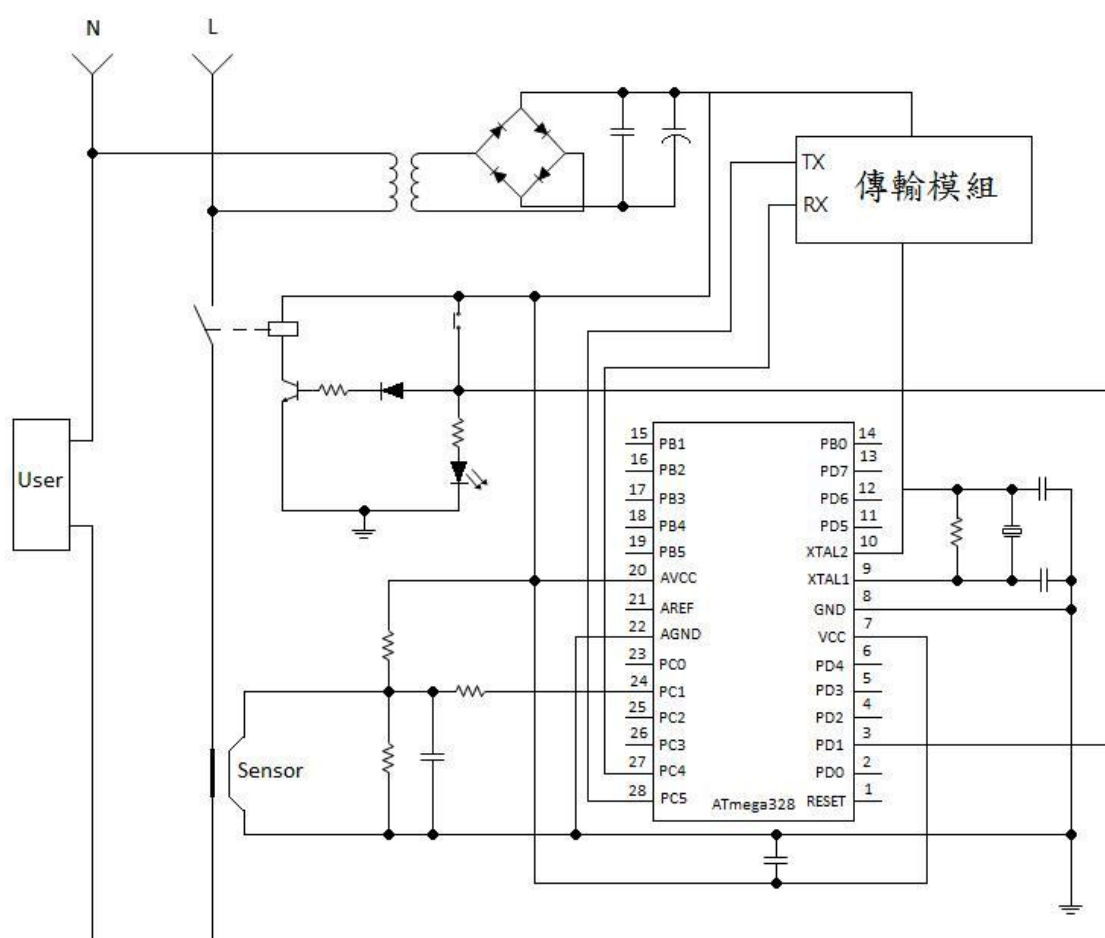


圖 3.1 本論文之系統架構

依照圖 3.1 可以分為幾個區塊：

第一，最上方的電源區塊，主要功能為轉換室電(110V 轉為 5V)的電壓提供給我們的設備(MCU、Sensor 等)所需的電源。

第二，傳輸模組，本系統中分為兩種，分別是遠端傳輸的網際網路與近端傳輸藍芽與 Wi-Fi，它是此系統與使用者溝通的橋樑，因此晶片可以知道使用者想要做什麼事，與讓使用者知道發生了什麼事，並且都要經過它的傳送。

第三，接著是最中間的繼電器(Relay)電路，主要的功能是維持電源的暢通，裡面還包含了可以忽略模組的緊急機制按鈕，按下緊急按鈕後，可由轉換後的電源直接提供電力，可忽略模組的控制變為一般的插座，以及有提示功能的 LED 燈，讓使用者可以直接知道現在插座是否是處於有電的狀態。

第四，中間下方的感應器電路，藉由感應器可偵測到電源所流過的電流，而這個數值會送到 MCU 中做處理，讓 MCU 可以知道電器現在所處的狀態，若是電器處於待機狀態，經過再次確認，MCU 會將電源關閉，藉此達到節能的功效。

第五，電路右下方的主控電路，所有的控制法則都在其中，裡面還包含了一組 16MHz 的震盪器提供單晶片脈波，使單晶片可以正常運作。

3.2 硬體架構

3.2.1 硬體架構方塊圖

本系統是有多個小系統整合而成，每個小區塊都可以有自己獨立的功能，本論文將其相互交織，建立起我們的智慧型無線節能模組，其整體的硬體架構方塊圖如圖 3.2。單晶片使用電源模組所提供的電力維持使用狀態，使用者可以經由使用者介面傳達訊息給傳輸模組(此區具有相互回傳的功能)，再經由傳輸模組使單晶片知道使用者的訊息，並利用繼電器控制電源的使用來達到電器的節能。

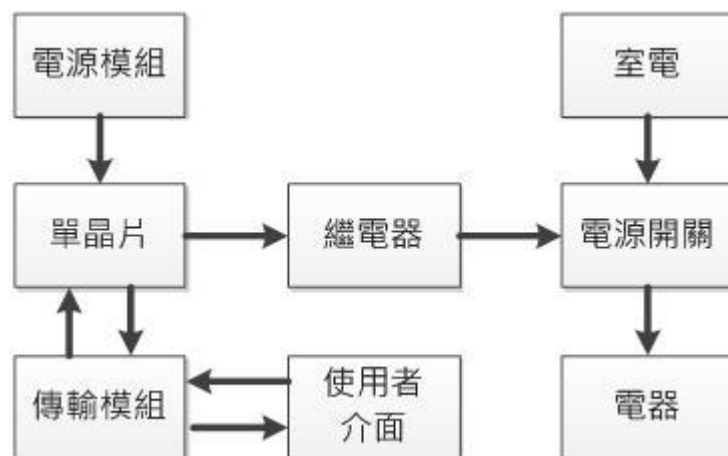


圖 3.2 硬體架構方塊圖

3.2.2 硬體架構電路圖

由於本系統之架構的其中一個重點為，將硬體裝置整合並縮小至開關盒之中，我們會依照單元模組電路、單晶片模組電路、繼電器電路與傳輸模組電路分別做介紹，首先是電源模組部分，這部分主要是將室內電(110V)降壓至可讓單晶片與相關元件使用的電壓(5V)。如圖 3.3 所示。

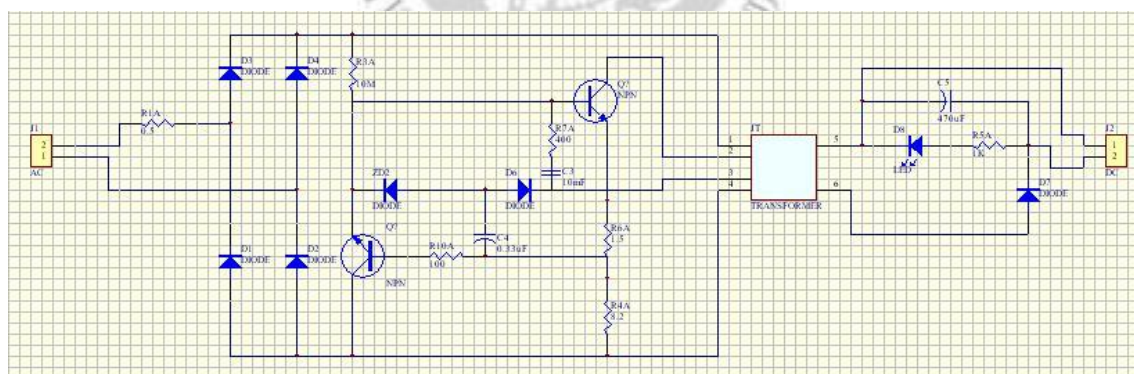


圖 3.3 降壓電路

圖 3.4 是本系統的單晶片的電路，本系統的單晶片電路主要是由 Arduino UNO 的控制板做修改，只取我們所需要的單晶片控制的電路，以及把我們所需要的 I/O 腳位取出，其主要的部份有，左下角為讓單晶片可以正常使用的震盪器，下方 con10 為與通訊裝置通訊的腳位，左方的 con2 為電源接入的腳位，其他的腳位主位為 I/O 腳，較為不重要的在後續整合時也會將其移除。如圖 20 所示。

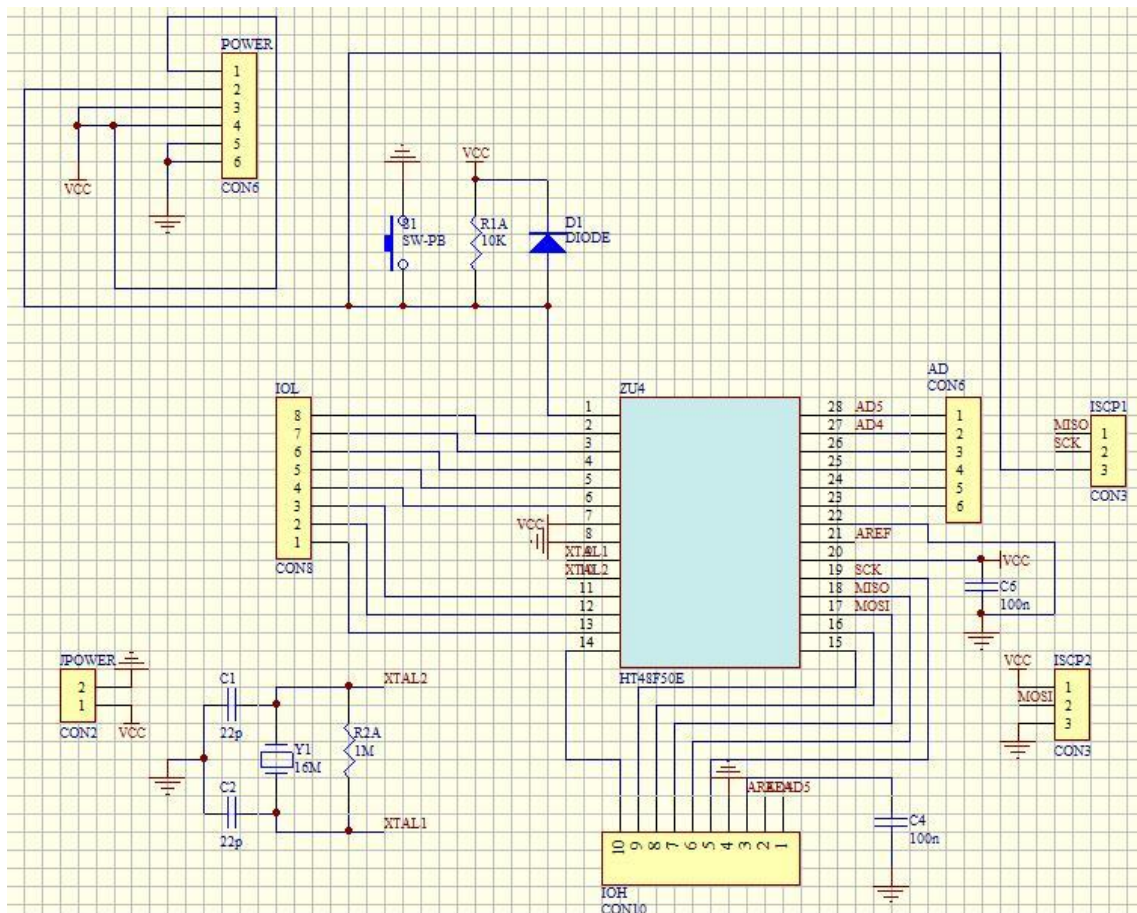


圖 3.4 單晶片電路

圖 3.5 為繼電器電路，繼電器在本系統中的功能為，使電源可以暢通，由於他必須要接 110V 的室內電源，因此在選購時也要特別選過他的耐壓，在此電路中也将緊急開關與提示燈加入進去，S1 與 S2 為緊急開關，我們是利用指撥開關，若沒有控制裝置時，可將其開啟改為一般的插座使用，而 LED 燈是可以提醒使用者目前為開啟狀態，左方 J1 是接室內電源的部分，下方 J5 為由主控版(單晶片電路)接進來用來提供元件使用的 5V 電壓，右方 J3 為訊號輸入端，由晶片電路的 I/O 腳位接出來控制繼電器動作。如圖 3.5 所示。

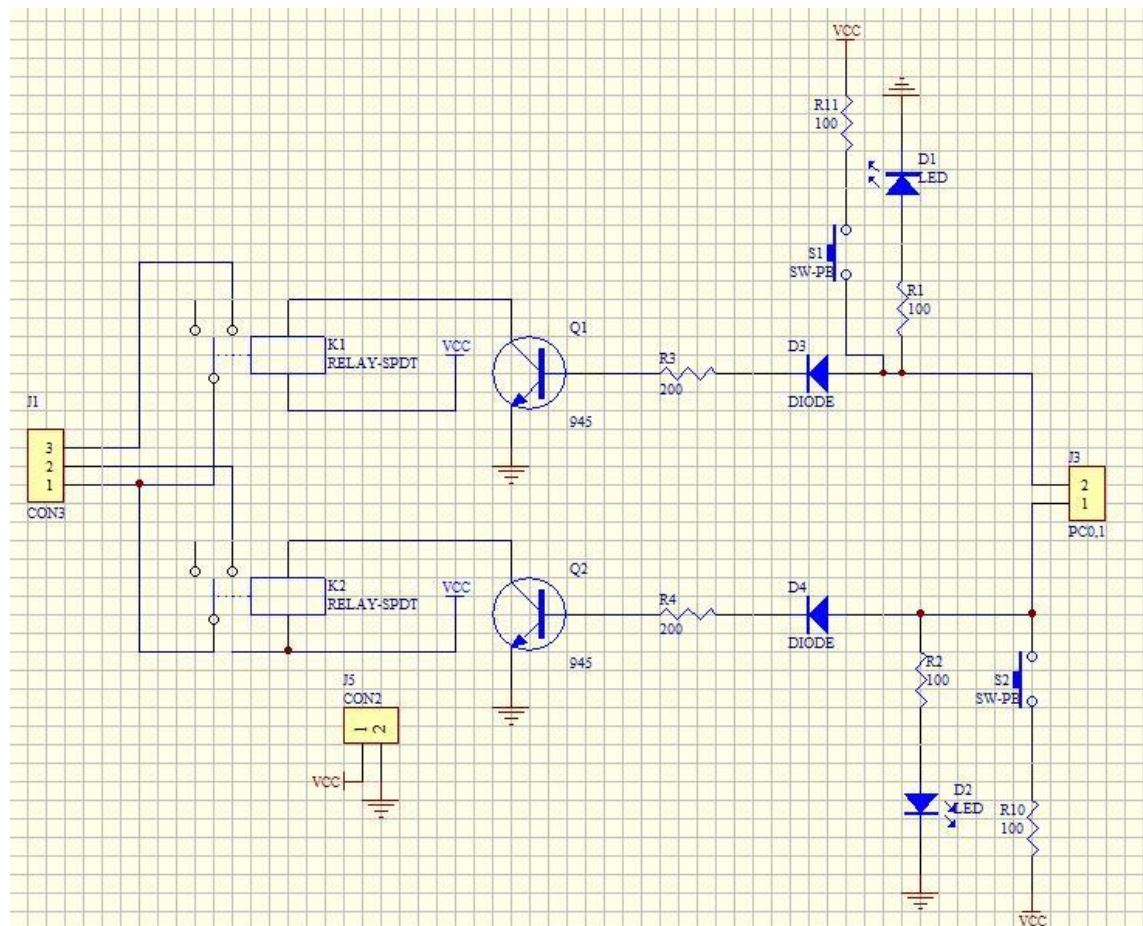


圖 3.5 繼電器電路圖

圖 3.6 是傳輸模組的電路，主要工作是作為使用者與 MCU 之前的橋樑，它可以藉由無線的方式進行與使用者傳輸，由內部再把訊號讓 MCU 知道並將 MCU 的反應做回傳的動作。如圖 3.6 所示。

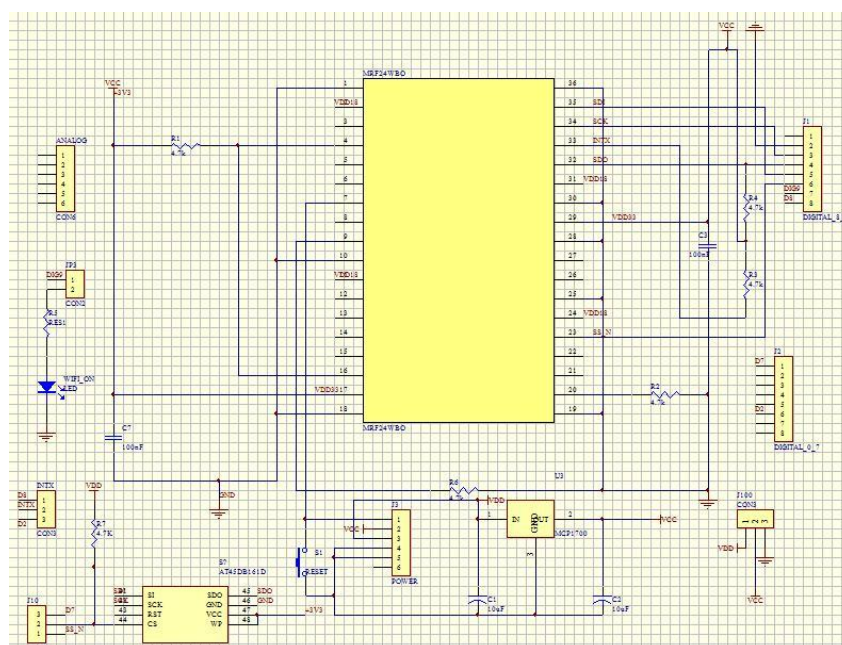


圖 3.6 傳輸模組電路

3.3 軟體架構

3.3.1 整體系統架構

本系統可分為連線方式、控制方式與緊急機制三個部分來看，連線方式可分為近端與遠端，分別近端可以使用 Wi-Fi 與藍芽兩種方式，而遠端的部分則是使用網際網路來進行操控；在控制方式上面可以分成三個部分，第一為一般控制，可以很直觀的利用按鈕來進行開啟與關閉的動作，第二為狀態控制，可以偵測電器是否進入待機模式，若是進入待機模式可將其關閉，第三部分為時間控制，使用者可以自行設定時間來讓電器自行開啟或關閉；最後的緊急機制，可以再發生任何錯誤時，可以將其回復成一般插座的機制，後面會做詳細的說明，整體的系統架構如下圖 3.7 所示。

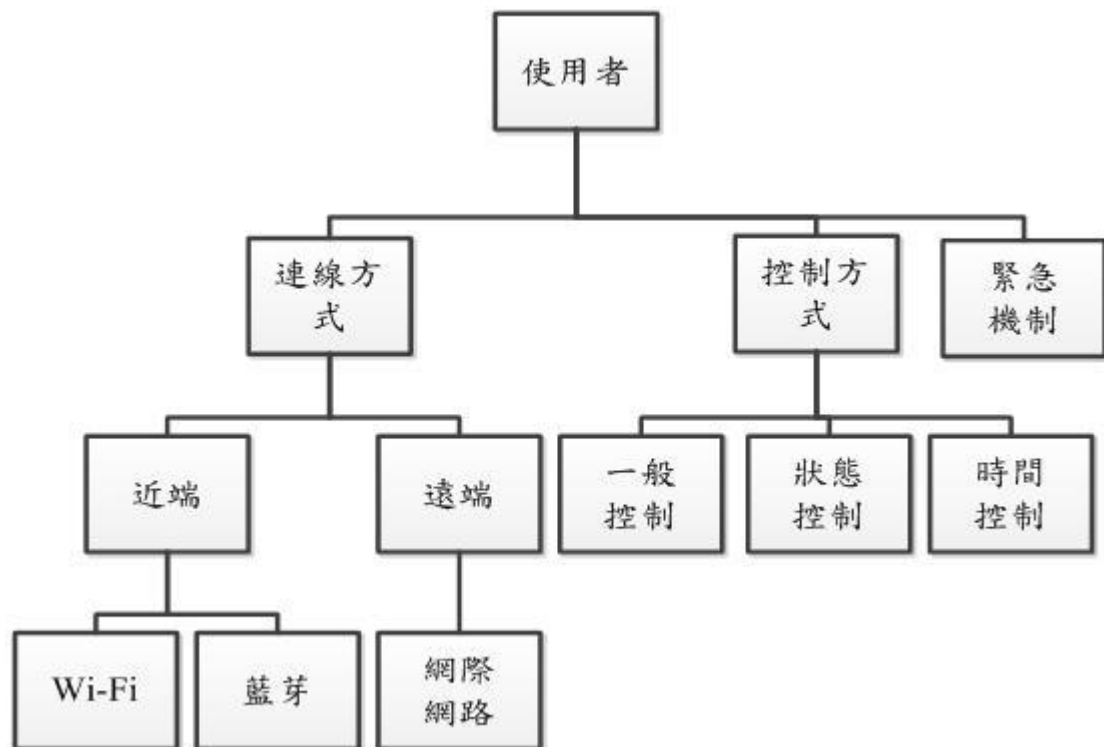


圖 3.7 整體系統架構

3.3.2 遠端控制系統

在遠端控制的部分，經由外部的網路連結進來之後，再經由分享器都會有的DMZ(Demilitarized Zone)功能，使固定的IP與伺服器所設定的虛擬IP做連結，即可進入在本機端的網頁伺服器(Web Server)與其溝通，再經由伺服器與同一網段下的其他開關模組進行溝通。本系統所使用之DMZ是由家中路由器分享出的DMZ，與一般保護Server之DMZ不同，只是單純將內部建構的虛擬IP提供出來，讓外部的使用者可以進入連結本系統硬體的網段，因此就可以在自家中的同一個網段控制各個區域的無線智慧型節能開關，下面將會做更清楚的介紹。

3.3.2.1 遠端控制架構圖

遠端的控制方式我們與富鈞開發公司合作，建構出可以經由 Wi-Fi 或 3G 等等的網際網路系統，使用者經由連結到伺服器，而伺服器經由網際網路連結到家中的 AP，並與控制器作連結，控制器所設定的 IP 與家電是在同一頻段的虛擬 IP，可以於其他家電做相互的溝通，也就是紅色虛線的部分，但還不能與外不做溝通，所以利用 AP 本身所擁有 DMZ(Demilitarized Zone)功能，將控制器的虛擬 IP 與可連結外部網的固定 IP 做連接，如圖藍色虛線的區塊，使伺服器可以與外部做溝通，建構起整個遠端的系統。整個系統的架構圖如圖 3.8 所示。

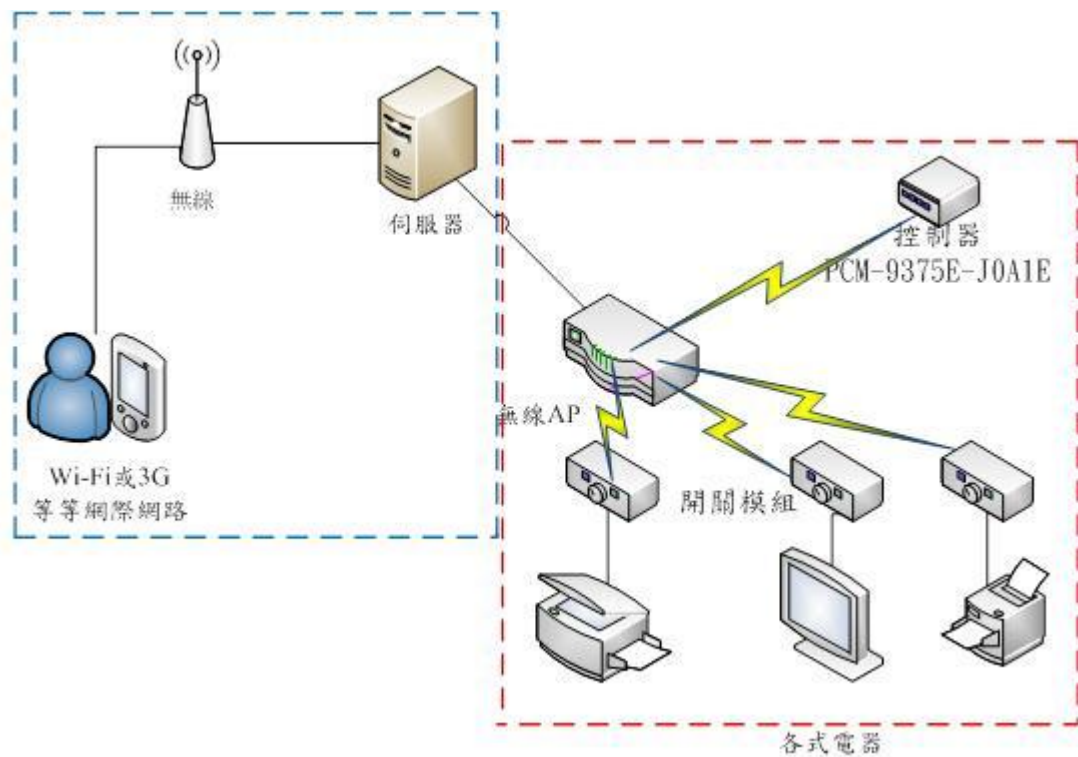


圖 3.8 遠端控制架構圖

3.3.2.2 遠端控制系統流程圖

在遠端控制的系統流程圖，圖 3.9 中可以看到，遠端的系統中，我們會連結到一個固定的 IP，而這組 IP 在家中會利用 AP 的 DNZ 功能使他和伺服器的 IP 做連結，而家中的伺服器可以與其他的家電經由無線 AP 在同一個網段下做溝通，因此可以進入控制的頁面進行控制，直到失去電力或是按下緊急開關。

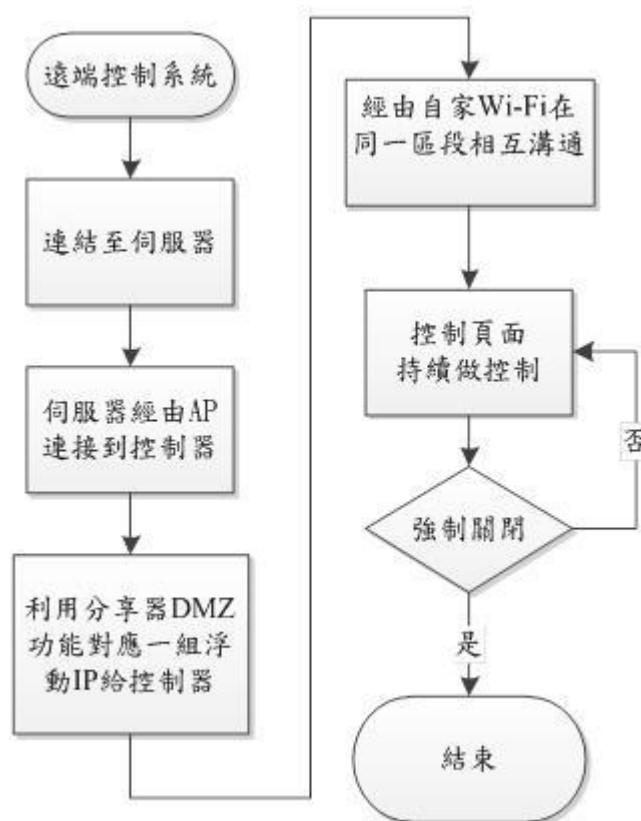


圖 3.9 遠端控制的系統流程圖

3.3.3 近端控制系統

近端的部分本系統有兩種連線的方式，第一種為藍芽連線，主要利用智慧型手機與所撰寫之應用程式來做控制；第二種是 Wi-Fi 連線控制的方式，可以利用手機 Wi-Fi 做控制或是利用筆記型電腦來進行操作。可以依照使用者的不同需求來進行操作，下面會進行詳細的介紹。

3.3.3.1 近端藍芽控制

(1) 藍芽控制架構圖

在近端的藍芽控制中，使用者可以使用以撰寫好的手機 APP 應用程式，直接利用智慧型手機內建的藍芽功能來與電器做溝通，進而去控制家中的電器，藍芽的傳輸距離為 10~100 公尺之內，正好適用於家中短距離的操控。藍芽控制的控制架構圖如圖 3.10 所示。

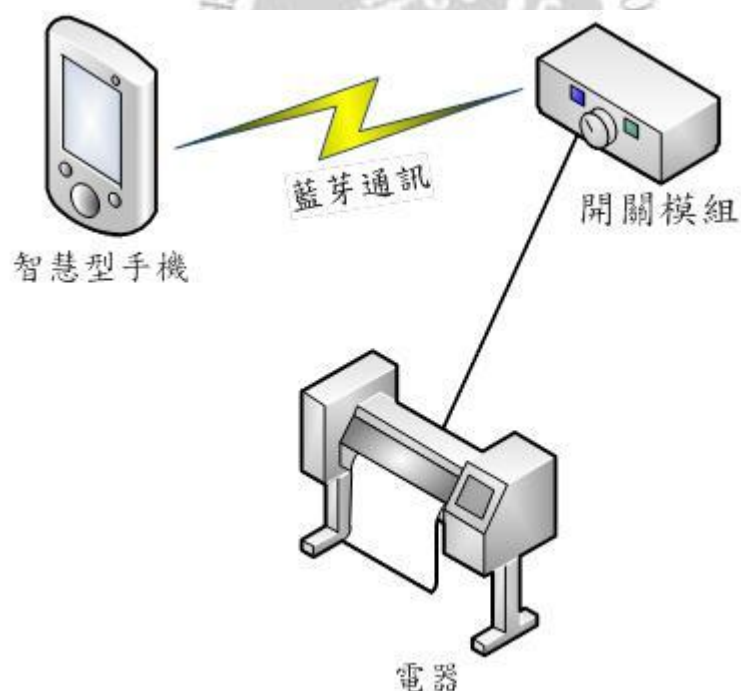


圖 3.10 近端藍芽控制架構圖

(2) 藍芽控制系統流程圖

在近端控制的方面利用藍芽傳輸，主要是利用手機內建之藍芽，因為藍芽是需要配對的，在第一次使用時，需要先經過配對，配對過後之後使用就可以直接使用，讓手機與藍芽建立連線後即可進入手機的控制頁面。其流程如圖 3.11 所示。

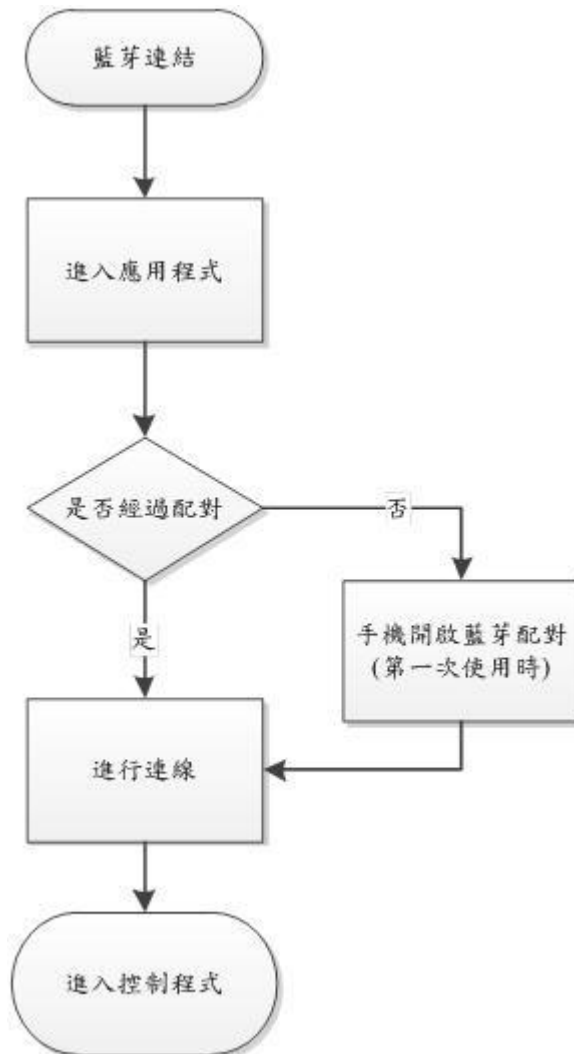


圖 3.11 近端藍芽控制系統流程圖

3.3.3.2 近端 Wi-Fi 控制

(1) Wi-Fi 控制架構圖

在近端的 Wi-Fi 連線控制中，使用者可以利用手機或是筆記型電腦等等之連線裝置，透過 Wi-Fi 的傳輸，經由家中的無線 AP 連接上指定的 IP，來進行家電的控制。其架構圖如圖 3.12 所示。

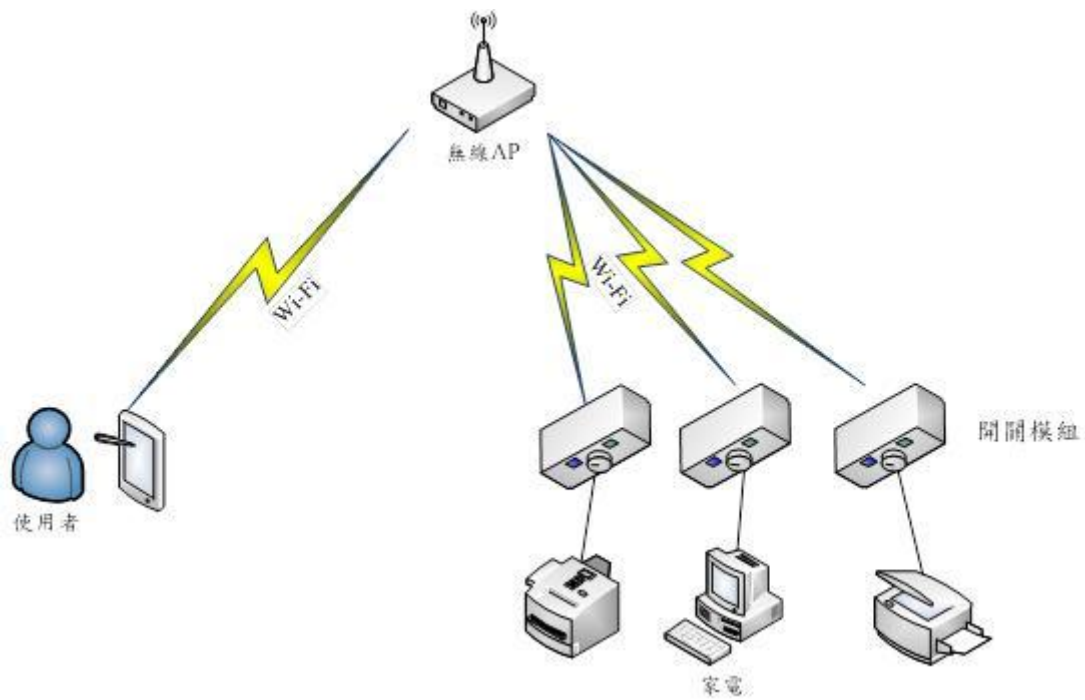


圖 3.12 近端 Wi-Fi 控制架構圖

(2) Wi-Fi 控制系統流程圖

在近端的 Wi-Fi 連線中，它是使用 IEEE 802.11b/g 的協定，因此會有很好的安全性。在連結時使用者會先連線我們所設定的指定 IP 位置，經協定會去判斷使用者是否是在連線的狀態，若無連線會不斷的去判斷與提醒使用者無連線，若是在連線的狀態下，將會連線到我們所指定的 IP，並進行控制，直到失去電力或按下緊急按鈕後才會結束 Wi-Fi 的控制。其流程圖如圖 3.13 所示：

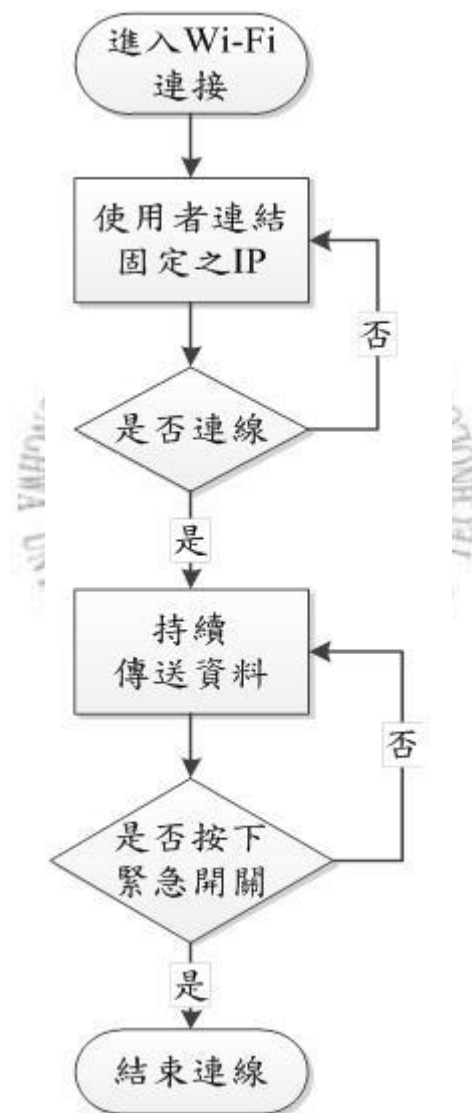


圖 3.13 近端 Wi-Fi 控制流程圖

3.4 系統功能

3.4.1 一般控制系統

3.4.1.1 一般控制系統架構圖

所謂的一般控制，就是可以直接利用手動的方式，在智慧型手機、筆記型電腦或是平板電腦等等之控制裝置上，很直觀的按下開啟或關閉的按鈕，而控制裝置會以無線的方式來進行傳輸，進而達到將電源開啟或關閉的動作，如下圖 3.14 所示。

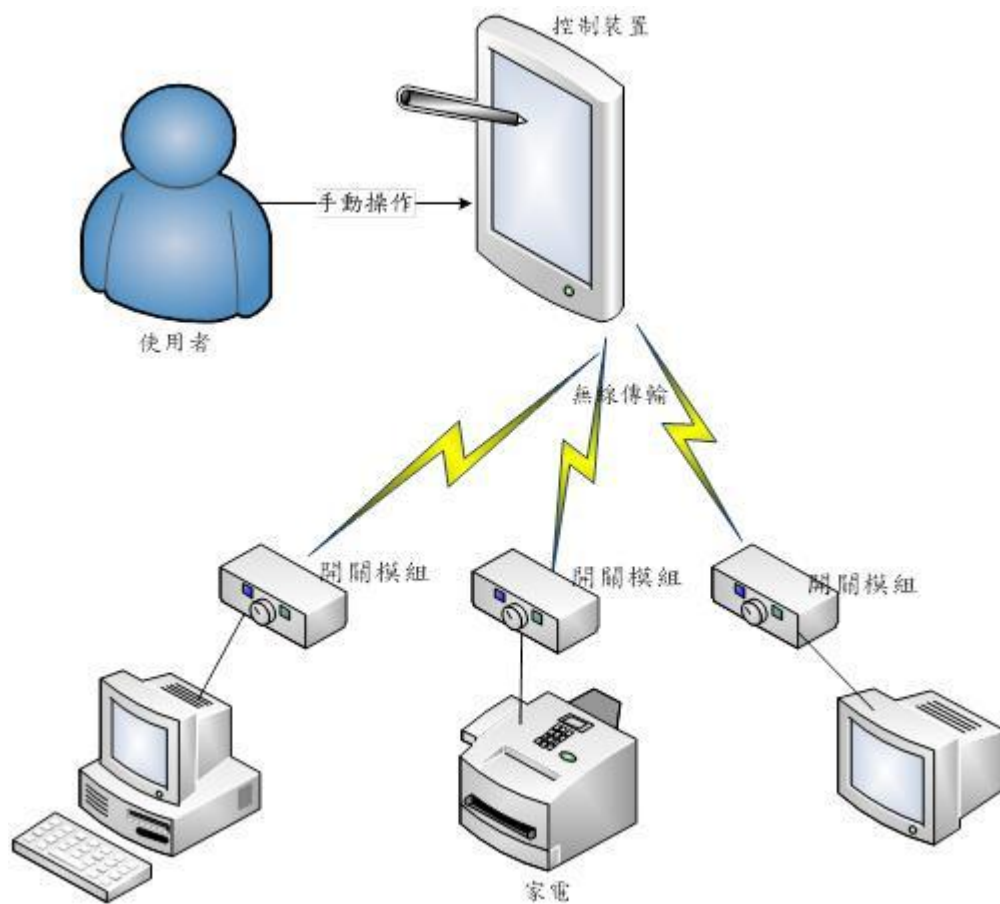


圖 3.14 一般控制系統架構圖

3.4.1.2 一般控制系統流程圖

在一般控制之下，在進入系統之後，可以按下想要控制電器相對應的按鈕，在看下開啟或關閉之後，控制裝置經由無線傳輸將訊號送給模組上的傳輸裝置，若沒成功會持續傳送，成功後在經由模組的 MCU 控制家電的開啟或關閉，如此動作直到按下緊急按鈕才會結束，直到回復按鈕後才可繼續使用。如圖 3.15 所示。

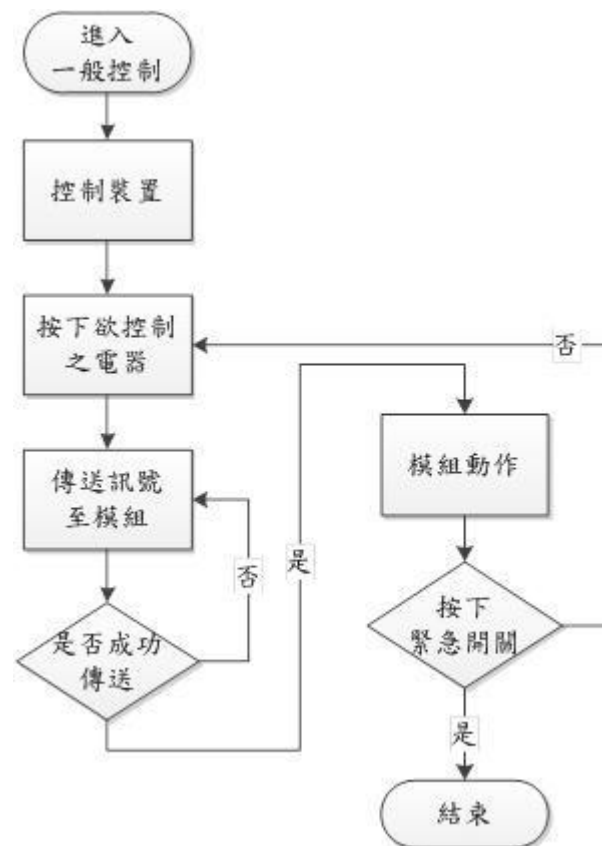


圖 3.15 一般控制流程圖

3.4.2 狀態控制系統

3.4.2.1 狀態控制系統架構圖

狀態控制主要是偵測電器是否為待機狀態，使用者在將模組加入之後，需先設定所操控的電器為何，而無線智慧型節能開關模組將會持續不斷偵測，直到發現電器屬於待機狀態，經過再次確認電器為待機狀態後會將其關閉。其狀態控制之架構圖如圖 3.16 所示。

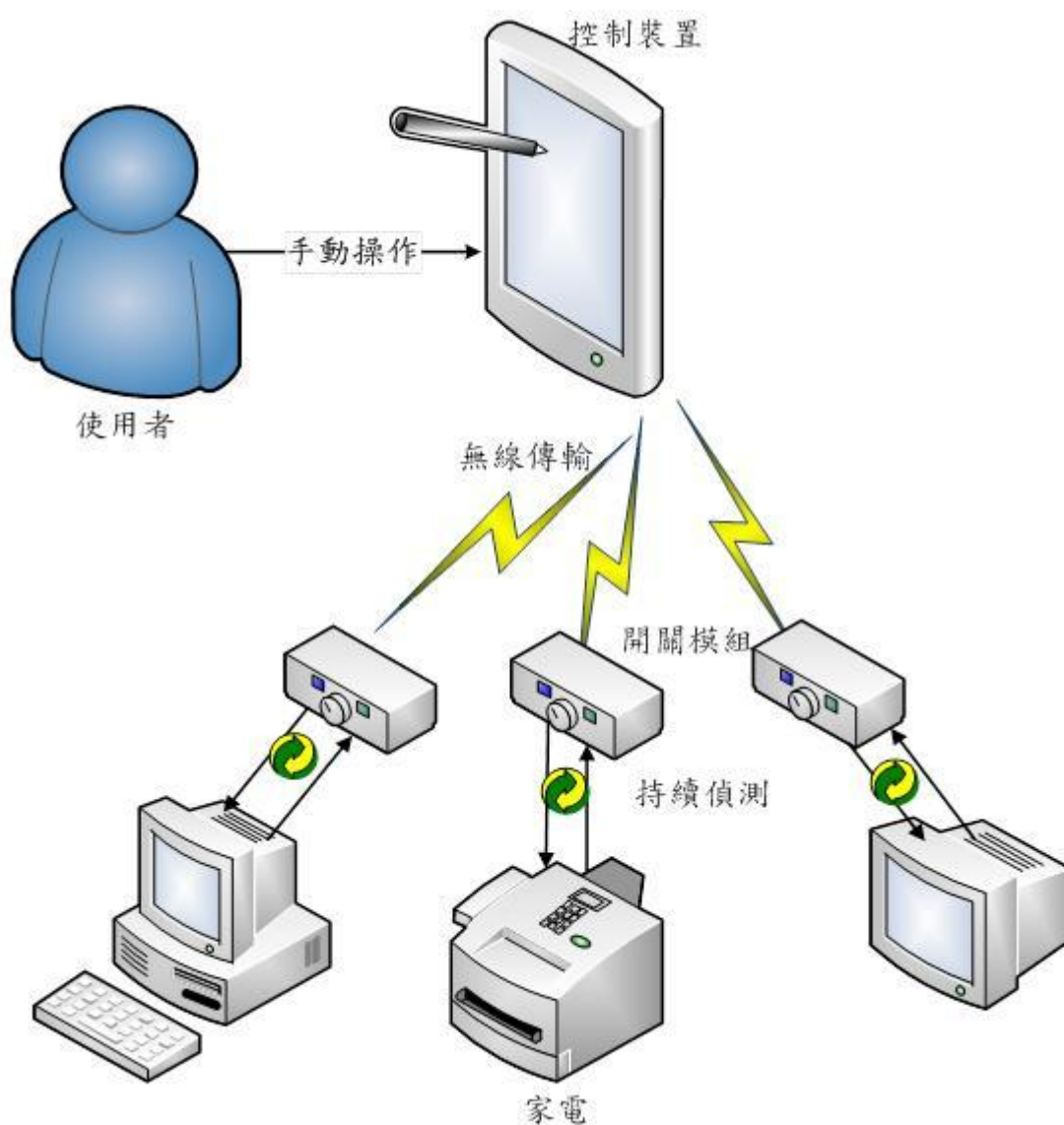


圖 3.16 狀態偵測架構圖

3.4.2.2 狀態控制系統流程圖

狀態控制的流程方面，無線智慧型節能模組在加入開關盒中之後，要先選擇是使用什麼樣的電器，依照所選的電器，模組會持續偵測電器是否進入待機狀態，若是進入待機狀態，會先經過十分鐘後再做一次確認，若還是處於待機狀態，就會將電源關閉直到下一次開啟，若是將緊急按鈕啟動，將結束狀態控制，直到緊急開關回復才可以繼續使用，其流程圖如圖 3.17 所示。

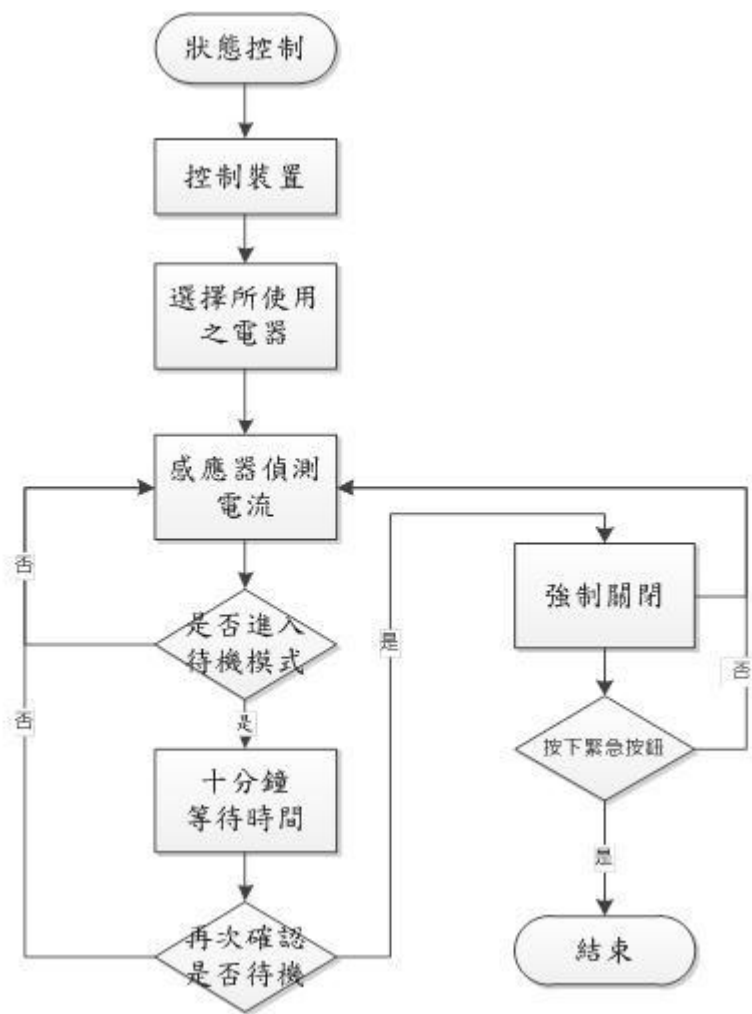


圖 3.17 狀態控制流程圖

3.4.3 時間控制系統

3.4.3.1 時間控制系統架構圖

時間控制方面，使用者可以在控制裝置上面，分別設定好電器的開啟或關閉時間，系統會計算時間，到達所設定的時間後會自動將電器開啟或關閉，其實統架構圖如下圖 3.18 所示。

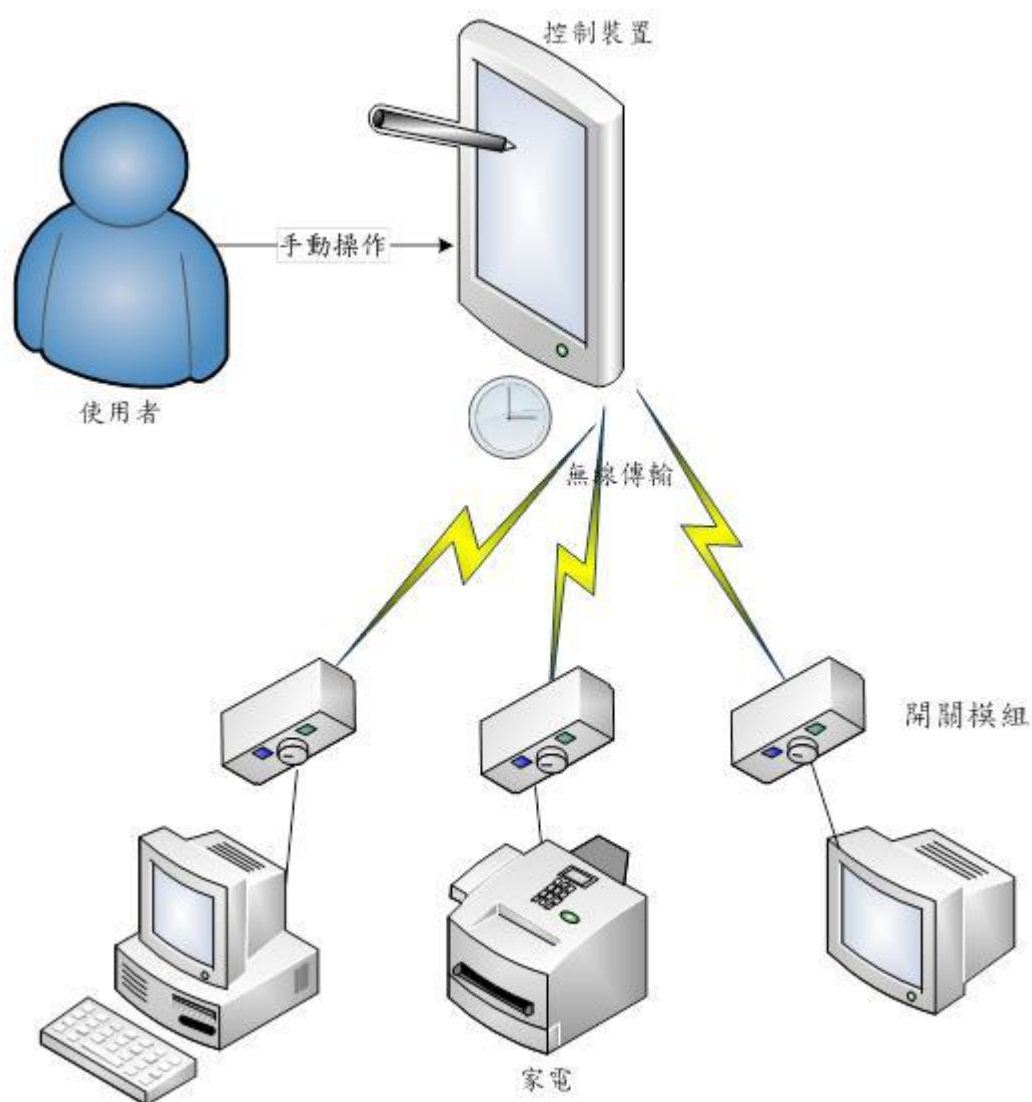


圖 3.18 時間控制系統架構圖

3.4.3.2 時間控制系統流程圖

在時間控制上，使用者可以操作控制裝置的時間設定，在等待時間到了的時候，會依照設定將其開啟或關閉，然後可以再次設定時間，如果緊急按鈕有開啟將會失去時間控制的功能，直到將緊急按鈕回復。如圖 3.19 所示。

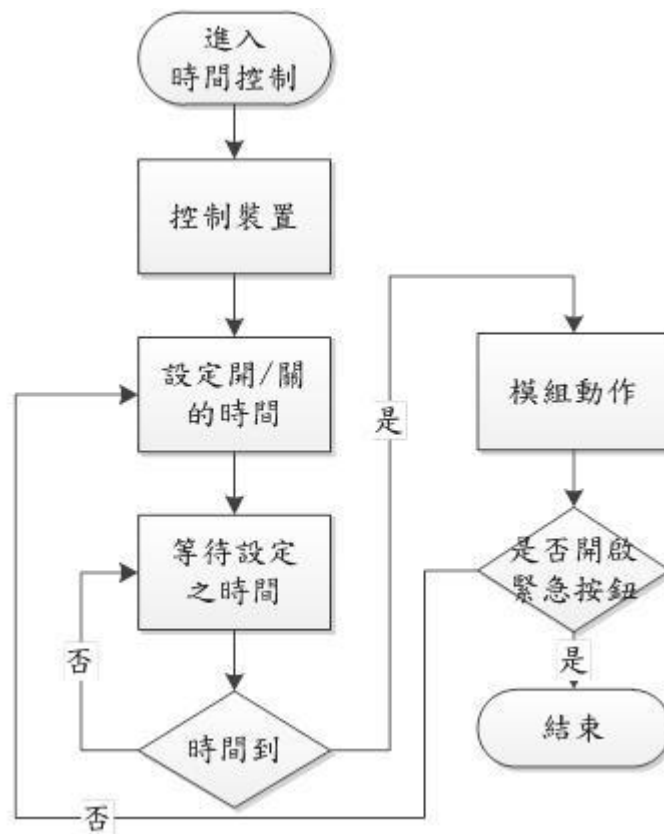


圖 3.19 時間控制流程圖

3.4.4 緊急機制

本系統設有一個緊急機制，當使用者找不到手機又沒有辦法上網時，在家中如果需要使用插座，可以啟用緊急開關，當打開緊急開關時，開關將會回歸到沒有加入模組時的原始開關狀態，其示意圖如圖 3.20 所示。

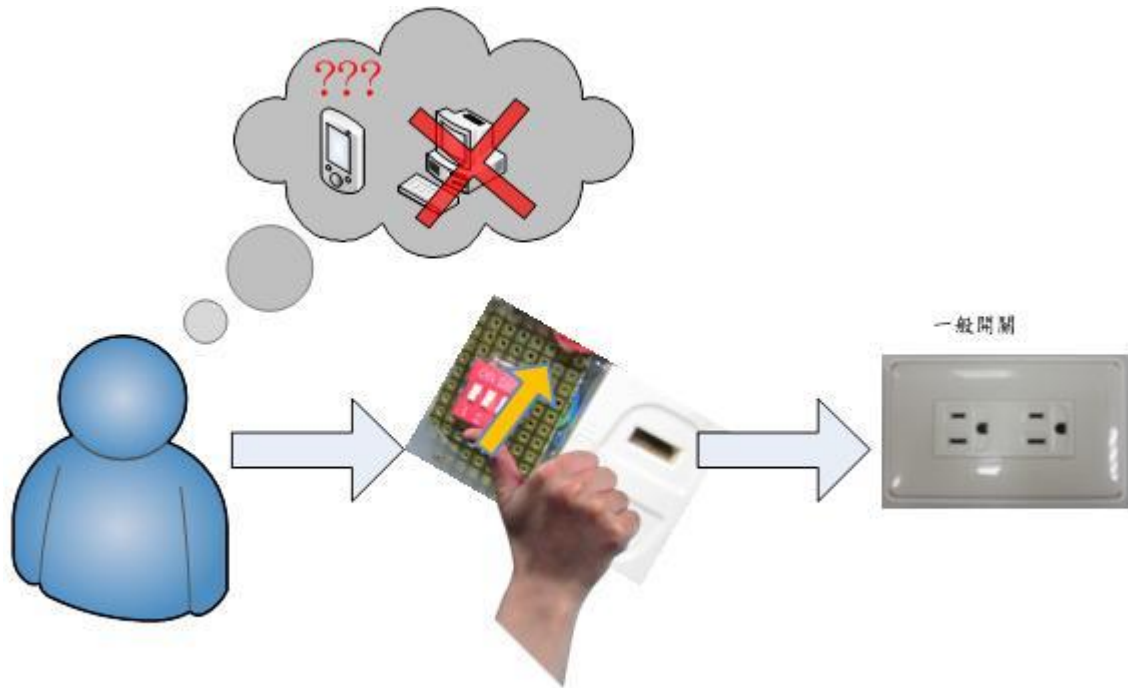


圖 3.20 緊急機制示意圖

第四章 實驗與分析

4.1 前言

本系統為無線智慧型節能開關，因此本章主要分析有三大重點，將分為三個小節來做介紹：

首先是硬體功能的呈現，將不同功能的效果與其相互連結的方式逐一呈現出來，並利用圖片來做為說明。

第二為無線控制的實現，將利用使用者所操作的介面，手機應用程式 APP 與 HTML 的網頁來做一個呈現。

最後是節能效果的呈現，我們將測量本系統之模組所消耗的功耗為多少，並且計算出一般家庭使用此模組之節能效果。

4.2 硬體功能測試

首先我們先看到各部分分開的實體圖，圖 4.1 與 4.2 為我們所使用的傳輸模組，分別有藍芽與 Wi-Fi 兩種模組；因為要使體積縮小到可以放入空間有限的開關盒中，因此我們對電路做了一些整合，圖 4.3 為我們將繼電器與單晶片整合後的實體圖；圖 4.4 為電源模組的實體圖；圖 4.5 為將模組加入開關盒中，最後在圖 4.6 為加入模組的開關盒外觀，可以看得出來他並不會改變開關的大小與基本的外觀。



圖 4.1 藍芽模組(HL-MD01A-C1)



圖 4.2 Wi-Fi 模組(Arduino WiFi Shield V2.0)



圖 4.3 繼電器與主控 IC 整合電路板

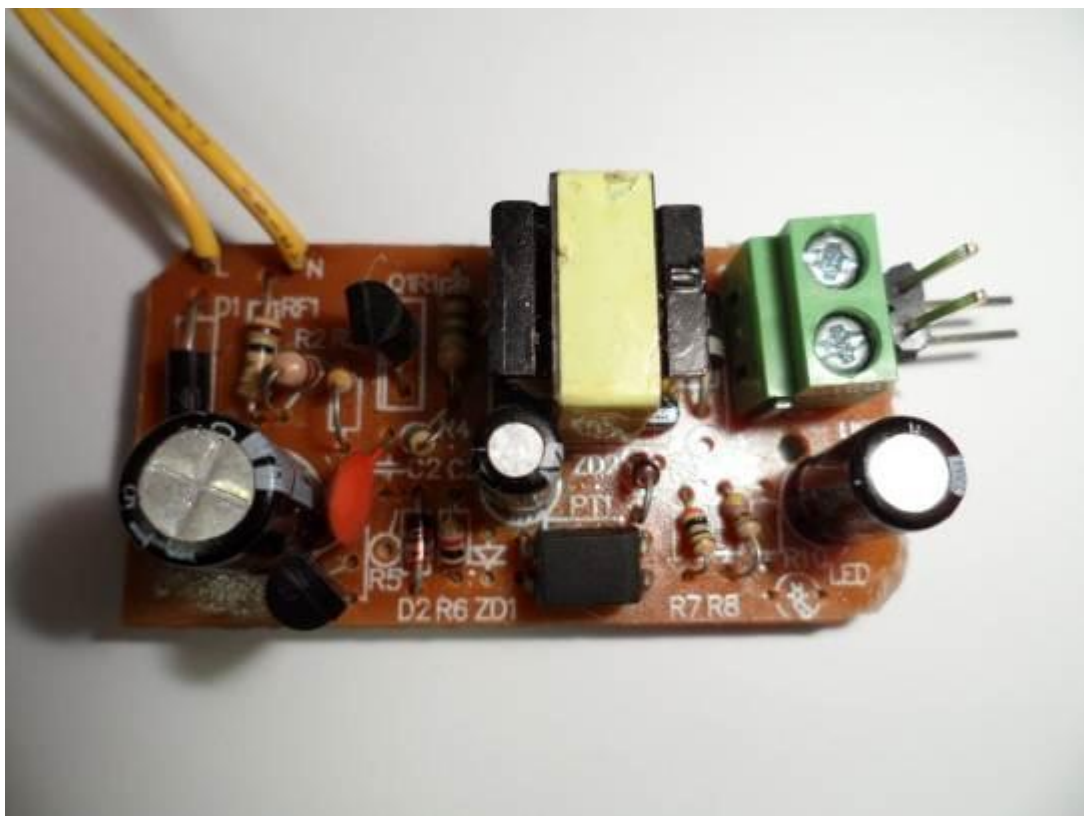


圖 4.4 電源電路(110V 轉 5V)

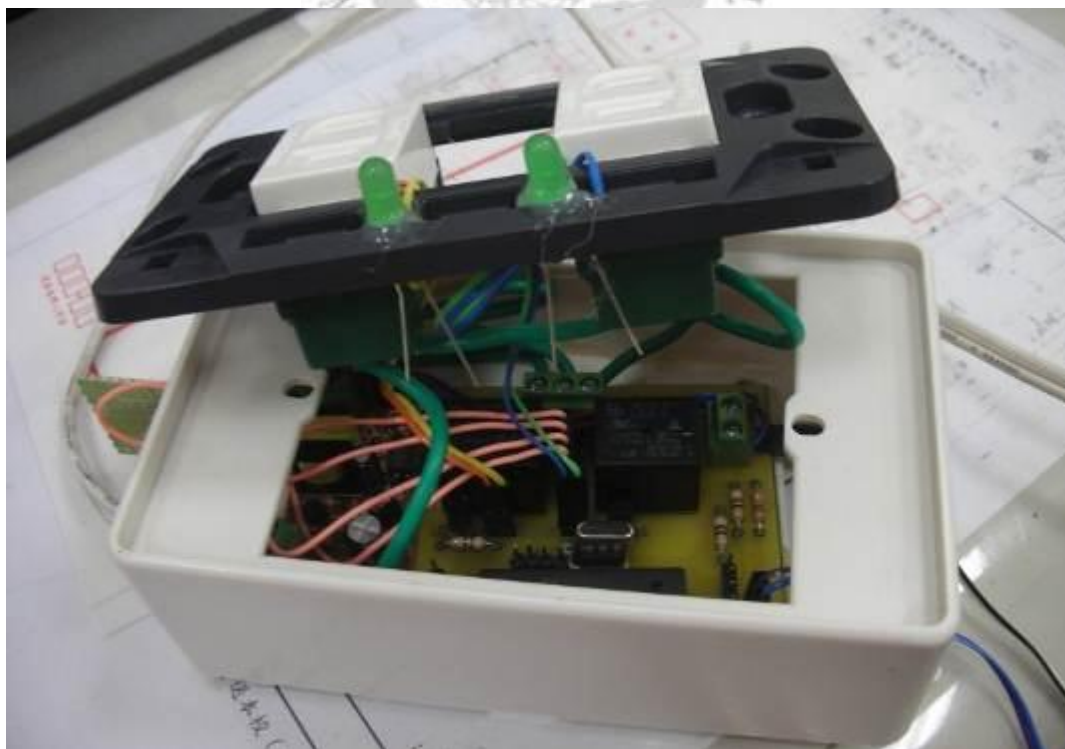


圖 4.5 將模組加入開關盒中



圖 4.6 加入模組後之開關盒外觀

4.3 無線控制測試

在無線控制測試這部分，我們將看到使用者在手機及網頁上所看到的畫面，首先我們看到網頁的部分，圖 4.7 為我們網頁的使用者介面，他將功能劃分的很清楚，由上而下分別為電器選擇、啟動顯示、手動按鈕最後時間設定，在圖 4.8 左方可以看到，目前我們所設置的電器有家中常用的五樣較常出現待機狀況的產品，依照不同的選擇來做狀態控管的部分，右方的時間管理目前是以五分鐘為一個區間供使用者作選擇，使用者可以選擇時間到後要做開啟或關閉的動作。



圖 4.7 使用者介面網頁版外觀

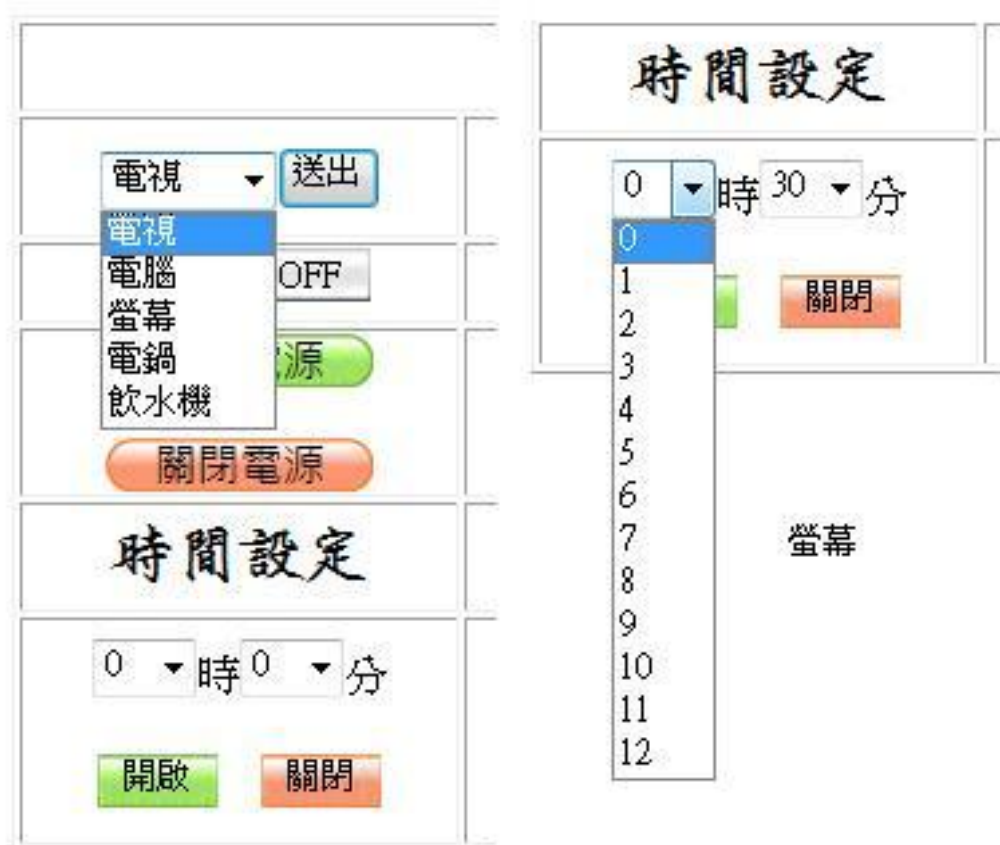


圖 4.8 網頁版之家電選擇與時間控制

接著是手機應用程式的使用者介面如圖 4.9 所示，使用者在進入應用程式之後就會直接進入手動模式，按下按鈕就可以進行開啟或關閉的動作，在經過長壓(約 3 秒)之後進入到時間管理模式，如圖 4.10 所示，在時間管理的部分，使用者可以直接選取要開啟或關閉的時間點，按下啟動之後系統將會將時間紀錄，並在相對應的時間點上進行啟動或關閉的動作。



圖 4.9 使用者介面手機版



圖 4.10 手機版之時間管理頁面

4.4 節能效果測試

在節能效果的測試中，由於本系統所製作的模組功率消耗較低，因此我們使用較精密的儀器「chroma analyzer 6630 功率分析儀」來做為我們量測的依據，圖 4.11 表示模組已啟動未開啟電源的狀態下功率消耗為 0.827W，而圖 4.12 則是在使用者將模組開啟電源後的功率消耗，可以看到其功率消耗只有 1.58W，下面我們有測量一些家中常用電器的待機，最後在依照所量測的數值做計算來顯示出該模組節能的效果。

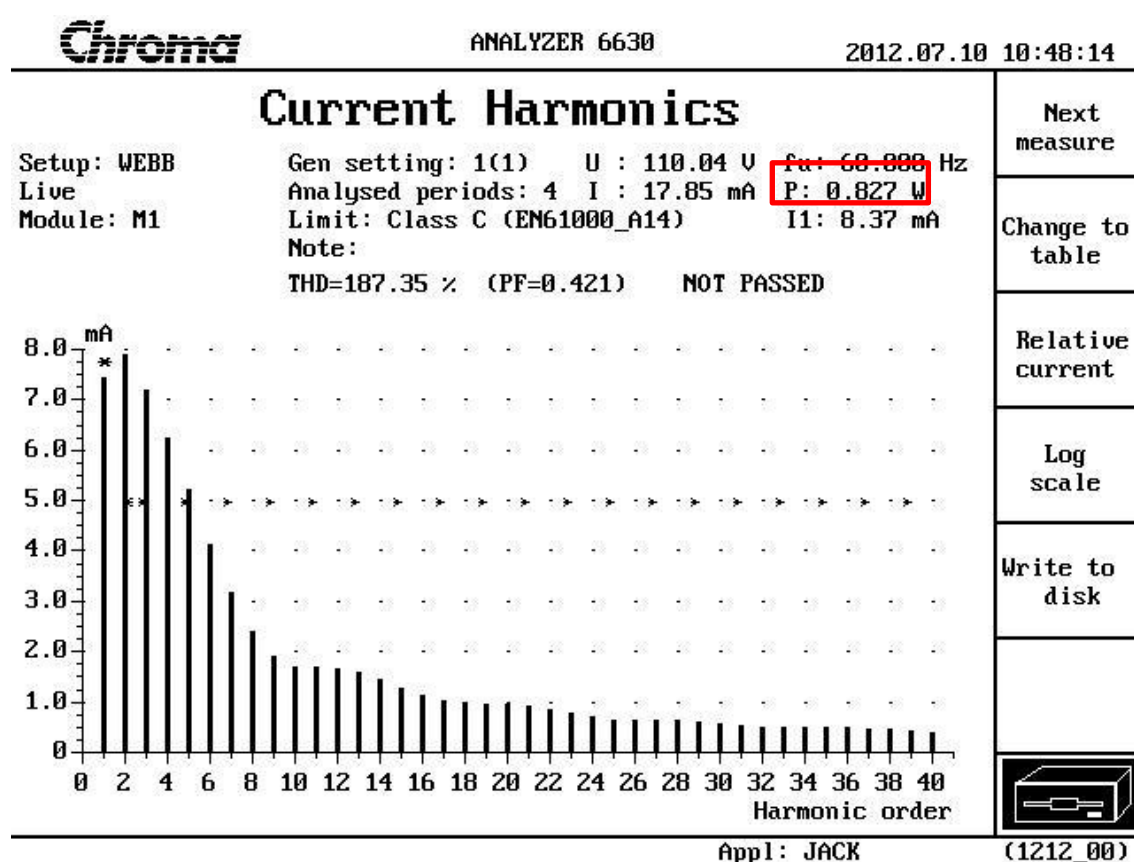


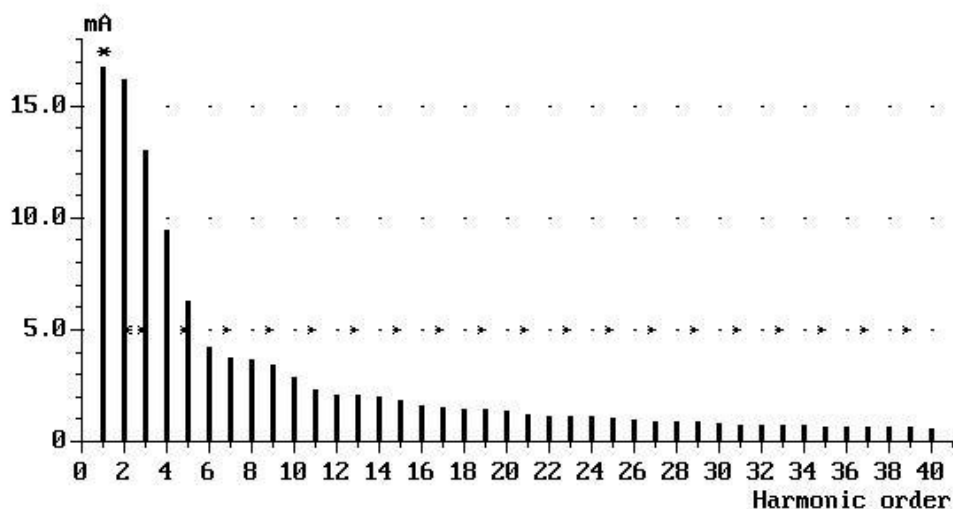
圖 4.11 模組通電尚未啟動時之功率消耗與相關資訊

Current Harmonics

Setup: WEBB
Live
Module: M1

Gen setting: 1(1) U : 110.04 V f_a: 60.000 Hz
Analysed periods: 4 I : 32.00 mA P: 1.58 W
Limit: Class C (EN61000_A14) I1: 18.48 mA
Note:

THD=140.86 % (PF=0.450) NOT PASSED



Appl: JACK

(1212_01)

圖 4.12 模組通電已啟動時之功率消耗與相關資訊

接著下面是家中常用的也是經常處於待機狀態下的電器所量測的數值，我們利用「松大變電家 8 合 1 電源監測器 SPG-26MS」的這台量測器，它可以直接看出我們的家電在待機與使用上所消耗的功率為多少。

首先量測大家每天都會用到的資訊設備桌上型電腦與印表機(HP 2600n)，先分別作量測圖 4.13 為印表機開機之功率消耗有 176W 的功率消耗，圖 4.14 為印表機待機時之消耗功率 11W，圖 4.15 為電腦(賽陽 2.0Hz; power 是 350w; 80G 的 HD)剛開機之功率消耗為 109.8W，其待機之消耗功率為 4W 如圖 4.16 所示。

以及最後大家家中都會有一台，但是卻不一定會經常使用的家電「大同電鍋」，它在接上電源之後的待機高達 36W 如圖 4.17 所示，可以說是耗電量非常可怕的一項電器。



圖 4.13 印表機開機後之功率消耗



圖 4.14 印表機待機時的功率消耗



圖 4.15 電腦剛開機時之功率消耗



圖 4.16 電腦待機功率消耗



圖 4.17 一般電鍋接上插頭未使用之功率消耗

我們綜合了上訴所提到的各項測試，包含了模組與各家電的待機功率消耗，整理出以下的表單如表 8 所示。

表 4.1 待機消耗功率

	待機消耗功率
開關模組(OFF)	0.827W
開關模組(ON)	1.58W
印表機	11W
桌上型電腦	4W
電鍋	36W

我們可以將一天 24 小時切割成兩大區塊，分別為會使用到電器的用電時間與比較不會使用到家電的非用電時間。根據勞委會統計，台灣上班族有 63.9% 的人每日工作時數為 10.4 個小時，有超過兩成的人每日工作時數超過 11 小時，因此我們將工作時間設定為 10.5 個小時，台灣行政院主計處在 95 年所發佈的台灣人平均每日睡眠時間為八小時四十分鐘，因此我們已 8.5 個小時為單位，這兩樣我們歸類為非用電時間，剩下還有 5 個小時為用電時間。我們以最大使用限度為假設，來計算其節省之最小能量，定義出以下方程式，如(4.1)式，該模組節能之效果，如圖 4.18 所示。

$$\left[(24 - T) \times \left(\sum P - M_0 \right) \right] - (T \times M) = S \quad (4.1)$$

其中：

T：用電時間(h)

P：各電器待機功耗(KW)

M₀：模組待機功耗(KW)

M：模組功耗(KW)

S：每日節省功耗(度)

$$T(\text{MAX}) = 5(\text{h})$$

$$\sum P = 11 + 4 + 36 = 0.051(\text{KW})$$

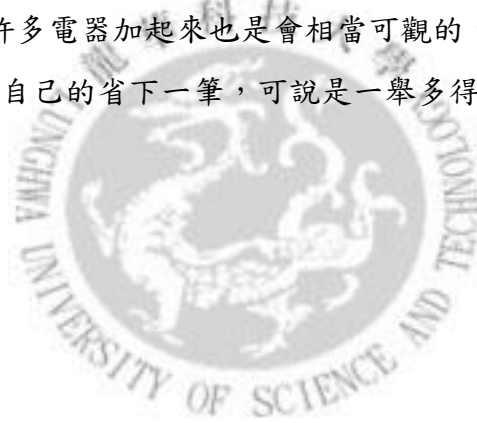
$$M = 1.58 \times 10^{-3} (\text{KW})$$

$$M_0 = 0.827 \times 10^{-3} (\text{KW})$$

$$\begin{aligned} S(\text{min}) &= [(24 - 5) * (0.051 - (0.827 \times 10^{-3}))] - (5 * (1.58 \times 10^{-3})) \\ &= [19 * (51.873 \times 10^{-3})] - 7.9 \times 10^{-3} \\ &= 0.977687(\text{度}) \end{aligned}$$

圖 4.18 節省之能源

雖然看起來並沒有很多，但是一個月約 29.33 度，目前台電(中華民國 101 年 6 月 10 起實施)非營業用電的最低電價為 2.10 元，假若一個用以三十天來計算每用最低可以省下 62 元，許多電器加起來也是會相當可觀的，不但可以達到節能減碳的作用，同時也可以讓自己的省下一筆，可說是一舉多得的一套系統。



第五章 結論與未來展望

5.1 結論

剛開始我們有提到，為了可以使大家的生活更加的人性化與自由化，因此建構了這套無線智慧型節能模組，從硬體架構可以看的出來，的確已經可以小到放置在開關盒中，並且也越來越精美，也因為有 Wi-Fi 及 BT 兩項模組，因此可以在任何地方藉由各種方式連接上網際網路來達到遠端操控的目的，同時也可以在家時利用手機的藍芽裝置來操控開關模組，再由上面的分析我們也可以看的出來，在實際使用上是的確可以有做到實際的節能效果，讓使用者可以對節能出一份心力，同時也可以守住荷包減少電費的支出。

5.2 未來展望

目前在狀態控制與時間控制方面，雖然是本系統很大的特色，同時也是需要再多做改進的部分。第一，在狀態控制方面由於每樣電器都有不同的待機功率，電流的大家也因此有所不同，目前需要先選定電器才能進行判斷，沒有做到可以直接連結上就可以使用，之後或許可以利用比較於前一刻的電流大小差距或是等等其他的方式來自動抓取到電器進入到待機的狀態；第二，在時間管理的部分，網際網路的版本，目前可以控制多久之後可以開啟或關閉電源的開關，但是無法設定在幾點幾分可以開啟或關閉，若是完成這部分在時間控管的部分會更加的完整與便利。

參考文獻

- [1] 大衛 吉森，**BIG&GREEN-邁向二十一世紀的永續建築**，台灣：木馬文化事業股份有限公司，第 2-16 頁(2005)。
- [2] 日本財團法人節約能源中心 <http://www.eccj.or.jp/>
- [3] 王培坤，**Google App Inventor 開發手冊：不會寫程式也能設計你的 APP**，台灣：上奇資訊，第 1-8 頁(2011)。
- [4] 李天啟，**HTML 教學範本**，台灣：基峯資訊股份有限公司，第 4-25 頁(1998)。
- [5] 呂治安，**ZigBee 網絡原理與應用開發**，大陸：北京航空航天大學出版社，第 17-32 頁(2008)。
- [6] 金純，許光辰，孫睿，**Bluetooth TECHNOLOGY 藍芽技術**，台灣：五南圖書出版股份有限公司，第 20-28 頁(2002)。
- [7] 林振漢，張勻碩，游順淳，詹文吉，陳永昕，**無線網路智慧居家監控**，專案報告，修平技術學院，2008。
- [8] 洪茂峰，**無線通訊技術的演進**，期刊，成功大學電機系，2012。
- [9] 孫俊榮，吳明展，盧聰勇，**最簡單的互動設計 Arduino 一試就上手**，台灣：基峯資訊股份有限公司，第 13-33 頁(2011)。
- [10] 翁敏航，**射頻被動元件設計**，台灣：東華書局股份有限公司，第 12-26 頁(2006)。
- [11] 唐雄燕，**無線寬頻存取技術及應用-WiMAX 與 WiFi**，台灣：全華圖書股份有限公司，第 3-12 頁(2007)。
- [12] 陳玉瓊，呂孝文，陳有斌，**紅外線網路通訊元件專題研究報告**，研究報告書，工業技術研究院 光電工業研究所，2005。
- [13] 陳育璋，卓昆範，方煒，**建構居家環境之近端與遠端監控系統**，九十六年度生機/農機科技論文發表會，國立台灣大學生物產業機電工程學系，2005。
- [14] 黃彥碩，陳冠宇，黃允芃，**智慧型家庭節能系統**，專案報告，國立高雄海洋

科技大學，2011。

- [15] 陸臺根，**台灣地區家用設備待機電力之實測與推估研**，台灣電力公司 95 年度研究計畫，國立臺灣海洋大學:電機工程學系，2005。
- [16] 楊文誌，**Google Android 2 程式設計與應用**，台灣：旗標出版股份有限公司，第 8-24 頁(2009)。
- [17] 曾吉弘、蔡宜坦、黃凱群、賴偉民、盧玟攸、施力維，**Android 手機程式超簡單！！App Inventor 入門卷**，台灣： 馥林文化，第 3-9 頁(2012)。
- [18] 廖珮君，**智慧家庭核心從自動控制技術開始**，台灣：巨思文化股份有限公司，第 42-45 頁(2009)。
- [19] 蓋索林，**Google! Android 手機應用程式設計入門**，台灣：統一元氣資產管理股份有限公司，第 2-19 頁(2009)。
- [20] 賴明伸，**各國能源使用產品節能技術之實施現況與發展趨勢**，工業技術研究院，專案報告，2004。
- [21] 謝正璋，陳彥淳，黃興良，柯政佑，**無線感測應用日常生活**，專案報告，修平技術學院，2009。
- [22] 螺絲起子研究室，**DIY 高手密季系列—共用 WI-FI 無線網路實務**，台灣：文魁資訊股份有限公司，第 25-32 頁(2003)
- [23] Android Developers, What is available <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>
- [24] ATmega, "ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P", *ATmega*, technical report(2011).
- [25] Dae-Man Han, Jae-Hyun Lim,, "Smart Home Energy Management System using IEEE 802.15.4 and ZigBee", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, **56**,1403-1410(2010).
- [26] Energy Efficient Strategies and Energy Consult, "Appliance Standby Power Consumption: Store Survey 2004", *NAEEEC* (2004).
- [27] Espoo, Finland, "Healthy Building Conference", *HB '2000*(2000).

- [28] Garfinkel, Simson, "Android Calling", *Technology Review*, **111**, 88-90(2008).
- [29] "Guidelines for Measurement of Standby Power Use In Response to Executive Order 13221", *Version June 6*(2002).
- [30] IEC Standby Test Method-Final Draft International Standard released in February 2005 with close of comments and voiting on 15 April 2005 :
<http://www.energyrating.com.au/library/detailsiec-standbydraft.html>
- [31] Lawrence Berkeley National Laboratory Standby Electricity Website :
<http://standby.lbl.gov>
- [32] Maastricht, Netherlands, "Sustainable Building Conference", *SB'2000 & GBC2000*,(2000).
- [33] Petronel Bigioi, Alexandm Cucos, Peter Corcoran, Charlie Chahil, Karl Lusted," Transparent, Dynamically Configurable RF Network Suitable for Home Automation Applications", International Conference on Consumer Electronics(1999).
- [34] Rogers, Lombardo, Mednieks and Meike, "Android Application Development", *London : O'Reilly Media*(2009).
- [35] Hiroshi Kanma, Noboru Wakabayashi, Ritsuko Kanazawa, Hiromichi Ito, "Home Appliance Control System over Bluetooth with a Cellular Phone", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, **49**, 1049-1053(2003)
- [36] Tam Van Nguyen, Dong Gun Lee, Yong Ho Seol, Myung Hwan Yu, Deokjai Choi, "Ubiquitous Access to Home Appliance Control System using Infrared Ray and Power Line Communication", *ICI 2007. 3rd IEEE/IFIP International Conference in Central Asia on Internet*, 1-4 (2007).
- [37] Ye Yingcong, Li Binqiao, Gao Jing, Sun Yehui, " A Design of Smart Energy-saving Power Module", *IEEE Conference on Digital Object Identifier*, 898-902(2010).