

# 修平科技大學 電機工程系

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
AND

## 實務專題報告書

### 無線網路遠端控制 IR 家電



指導老師：趙時勉

專題製作學生：

四技電四甲 張哲瑋 BD99049

四技電四甲 洪榮澤 BD99106

中華民國 一百零三年 三月 三十日

# 目錄

目錄 .....	1
摘要.....	2
第一章 緒論 .....	3
1-1 動機 .....	3
1-2 目的 .....	4
第二章 相關原理介紹 .....	5
2-1 紅外線介紹 .....	5
2-1-1 紅外線訊號協議 .....	6
2-1-2 CC2530 晶片功能介紹 .....	12
2-1-3 FM-6038 紅外線接收器介紹 .....	14
2-1-4 紅外線發射二極體介紹 .....	17
2-2 ZIGBEE 介紹 .....	18
2-3 XAMPP 介紹 .....	21
2-4 Hypertext Preprocessor 介紹 .....	21
第三章 軟硬體規畫與製作 .....	23
3-1 裝置規畫 .....	23
3-2 繪製電路 .....	24
3-3 硬體製作圖 .....	25
3-4 紅外線訊號擷取 .....	26
3-4-1 紅外線訊號格式 .....	31
3-5 晶片韌體程式 .....	32
3-6 紅外線訊號發射程式 .....	33
3-7 PHP網頁控制頁面 .....	35
第四章 系統整合測試 .....	37
4-1 音響測試 .....	37
4-2 電視遙控測試 .....	36
4-3 冷氣測試 .....	38
第五章 結論 .....	39
參考文獻 .....	40

## 摘要

紅外線已遍布各家庭電器中，短期中紅外線技術是不可取代的，因此透過 WiFi、ZigBee 等多種無線網路技術整合家電控制器並進行資料傳輸，搭配電腦及 WIFI 行動控制，達到遠端控制紅外線效果。

整合嵌入式晶片 Zigbee 網路與紅外線技術，製作一組可一對多組紅外線裝置的 Zigbee-IR 模組，可提供多種網路傳輸管道，遙控距離範圍擴大，控制目前家庭中常見的紅外線遙控家電設備，如冷氣，音響，電視。完成的功能有：1. 使用 Zigbee 遙控器透過 Zigbee-IR 傳輸控制家電。2. 使用 PC 電腦架設 Apache 網站，撰寫 PHP 網頁監控程式，Internet 網路傳輸，提供遠端電腦或行裝置控制紅外線遙控家電。3. 使用智慧手機，透過 WiFi-Zigbee-IR 網路傳輸功能控制紅外線遙控電器裝置。

# 第一章

## 緒論

### 1-1 動機

紅外線通訊傳輸雖然容易受到環境影響，但是低成本的特性使得廣泛使用在家電產品遙控器上，使得居家生活品質大幅提昇。以電視而言，早期電視尚未使用遙控器時，開關電視、切換頻道或調整音量大小都必須起身走至電視旁。而現在因為紅外線的應用發展，看電視時無需再起身切換頻道，可以直接在沙發上隨心所欲切換想要觀看的電視節目。

紅外線的缺點，無法穿越不透光的物體、容易受雜訊與光線的干擾、傳輸距離短，正式紅外線一直無法擴大的原因。

當前大家熟知的網際網 (Internet)，主要的通訊傳輸見面包括有線的 Ethernet 網路，無線網路則以的 Wi-Fi 為主。當網際網路跨進到物聯網過程中，由於物聯網上的各種設備使用的網路通訊介面都不盡相同，因此監控平臺必須具備整合不同裝置介面的功能。目前最常使用的監控網路有 RS-485 與 Ethernet 網路，無線的監控部份則以紅外線遙控與無線射頻識別-RFID 為主。當物聯網的節點不斷的擴充，RFID 技術有其侷限性。近年來發展迅速的無線感測網路(Wireless Sensor Network)- Zigbee 具有低傳輸速率、低功耗、低成本、高度擴充性等特色，應用於安全監控、數位家庭控制、物流追蹤與居家照護等工業及家庭自動化控制領域，未來前景看好。此外，最新智慧型手機、平板電腦、筆記型電腦等行動裝置逐漸普及，搭配 Wi-Fi 無線網路、藍芽通訊傳輸，可以無所不在的監控遠端的設備裝置，若能結合進入物聯網，將可帶動新一波智慧型行動監控風潮，提供人們一個便捷、舒適的智慧生活。

ZigBee 是一項新興的無線感測器網路(wireless sensor network, WSN) 技術，滿足市場對支援低資料速率、低功耗、安全可靠的低成本無線網路的需求。其 ZigBee 一詞分別是由 Bee 蜜蜂與 ZigZag 一種字形舞蹈所結合出來的，描述蜜蜂發現食物時以舞蹈方式通知遠方同伴位置與距離等訊息，以此為一個簡單的無線通訊概念而產生的一個方案。

學長曾經使用紅外線邏輯分析儀、ZigBee 網路監控系統，已做到紅外線訊號抓取解讀、自動調變冷氣溫度、電腦遠端監控，未做到網際網路遠端控制及網頁介面整合。

## 1-2 目的

使用嵌入式晶片 Zigbee 網路與紅外線技術, 製作一組可一對多組紅外線裝置的 Zigbee-IR 模組, 提供多種網路傳輸管道, 遙控距離範圍擴大, 控制目前家庭中常見的紅外線遙控家電設備。針對紅外線的缺點以及未做到的部分, 我們開始對紅外線的距離、網際網路遠短控制進行研究, 改良紅外線硬體架構增加紅外線距離, 無須多個 Zigbee-IR 模組, 一個空間只須放置一個節點, 並能提供所有紅外線電器使用, 藉由 XAMPP 設立 PHP 網頁做無線遠端網路控制, 搭配自製的 Zigbee-IR 模組及監控系統。

## 第二章

# 相關原理介紹

### 2-1 紅外線介紹

公元 1666 年，艾薩克·牛頓發現光譜並測量出 400nm~700nm 是可見光的波長。1800 年 4 月 24 日，英國倫敦皇家學會威廉·赫歇爾發表太陽光在可見光譜的紅光之外還有一種不可見的延伸光譜，具有熱效應。他所使用的方法很簡單，用一支溫度計測量經過稜鏡分光後的各色光線溫度，由紫到紅，發現溫度逐漸增加。當溫度計放到紅光以外的部份，溫度仍持續上升，從而斷定有紅外線的存在。

紅外線 (Infrared Radiation)，俗稱紅外光，是波長介乎微波與可見光之間的電磁波，波長在 770 納米至 1 毫米之間，在光譜上位於紅色光外側，具有很強熱效應，並易於被物體吸收，通常被作為熱源。國際照明委員會 (CIE) 建議將紅外線區分為三個類別 [1]：即紅外線—A (700nm—1400nm)、紅外線—B (1400—3000) 和紅外線—C (3 $\mu$ m—1mm)。我們平常所說的近、中、遠紅外是指 ISO20473 [2] 關於紅外線的分類，它將紅外線分為近紅外 (NIR, 波長 0.78—3 $\mu$ m)、中紅外 (MIR, 波長 3—50 $\mu$ m) 和遠紅外 (FIR, 波長 50—1000 $\mu$ m)。

### 紅外線通信簡介

紅外通信是利用 950nm 近紅外波段的紅外線作為傳遞信息的媒體。發送端將基帶二進制信號調製為一系列的脈衝串信號，通過紅外發射管發射紅外信號。接收端將接收到的光脈轉換成電信號，再經過放大、濾波等處理後送給解調電路進行解調，還原為二進制數字信號後輸出。常用的有通過脈衝寬度來實現信號調製的脈寬調製 (PWM) 和通過脈衝串之間的時間間隔來實現信號調製的脈時調製 (PPM) 兩種方法。簡而言之，紅外通信的實質就是對二進制數字信號進行調製與解調，以利用紅外信道進行傳輸；紅外通信接口就是針對紅外信道的調製解調器。

### 紅外線通訊特點

紅外通訊技術是目前在世界範圍內被廣泛使用的一種無線連接技術，被眾多的硬件和軟件平台所支持：

- (1) 通過數據電脈沖和紅外光脈沖之間的相互轉換實現無線的數據收發；
- (2) 主要是用來取代點對點的線纜連接；
- (3) 新的通訊標準兼容早期的通訊標準；

- (4) 小角度(30 度錐角以內)，短距離，點對點直線數據傳輸，保密性強；
- (5) 傳輸速率較高，目前4M 速率的FIR 技術已被廣泛使用，16M 速率的VFIR 技術已經發布
- (6) 不透光材料的阻隔性，可分隔性，限定物理使用性，方便集群使用：紅外線技術是限定使用空間的。在紅外不傳輸的過程中，遇到不透光的材料，如牆面。它就會反射，這一特點，確定了每套設備之間，可以在不同的物理空間裡使用。
- (7) 無頻道資源佔用性，安全特性高：紅外線利用光傳輸數據的這一特點確定了它不存在無線頻道資源的佔用性，且安全性特別高。在限定的空間內使用進行竊聽數據可不是一件容易的事。
- (8) 優秀的互換性，通用性。因為採用了光傳輸，且限定物理使用空間。紅外線發射和接收設備在同一頻率的條件下，可以相互使用。
- (9) 無有害輻射，綠色產品特性：科學實驗證明，紅外線是一種對人體有益的光譜，所以紅外線產品是一種真正的綠色產品。此外，紅外線通信還有抗干擾性強，系統安裝簡單，易於管理等優點。

## 紅外線通訊總結

紅外線通訊屬於無線通訊技術的一種，不需要實體連接，簡單易用且成本低廉，因此受到廣泛的應用，如電腦、PDA、手機之間的資料傳輸或是電視機、冷氣機等家電用品的遙控器。但紅外線並不適合在障礙較多的地方進行傳輸，且傳輸距離短、傳輸速率不高，故在實際應用上受到了許多限制。為了整合多種設備之間通訊傳輸問題，在1993 年成立了紅外線數據協會(IrDA, Infrared Data Association)，以建立統一紅外線通訊標準。1994 年時發表了IrDA1.0 規範。目前市面上的紅外線產品所使用的規格除了IrDA 規範之外，還有部分廠商自行開發出紅外線規格，如NEC 的PD6122 及Philips 的RC-5、RC-6。

### 2-1-1 紅外線訊號協議

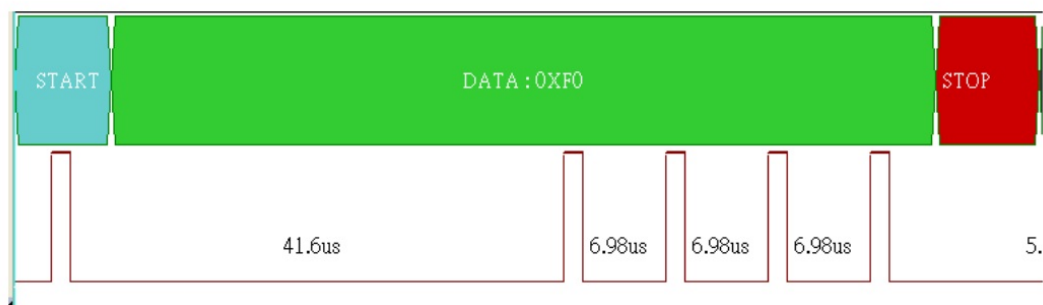
IrDA (Infrared Data Association) 定義了一套規範，或者稱之為協議，每一層建立在它的下一層之上，使建立和保持無差錯(誤碼率為 $10^{-9}$ ) 數據傳輸成為可能。IrDA 標準包括三個強制性規範：

物理層 IrPHY (The Physical Layer)；連接建立協議層 IrLAP (Link Access Protocol)；連接管理協議層 IrLMP (Link Management Protocol)。每一層的功能是為上一層提供特定的服務。其中物理層的硬件實現是整個規範的焦點，處於最底層，其它兩層屬於軟件協議的範圍，負責對它下一層進行設置和管理。紅外數據連接物理層規範110 定義了數據傳輸率最高到

11512Kbps 的紅外通信；規範111 將數據傳輸率提高到4Mbps，並保持了對版本110 產品的兼容；規範112定義了最高速度為11512Kbps 下的低功耗選擇；規範113 將這種低功耗選擇功能推廣到1.1152Mbps 和4Mbps。

## IRDA 紅外線協定

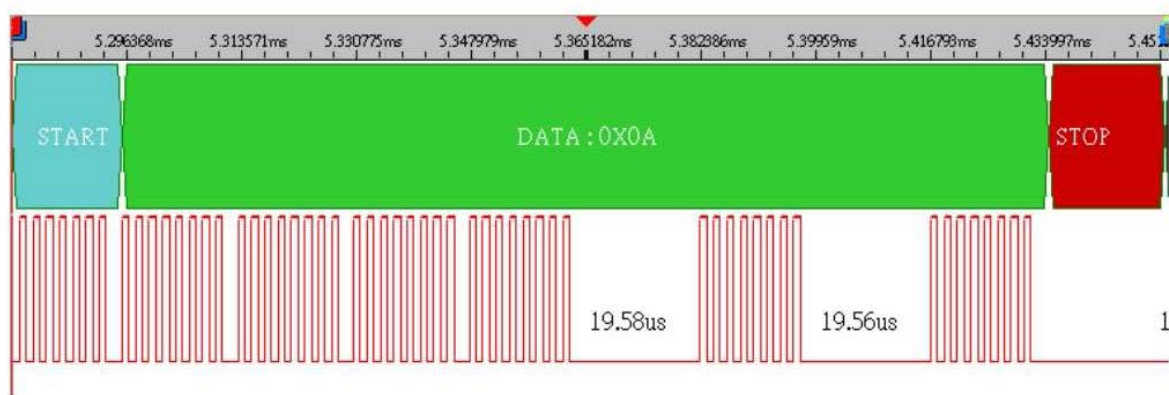
IRDA SIR 傳輸速率為2.4Kbps ~ 115.2Kbps，採用標準非同步傳輸。訊號格式為起始位元（1位元、邏輯0）、資料位元（8位元）以及結束位元（1位元、邏輯1）。訊號編碼使用RZ Encoding，當邏輯0使用脈波表示，其寬度為一個位元長度的3/16（在傳輸速率為115.2Kbps時為1.63us）；邏輯1則無脈波信號（如圖 2-1-1.1所示），在每次傳輸之間，發射器並不發送任何信號，而每次都由一個起始位開始。IRDA1.1格式另外規範了SIR-B模式，也就是在各種傳輸速率下，都維持固定的脈波寬度1.63us。



(圖 2-1-1.1)IRDA SIR 封包格式

## ASK 紅外線協定

ASK(OOK) IR 傳輸速率從9.6kbps 至57.6Kbps，也是採用非同步模式，但所使用的編碼方式為有載波的RZ Encoding，當邏輯0 是送出500KHz的脈波信號，則邏輯1 則無脈波信號(如圖 2-1-1.2所示)。



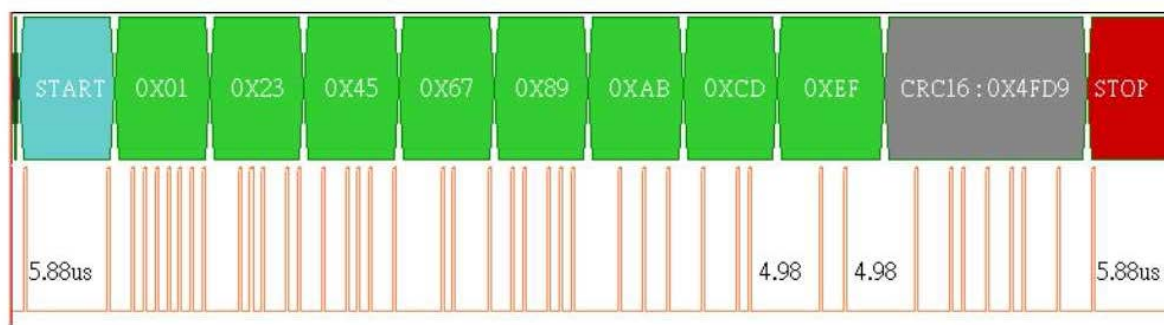
(圖 2-1-1.2)ASK IR 封包



## IRDA HDLC 紅外線協定

IRDA HDLC 傳輸速率從0.567Mbps 至1.152Mbps，採用非同步傳輸模式。編碼方式類似IRDA SIR（即邏輯0—有脈波信號，邏輯1—則無脈波信號）。但脈波寬度為一個位元長度的四分之一。資料框的格式符合HDLC 協定。資料框起始與結束都是01111110；而在資料框中可由位元填充機制來處理連續6 個1 的情況。也就是保證傳輸的資料框中不能有同時6 個1 的出現(如圖 2-1-1.3所示)。

另外，在每個資料框中再插入16 個CRC 校驗以控制資料的完整性。IRDA HDLC 設定模組中可自行定義資料位元長度。



(圖 2-1-1.3)IRDA HDLC 封包

## IRDA FIR 紅外線協定

IRDA FIR 也稱為IRDA 4PPM，傳輸速率為4Mbps，使用同步模式。但編碼方式較複雜，每對相鄰的位由位置脈波碼來進行編碼，即00->1000 (0x08)，01 -> 0100 (0x04)，10 -> 0010 (0x02)，11 -> 0001(0x01)（依每四個位一組的順序，1 則在該符號寬度相對應的四分之一時間送出脈波）(如圖 13 所示)。這種編碼方式比起前面的來，可以使LED 減少切換頻率一半以上。這種接收的脈波平均頻率的一致性可以讓接收器更容易適應外來的照射。

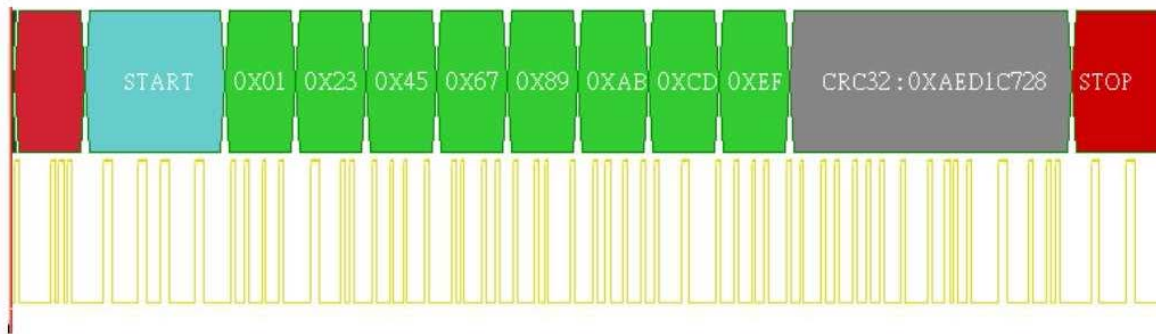
另外，在每一個資料框中使用32 位元的CRC 控制資料完整性。除了資料框外，傳輸的封包中還必須要有跟資料框區別的Preamble、Start 以及 Stop，並定義：

Preamble 為1000 (0x08)、0000 (0x00)、1010 (0x0A)、1000 (0x08)

共16 個編碼，

Start 為0000 (0x00)、1100 (0x0C)、0000 (0x00)、1100 (0x0C)、0110 (0x06)、0000 (0x00)、0110 (0x06)、0000 (0x00)共32 個編碼，

Stop 為0000 (0x00)、1100 (0x0C)、0000 (0x00)、1100 (0x0C)、0000 (0x00)、0110 (0x06)、0000 (0x00)、0110 共32 個編碼。



(圖 2-1-1.4)IRDA FIR 封包

IrDA 規範內除了IrDA PHY 之外，尚有其他不同種類的定義。

IrLAP 指紅外線通訊技術的鏈路存取協定層，IrLAP 是將HDLC 協定做些許修改，使其適合紅外線通訊，當有兩個以上的裝置存在時，僅有一個裝置會被指定為MASTER，而其他的裝置都會當做SLAVE。通訊採用半雙工模式。IrLAP 描述建立、編號、結束連線的程序。連線剛開始建立的時候傳輸速率為9600bps，之後再將兩個裝置間傳輸速率改成均能支援的最高速率（9.6Kbps、19.2Kbps、38.4Kbps 或115.2Kbps）。

IrLMP 指紅外線通訊技術的鏈路管理協定層，規範在IrLAP 層上方。一個裝置藉由IrLMP 通知其有效範圍內的其他裝置其存在，也就是可藉由移近一個新裝置，或是移走一個裝置來變更連線組態。IrLMP 的功用包含裝置功能的偵測，資料串的處理以及在多裝置可提供存取架構下提供多工處理。

Tiny TP 指紅外線通訊技術的傳輸協定層，Tiny TP 與TCP 協定類似，功能包含在裝置之間提供虛擬通道服務、錯誤處理以及將資料打包成為封包，再藉由封包組合成原本資料。IrLAN 提供存取區域網路的功能，允許發送Ethernet 與Token Ring的DATA FRAME。要使用紅外線存取區域網路需要具備IRDA 介面以及連接至網路伺服器的裝置以及用戶端操作軟體。

IrOBEX 紅外線物件交換協定，是一種定位於Tiny TP 之上，利用GET 及PUT 命令在裝置之間進行二位元資料交換。市面上常見的IRDA 產品除了IrDA 所定義的部份之外，也有一些由製造商所自行定義的傳輸規範，如ECPD6122 或Philips 的RC-5、RC-6。NEC PD6122 紅外線協定。

## NEC PD6122 紅外線協定

一個完整的NEC PD6122 編碼包括引導碼（header code）、用戶編碼（custom code）、按鍵資料碼(data code)以及反向按鍵資料碼（/data code）(如圖 2-1-1.5所示)。



(圖 2-1-1.5)NEC PD6122 封包格式

## NEC-IR 紅外線協定

NEC-IR 的編碼方式是以載波的狀態及長度來顯示訊號正負邏輯狀態，邏輯0 的編碼是一段載波跟一段較短的閒置時間組成，1 的編碼是一段載波跟一段較長的閒置時間組成，其時間長度有嚴格的規定。載波則是由固定頻率的脈衝組成(如圖 2-1-1.6所示)。



(圖 2-1-1.6)NEC PD6122 資料封包

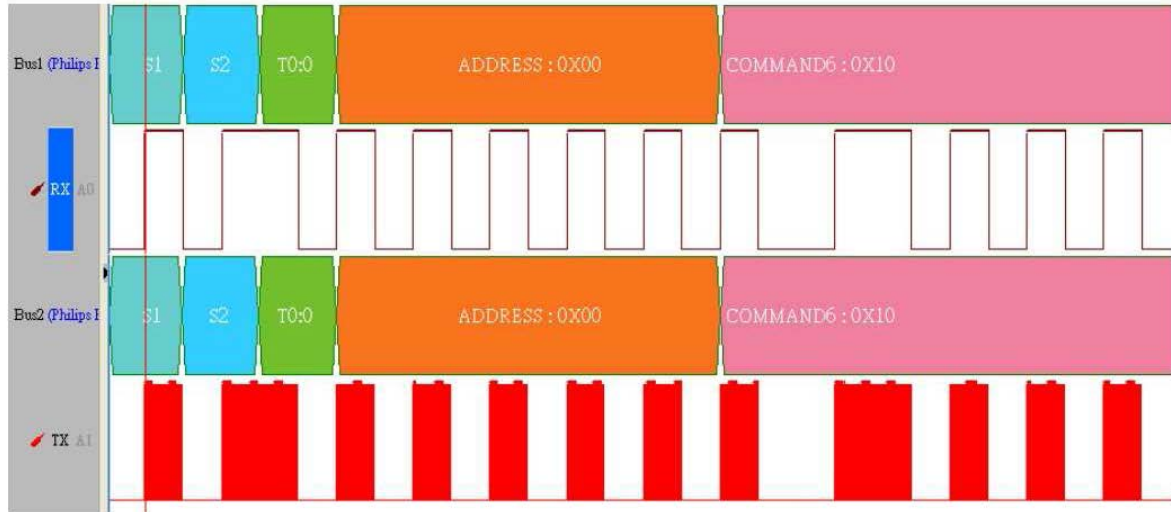
由圖可看出MSB 至LSB 所解碼出的資料為01000101 = 0X45。

## Philips RC-5 紅外線協定

RC5 紅外線格式是飛利浦公司制定的一種紅外線信號協定，雖然飛利浦早已經制定了更為全面的RC6 標準，但是目前大多數飛利浦電子產品還是採用的RC5 紅外線格式(如圖 2-4-1.7所示)。飛利浦RC5 紅外線信號使用36KHz 做為載波，每發送一位元資料需使用64 個載波週期(約1.778MS)，紅外線發送的時間和閒置時間各佔一半(889US)。也就是紅外信號資料傳送為32 個載波週期，閒置時間同樣是32 個載波週期。

如果資料傳送在前半段，閒置時間在後半段表示邏輯0，如果閒置時間

在前半段，資料傳送在後半段則表示邏輯1。若為接收端模式時，使用曼徹斯特編碼。圖為Philips RC-5 封包格式，其中RX 通道為RC-5 接收端、TX 通道為RC-5 發送端。



(圖 2-1-1.7)Philips RC-5 封包格式

## Philips RC-6 紅外線協定

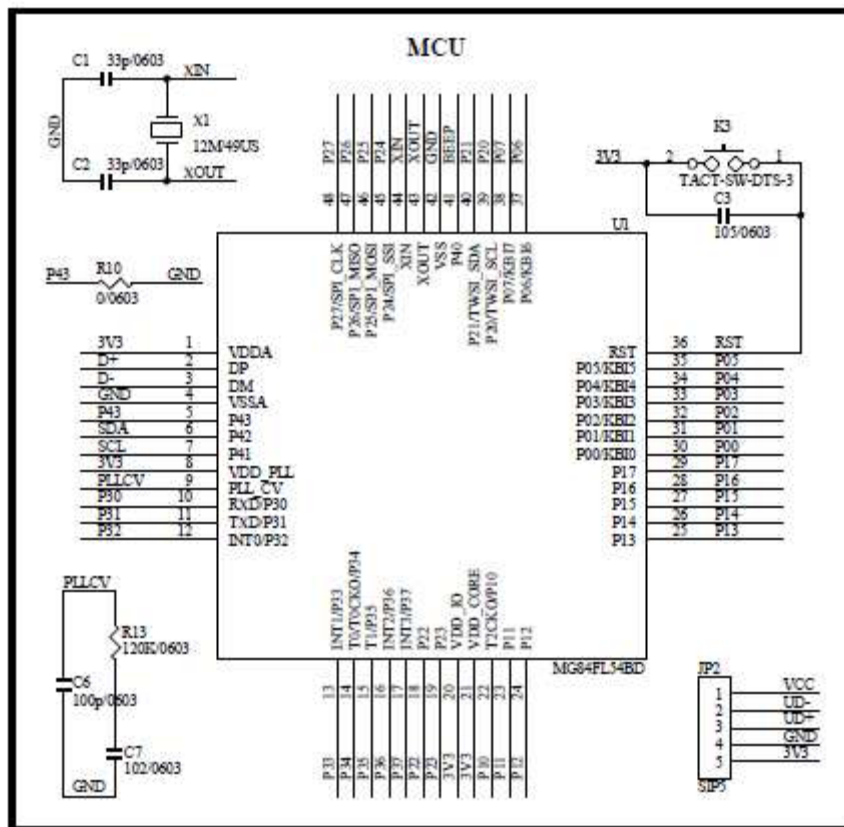
RC6 紅外線格式與RC5 類似。RC-6 紅外線信號使用36KHz 做為載波，每發送一位元佔用32 個載波週期（約889us），資料傳送時間與閒置時間各佔16 個載波週期（444us）。也就是紅外信號發送時段為16 個載波週期，空閒時段同樣是16 個載波週期。如果資料傳送在前半段，閒置時間在後半段表示邏輯0，如果閒置時間在前半段，資料傳送在後半段則表示邏輯1。若為接收端模式時，使用曼徹斯特編碼。

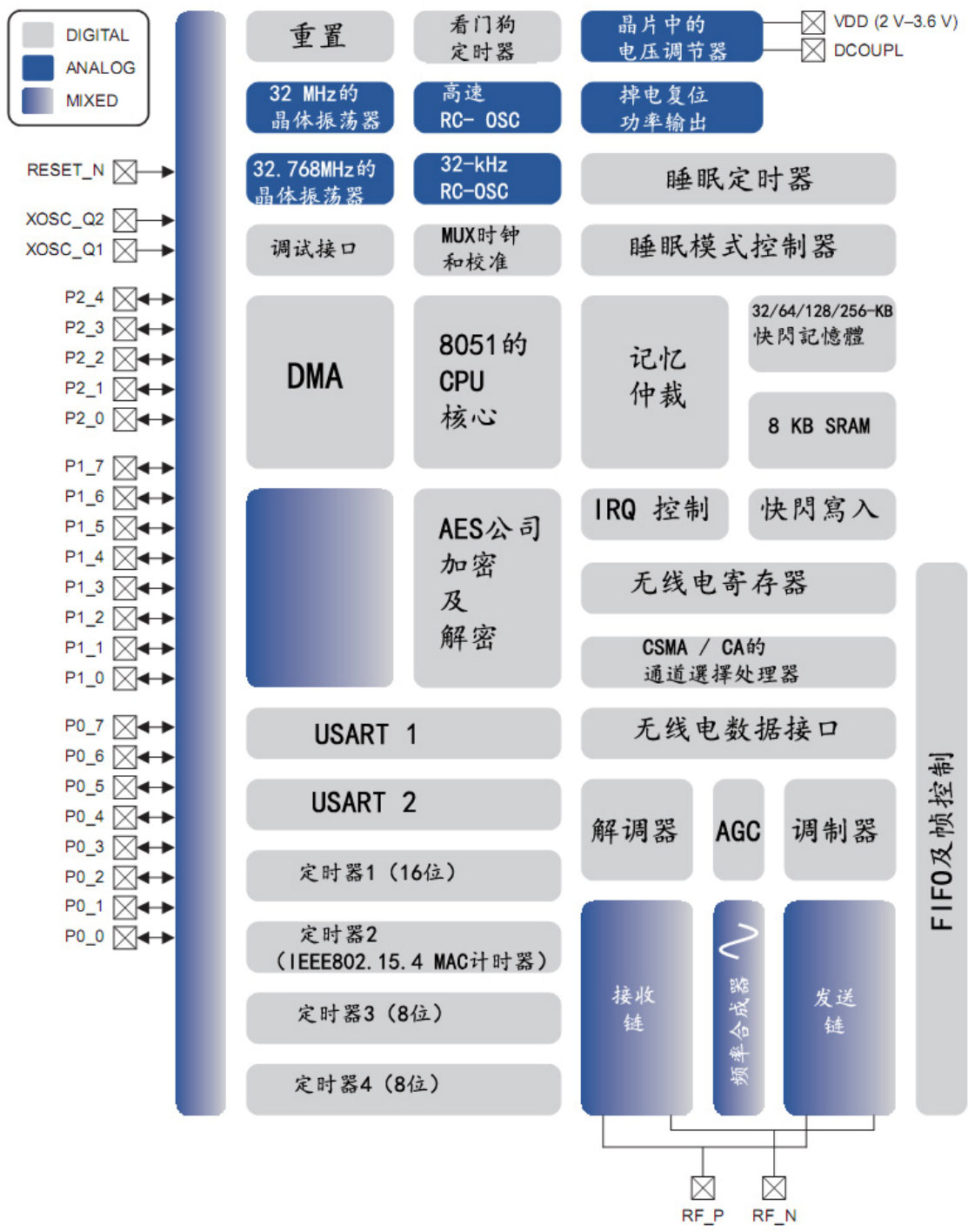
## 紅外線總結

紅外線通訊傳輸雖然容易受到環境影響，但是低成本的特性使得廣泛使用在家電產品遙控器上，使得居家生活品質大幅提昇。以電視而言，早期電視尚未使用遙控器時，開關電視、切換頻道或調整音量大小都必須起身走至電視旁。而現在因為紅外線的應用發展，看電視時無需再起身切換頻道，可以直接在沙發上隨心所欲切換想要觀看的電視節目。

## 2-1-2 CC2530 晶片功能

本系統的無線感測裝置皆使用德州儀器公司(TI)於2009 年推出SOC 晶片-CC2530。這顆晶片是TI 公司專為 IEEE 802.15.4、ZigBee、ZigBee RF4CE 與 Smart Energy 應用量身訂做。擁有高達 256 KB 容量的大型快閃記憶體，CC2530 特別適合 ZigBee PRO 的應用。64 K 與以上的版本將針對 ZigBee RF4CE 支援新的 RemoTI™ 堆疊，這是業界第一個符合 ZigBee RF4CE 之協定堆疊，同時加大的記憶體容量能讓單晶片 OTAD (Over The Air Download) 支援系統內再編程。此外，CC2530 將完全整合的高效能 RF 收發器、8051 MCU、8 KB RAM、32/64/128/256 KB 快閃記憶體，與其他威力強大的功能與周邊相結合。CC2530 系統晶片基本電路圖如圖所示。圖為系統方塊圖。

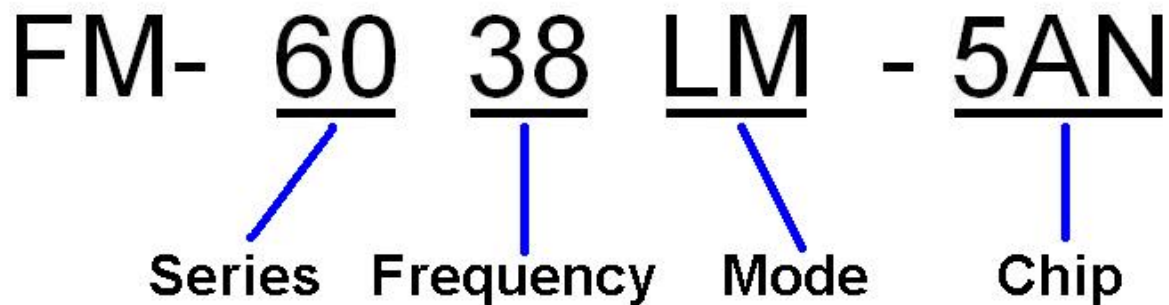




(圖 2-1-2.2)CC2530 方塊圖

## 2-1-3 FM-6038 紅外線接收器介紹

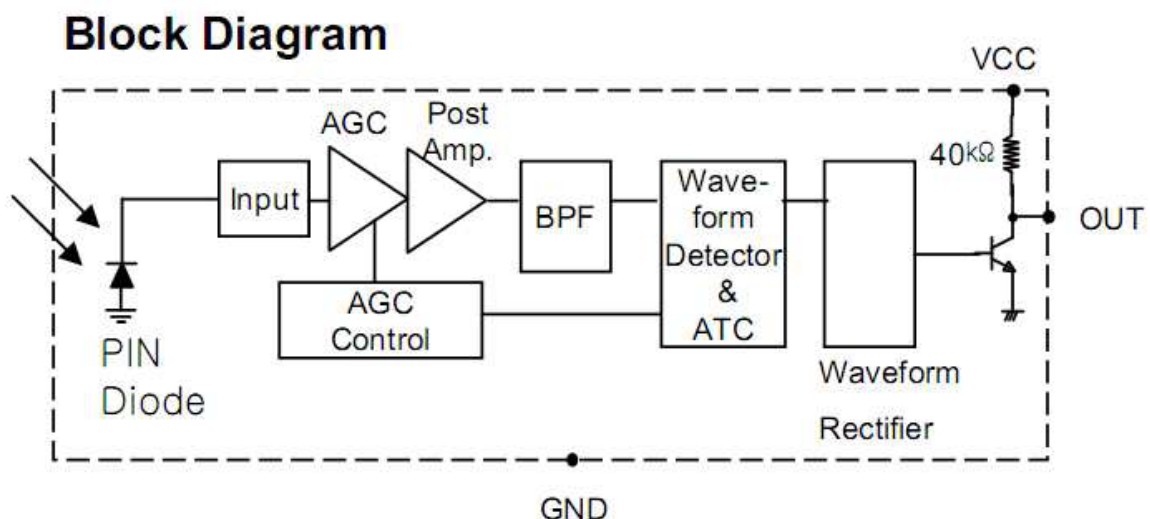
FM-6038TN2-5AN 是紅外線遙控器接收模組。模組體積小，重量輕，且僅消耗低電源。模組已改良使用樹脂作為外殼，輸出信號可直接由一個解碼微處理器解調。主要的好處是即使在幹擾很強的環境下也可以保護輸出訊號不會失真。(如圖 2-1-3.1所示為編號意義)



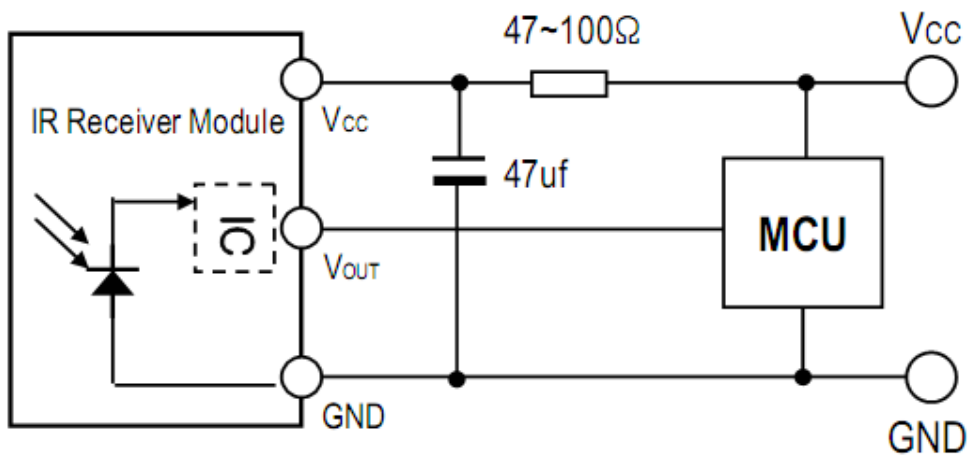
(圖 2-1-3.1)紅外線接收器編號意義

## FM-6038TN2-5AN 紅外線接收器特性

FM-6038TN2-5AN 的電源電壓範圍為2.7V至6 V，可兼容TTL 和 CMOS、同時具備光檢測器和前置放大器在晶片中。而且含有內部濾波器，PCM 頻率，集電極開路輸出（內置升壓電阻（40K）輸出低電平增強抗各種干擾光在額定條件下不發生干擾脈衝輸出引腳。在升壓後的穩定時間短（低於1 毫秒），符合RoHS 規格。(如圖 2-1-3.2~7所示)



(圖 2-1-3.2)接收器內部系統方塊圖



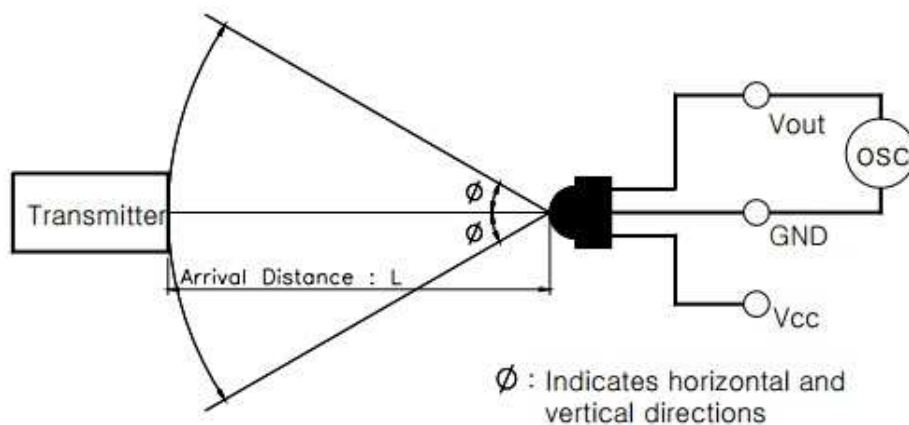
(圖 2-1-3.3)設置RC 濾波器，以抑制電源干擾

**Absolute Maximum Ratings**

( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Supply Voltage	Vcc	6.5	V
Supply Current	Icc	1.5	mA
Output Voltage	Vout	0.2 ~ Vcc	V
Output Current	Iout	2.5	mA
Operating Temperature	T <sub>opr</sub>	-20 ~ +80	°C
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>	-30 ~ +85	°C
Soldering Temperature	T <sub>sd</sub>	260 °C, Max 5 sec	°C

(圖 2-1-3.4)接收器極限參數



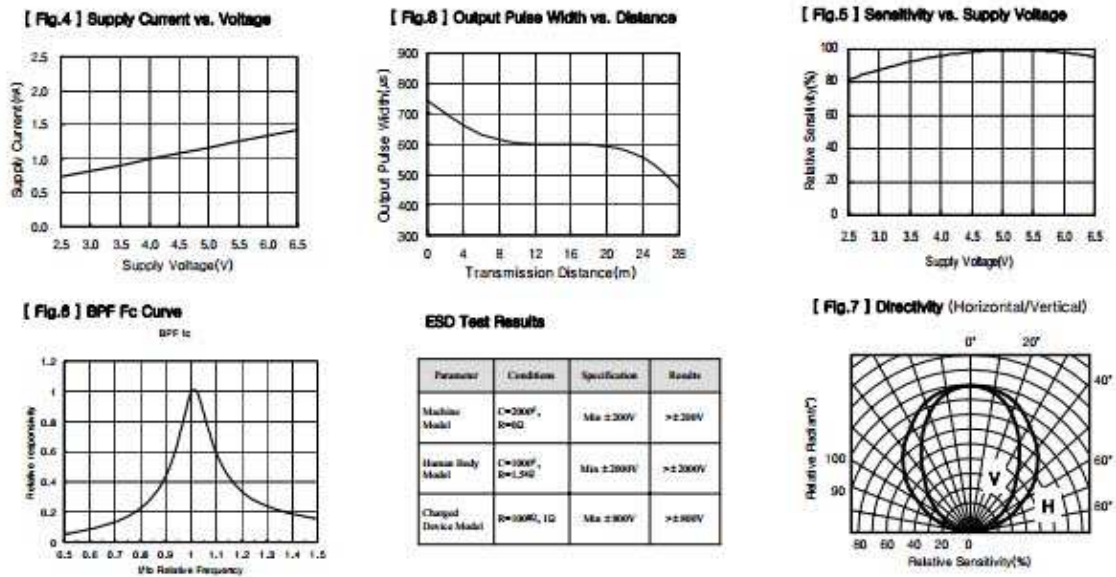
[ Measurement condition for arrival distance ]

(圖 2-1-3.5)接收器接收角度圖



Parameter	Symbol	VCC	Min.	Typ.	Max.	Unit		
Supply Current	ICC	5	0.8	1.2	1.5	mA		
		3	0.6	0.9	1.2			
Max input current	IIN	5	0.5	1.0	1.5	mA	Vin=0	
		3	-	0.15	-			
Output Voltage	Voh	5	Vcc-0.5	-	-	V		
		3	Vcc-0.5	-	-			
	Vol	5	-	0.2	0.4	V		
		3	-	0.2	0.4			
Peak Wave Length	$\lambda_p$	-	-	940	-	nm		
Arrival Distance	L	$\pm 0^\circ$	-	-	15	-	m	Fig. 1,2,3
		$\pm 30^\circ$	-	-	10	-	m	
		$\pm 45^\circ$	-	-	7	-	m	
Max. Voltage Gain	Av	5	70	76	82	dB	fin=37.9kHz Vin=30 $\mu$ Vpp	
		3	66	72	78			
Internal Pull-up Resistor	Rpul	-	36	40	44	k $\Omega$		
BPF Bandwidth	fbw	5	-	3.5	-	kHz	fin=37.9kHz Vin=30 $\mu$ Vpp	
		3	-	3.5	-			
BPF frequency	fc	5	-3.5	fo	+3.5	%		
		3	-5.0	fo	+5.0			
Output Pulse width	Tpw	5	450	600	750	$\mu$ s	Fig. 1,2,8	
		3	450	600	750			

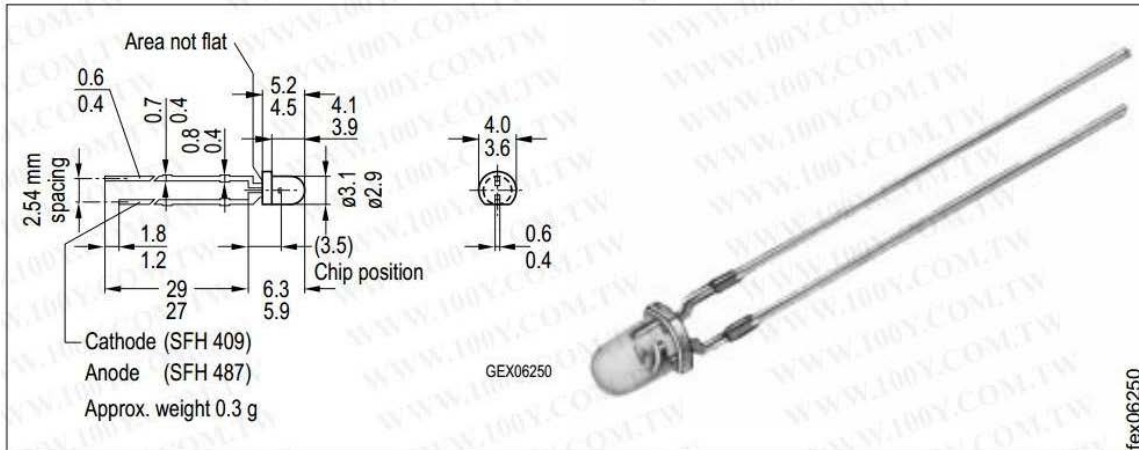
(圖 2-1-3.6)接收器光電參數



(圖 2-1-3.7)接收器特性曲線圖

## 2-1-4 紅外線發射二極體介紹

SFH487-2 具有高可靠性，高功率處理，良好的光譜匹配，使用矽元素製造，可以發射紅外線光。普遍上應用於紅外遙控器，視頻設備，調光器，其光電頻率為500 kHz。(如圖 2-1-4.1~2所示)



(圖 2-1-4.1)紅外線發射二極體規格

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Schaltzeiten, $I_e$ von 10 % auf 90 % und von 90 % auf 10 %, bei $I_F = 100 \text{ mA}$ , $R_L = 50 \Omega$ Switching times, $I_e$ from 10 % to 90 % and from 90 % to 10 %, $I_F = 100 \text{ mA}$ , $R_L = 50 \Omega$	$t_r, t_f$	0.6/0.5	$\mu\text{s}$
Kapazität Capacitance $V_R = 0 \text{ V}$ , $f = 1 \text{ MHz}$	$C_o$	25	pF
Durchlaßspannung Forward voltage $I_F = 100 \text{ mA}$ , $t_p = 20 \text{ ms}$ $I_F = 1 \text{ A}$ , $t_p = 100 \mu\text{s}$	$V_F$	1.5 (< 1.8) 3.0 (< 3.8)	V
Sperrstrom Reverse current $V_R = 5 \text{ V}$	$I_R$	0.01 ( $\leq 1$ )	$\mu\text{A}$
Gesamtstrahlungsfluß Total radiant flux $I_F = 100 \text{ mA}$ , $t_p = 20 \text{ ms}$	$\Phi_e$	25	mW
Temperaturkoeffizient von $I_e$ bzw. $\Phi_e$ , $I_F = 100 \text{ mA}$ Temperature coefficient of $I_e$ or $\Phi_e$ , $I_F = 100 \text{ mA}$	$TC_I$	-0.5	%/K
Temperaturkoeffizient von $V_F$ , $I_F = 100 \text{ mA}$ Temperature coefficient of $V_F$ , $I_F = 100 \text{ mA}$	$TC_V$	-2	mV/K
Temperaturkoeffizient von $\lambda_{\text{peak}}$ , $I_F = 100 \text{ mA}$ Temperature coefficient of $\lambda_{\text{peak}}$ , $I_F = 100 \text{ mA}$	$TC_\lambda$	0.25	nm/K

(圖 2-1-4.2)紅外線發射二極體光電參數

## 2-2 ZigBee 介紹

ZigBee 是一項新興的無線感測器網路(wireless sensor network, WSN) 技術，滿足市場對支援低資料速率、低功耗、安全可靠的低成本無線網路的需求。ZigBee 這個字源自於蜜蜂群藉由跳 ZigZag 形狀的舞蹈，來通知其他蜜蜂有關花粉位置等資訊，以達到彼此溝通訊息之目的，故以此作為新一代無線通訊技術之命名。

ZigBee 依據 IEEE802.15.4 規範，屬於無線個人區域網路(wireless personal area network, WPAN)架構，使用 ISM 2.4GHz (全球)、915MHz (美國)，以及 868MHz (歐洲) 等 RF 頻帶，傳輸速率則分別為 10kbps、40kbps 以及 250kbps。ZigBee 支援大量網路節點與多種網路拓樸 (星形、樹形、網狀等三種通訊架構)，每個 ZigBee 裝置都可以擔任中繼路由器 (intermediate router)，彼此透過多重跳點(multi hop)的方式傳遞資訊，此無線感測器網路技術已廣泛運用於以嵌入式系統架構為主的相關應用上。

## ZigBee 標準制定

802.15 是一個關於無線個人網路的通訊的規範，它是在 2002 年初由電子和電氣工程師標準協會 (IEEE-SA) 批准的。其最初版本 802.15.1 是由藍芽規範發展起來的，並且與藍芽 1.1 版本完全相容。藍芽是一個使用很廣泛的規範，它為便攜式設備，包括筆記本電腦、外設、移動電話、電子設備等之間的通信定義了參數。這個規範還允許到 Internet 的連接。IEEE 802.15 工作組努力改進藍牙技術標準。他們提出兩種通用 802.15 種類，即：低速率的 802.15.4 (TG4) 和高速率的 802.15.3 (TG3)。

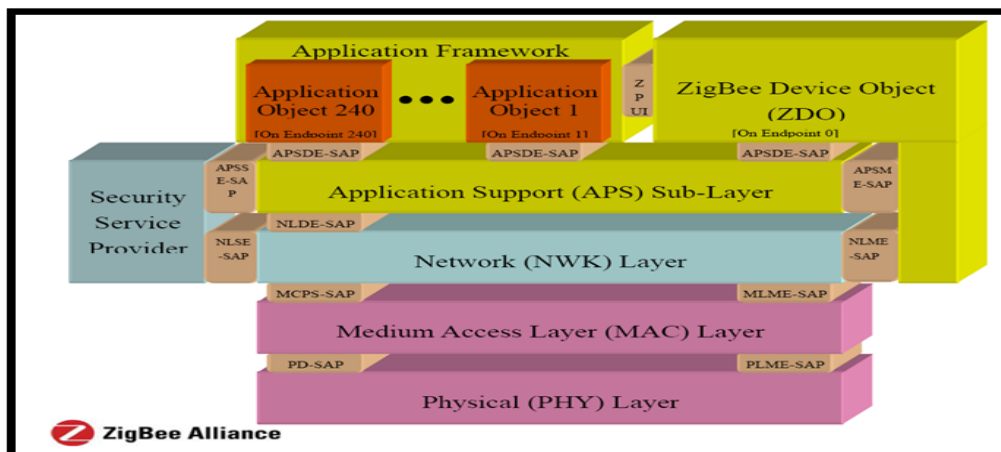
標準制定上為 IEEE 802.15.4 小組主導實體(PHY)層、媒體存取控制(MAC)層、資料鏈結層，以及傳輸過程中的資料加密機制等發展。ZigBee Alliance 主導軟體標準，並共同針對 ZigBee Protocol Stack 的發展進行研議，未來還能依系統客戶的需求，為不同應用修正其所需之應用介面。

ZigBee IEEE 802.15.4 通訊協定具有簡單並擁有彈性的協定他的設計，可以滿足傳輸品質的要求，並且對其低傳輸速的的應用達到最佳化的設定其優勢包含有：

- (1) 可設定調整的網路架構
- (2) 軟體硬體設計上的複雜度降低
- (3) 低耗能的設計使其使用壽命延長

ZigBee 概念於 1999 年誕生，而 2000 年 IEEE 正式成立小組 IEEE 802.15.4 並且 2001 年 ZigBee 聯盟誕生其中 ZigBee 規範便是由以上 2 個單位所共同制定。在實體層(PHY)、媒體儲存控制層(MAC)、資料鏈結層(Data Link)等發展由 IEEE 主導，而 ZigBee Alliance 負責制定邏輯網路、資料傳

輸加密機制、應用介面規範及各系統產品之間互通規範。

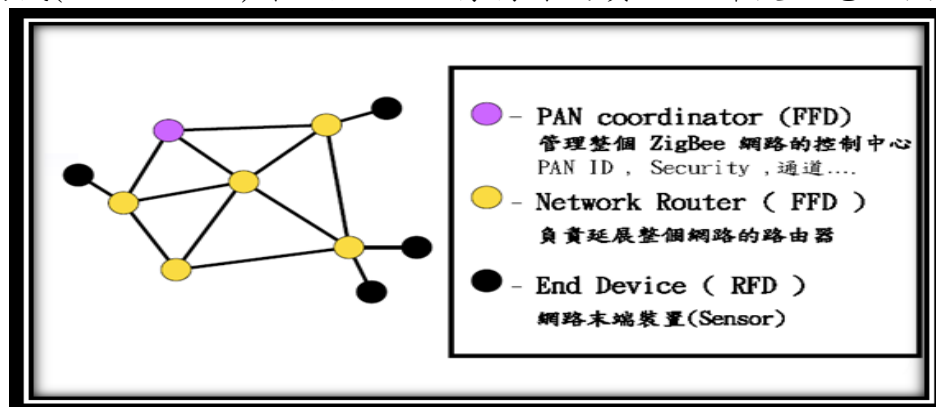


(圖 2-2.1) ZigBee 通訊協定分工圖

## ZigBee 裝置模式

在 IEEE802.15.4 中的網路設備可分為 Full-function Device(FFD) 與 Reduced-function Device(RFD) 兩種。一個 FFD 具有 Personal Area Network (PAN) Coordinator、Coordinator 與 RFD 等功能，它可以跟其它的 RFD 或是 FFD 進行資料傳輸。RFD 是一個極其簡單的網路設備，只具備與 FFD 進行資料傳輸的功能。簡而言之，它一次只能跟單一 Coordinator 互相結合，同時也沒有大量的資料傳輸的需要，所以它的系統資源可以降到最低。

- 協調器(Coordinator): 構成一個 ZigBee 網路 (PAN ID)
- 路由器(Router): 允許裝置加入網路多點路由
- 終端機(End-Device): 在網路上沒有特殊的責任允許使用電池模式



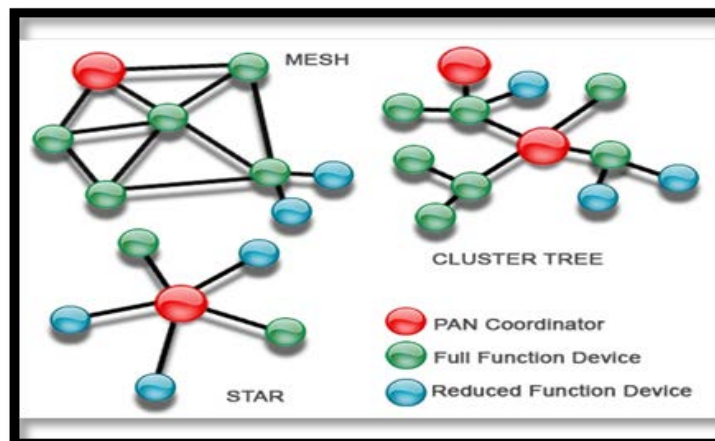
(圖 2-2.2) ZigBee 裝置示意圖

## ZigBee 網路層(NWK)

ZigBee 網路層提供資訊傳輸及網路管理兩種服務，並維持一個網路資訊庫(Network Information Base, NIB)。

任務包括傳遞路徑的發掘與維護，為了達到這個目的，網路層必須知道緊臨的裝置，和儲存這些直接相連裝置的資訊。包含加入(join)及離開(leave)網路的機制、訊框安全機制以及把訊框傳輸到目的地。

ZigBee 網路層支援星型(Star)、叢集型(Hybrid)和網狀(Mesh)三種拓樸，(如圖 2-2.3 所示)。



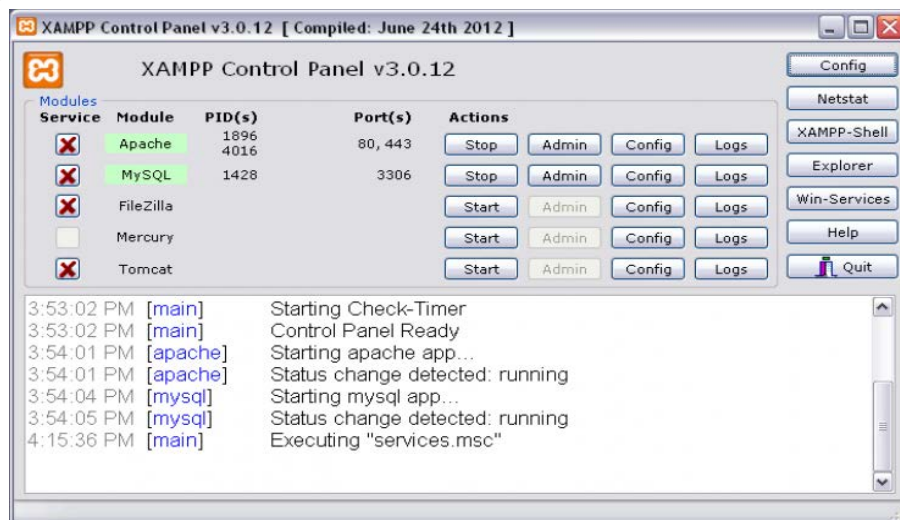
(圖 2-2.3)網路拓樸型態圖

### ZigBee/802.15.4 規範之技術特性

- (1) 有三種操作頻帶共 27 個通道提供三種資料傳輸速率。
- (2) 低功率消耗，因為資料傳輸速率低(傳輸資料量少)以及極短之執行週期且
- (3) 有睡眠模式，因此功率消耗非常低。
- (4) 網路連接之拓樸方式可選用星型、叢集型及網狀。
- (5) 使用類似於 IEEE 802.11 之 CSMA/CA 之碰撞避免機制。支援低延遲設備。
- (6) 具有連線品質指示(Link Quality Indication, LQI)功能。

## 2-3 XAMPP 介紹

XAMPP ( Apache+MySQL+PHP+PERL ) 是一個功能強大的建站集成軟件包(同時還包含了 zend Optimizer,phpmyadmin)。這個軟件包原來的名字是 LAMPP，但是為了避免誤解，最新的幾個版本就改名為 XAMPP 了。它可以在 Windows、Linux、Solaris 三種操作系統下安裝使用，支持多語言：英文、簡體中文、繁體中文、韓文、俄文、日文等，透過 XAMPP 建構一部網站伺服器。



(圖 2-3.1)XAMPP 系統介面圖

## 2-4 Hypertext Preprocessor 介紹

簡稱為PHP，之前的PHP全名叫做Personal Home Page 或Personal Homepage Program，現在官方全名則為Hypertext Preprocessor。是一種在電腦上執行的腳本語言，主要用途是在於處理動態網頁，也包含了命令列執行介面（command line interface），或者產生圖形使用者介面（GUI）程式。

PHP最早由Rasmus Lerdorf在1995年發明，而現在PHP的標準由PHP Group和開放原始碼社群維護。PHP以PHP License作為許可協議，不過因為這個協議限制了PHP名稱的使用，所以和開放原始碼許可協議GPL不相容。PHP的應用範圍相當廣泛，尤其是在網頁程式的開發上。一般來說PHP大多執行在網頁伺服器上，透過執行PHP的程式碼來產生網頁提供瀏覽器讀取，此外也可以用來開發命令列腳本程式和使用者端的GUI應用程式。PHP可以在許多的不同種的伺服器、作業系統、平台上執行，也可以和許多資料庫系統結合。使用PHP不需要任何費用，官方組織PHP Group提供了完整的程式原始碼，允許使用者修改、編譯、擴充來使用。

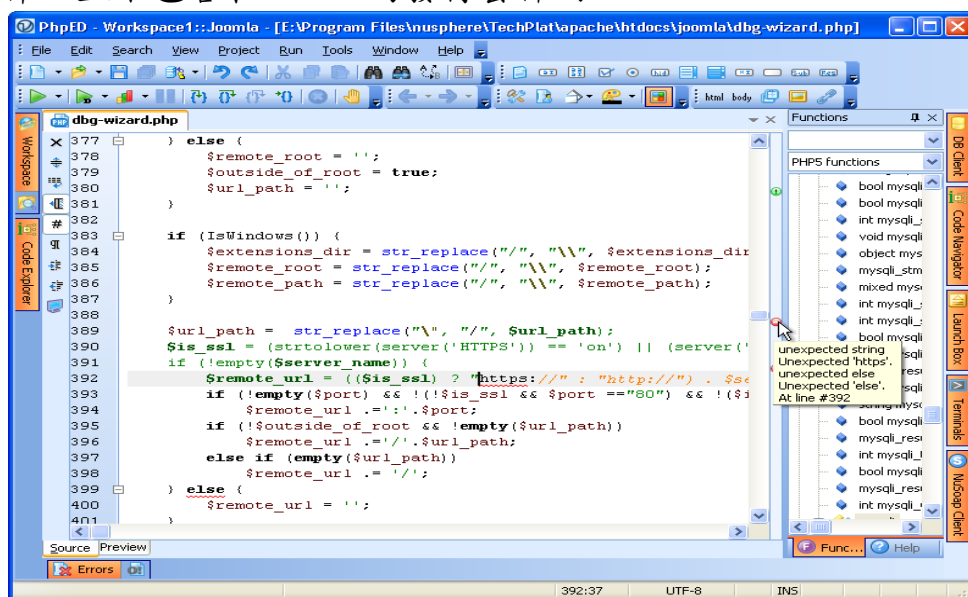
## Hypertext Preprocessor 功能

PHP 主要功能在於伺服器端的 script 程式，因此您可以用它來做任何 CGI 程式可以做的事，例如收集表單資料、動態產生網頁、或者發送 / 接收 Cookies。PHP script 主要使用於三個領域。

**伺服器端 script**：這是 PHP 最主要的工作領域。使用伺服器端 script 必須具備下列三項：PHP 剖析器〈CGI 或伺服器模組〉、網頁伺服器及瀏覽器。當網頁伺服器啟動後，您可以使用瀏覽器、通過網頁伺服器來觀看 PHP script 的輸出。

**指令行 script**：您可以用 PHP 剖析器直接執行 PHP script，而完全不需要瀏覽器或伺服器。這種用法對那些要經常以 cron (\*nix 或 Linux 平台) 或 Task Scheduler (Windows 平台) 執行的 script 來說最適合不過了。這些 script 也可以用來進行簡單的文字處理。

**編寫用戶端的圖形使用者介面(GUI)**：PHP 或許是用來開發視窗程式的最佳語言，不過如果您精通 PHP，並且希望在客戶端程式用上 PHP 的高階功能，您也可以使用 PHP-GTK 來開發這些程式。PHP-GTK 是 PHP 的一個延伸，並不包含在 PHP 的發行套件內。



(圖 2-4.1)PHP 系統介面圖

# 第三章

## 軟硬體規畫與製作

### 3-1 裝置規畫

本專題的系統架構(如圖 3-1.1 所示),此架構由行動裝置,藉 Internet 網路傳輸,經 Apache 架設 PHP 網頁,透過 Zigbee 閘道器建立 Zigbee 無線網路,發送給紅外線發射模組,對紅外線遙控家電做控制,達到行動網路遠端控制之效果。



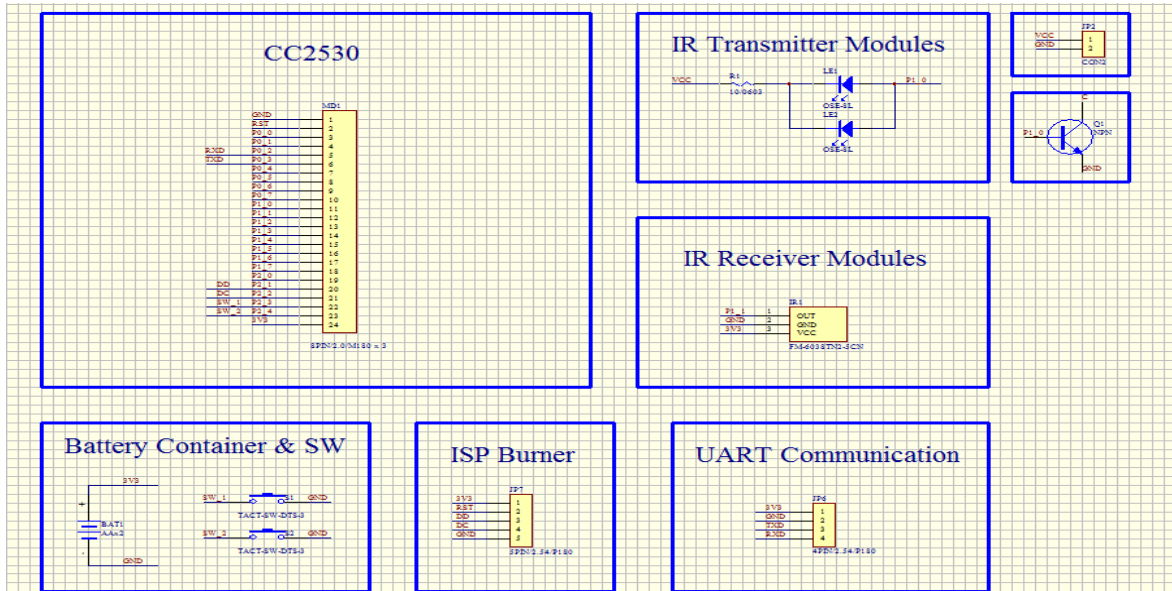
(圖 3-1.1)系統架構圖

1. 使用 Zigbee 遙控器透過 Zigbee-IR 傳輸控制家電。
2. 使用 PC 電腦架設 Apache 網站, 撰寫 PHP 網頁監控程式, Internet 網路傳輸, 提供遠端電腦或行裝置控制紅外線遙控家電。
3. 使用智慧手機, 透過 WiFi-Zigbee-IR 網路傳輸功能控制紅外線遙控電器裝置。

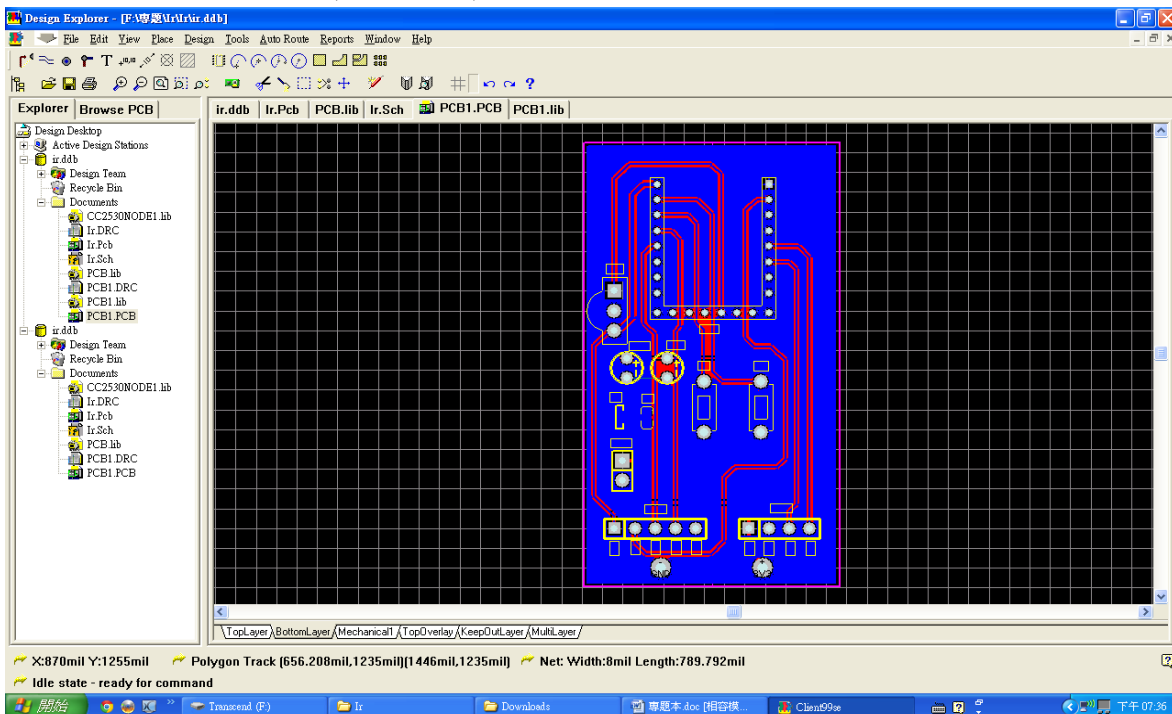


## 3-2 繪製電路圖

使用Protel繪圖軟體,建立電路使用元件(如圖 3-2.1),並輸出為PBC檔自配電路元件位置以及線路規劃達到節省空間(如圖 3-2.2)。



(圖 3-2.1)紅外線模組電路方塊圖

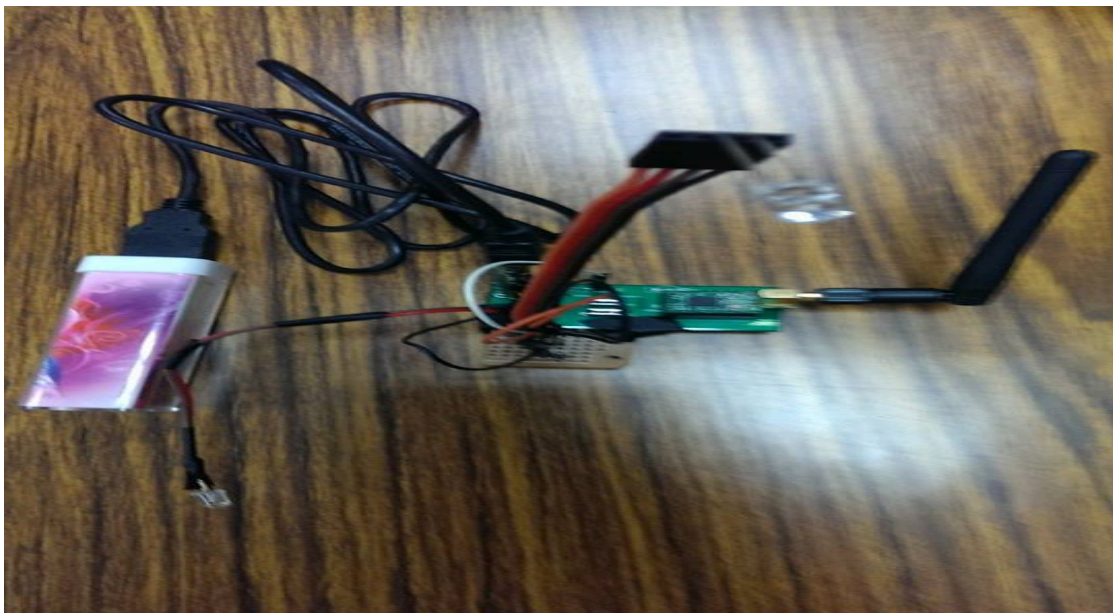


(圖 3-2.2)紅外線模組電路繪製完成圖

此應用紅外線發射電路為本專題研究生自行繪製之作品,經過繪製檢查後,因無洗板技術,故送往業界專業洗板公司代為洗板,後期焊接工作皆自行操作。

### 3-3 硬體製作

此硬體使用了CC2530晶片撰寫IAR紅外線程式，與接收Zigbee訊號，搭配自製紅外線模組及IR發射二極體，並賦予外加電源5V增加紅外線功率，提升紅外線訊號距離，透過PHP網頁介面來控制。



(圖 3-3.1)紅外線模組實體圖

### 3-4 紅外線訊號擷取

本專題的紅外線訊號，皆使用ZEROPLUS 邏輯分析儀(如圖 3-4.1所示)來擷取，以下會簡單介紹擷取過程。

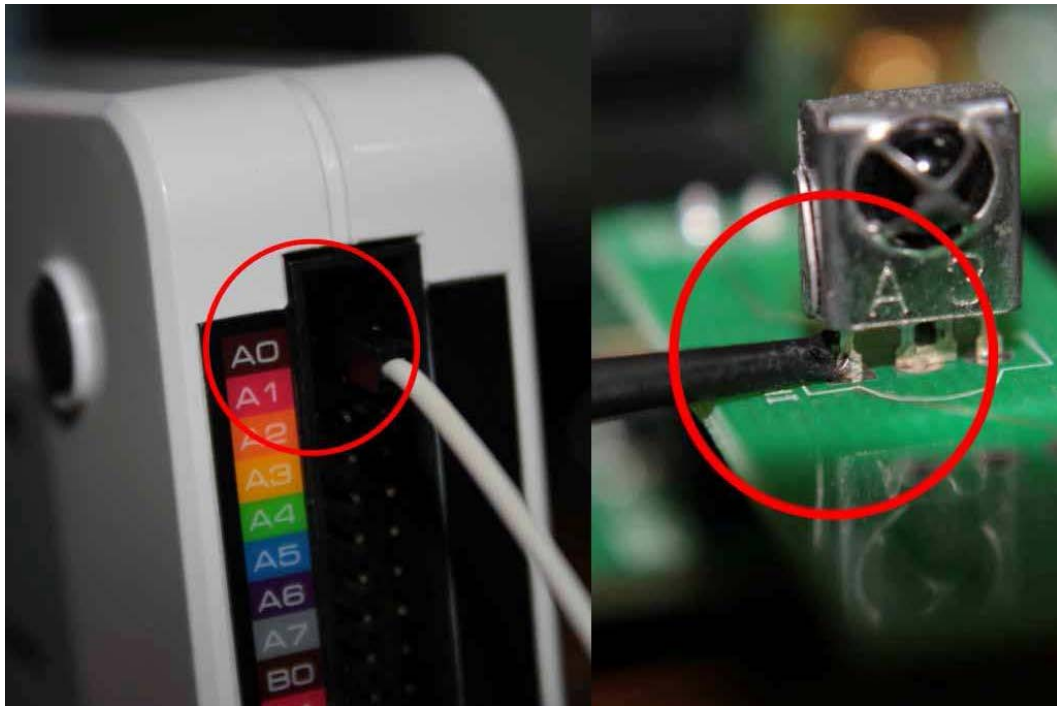


(圖 3-4.1)ZEROPLUS 邏輯分析儀

### 邏輯分析儀介紹

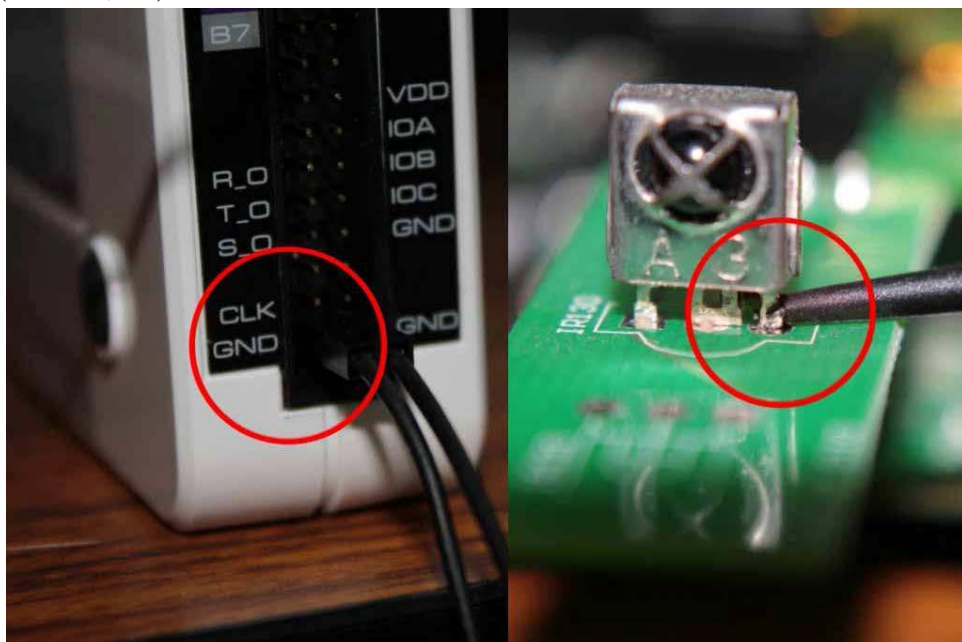
首先，必須先安裝ZEROPLUS Logic Analyzer軟體才能使用ZEROPLUS 邏輯分析儀，其具有外部按鈕執行邏輯分析儀取樣功能，壓縮技術，信號濾波，濾波延遲，濾波間隔棒，觸發分頁技術，觸發次數計算，真實時間觸發，顯示波形時間，匯出其他的檔案格式，匯流排協定模組擴充功能，I2C 匯流排協定功能，UART 匯流排協定功能，SPI 匯流排協定功能，1-WIRE 匯流排協定功能，HDQ 匯流排協定功能，CAN 2.0B 匯流排協定功能。

步驟一，先將ZEROPLUS 邏輯分析儀外部之A0 開接上紅外線接收器之輸出腳，(如圖 3-4.2~3所示)



(圖 3-4.2)A0 腳連接圖

步驟二，ZEROPLUS 邏輯分析儀外部之GND 開接上紅外線接收器之地腳，(如圖所示)

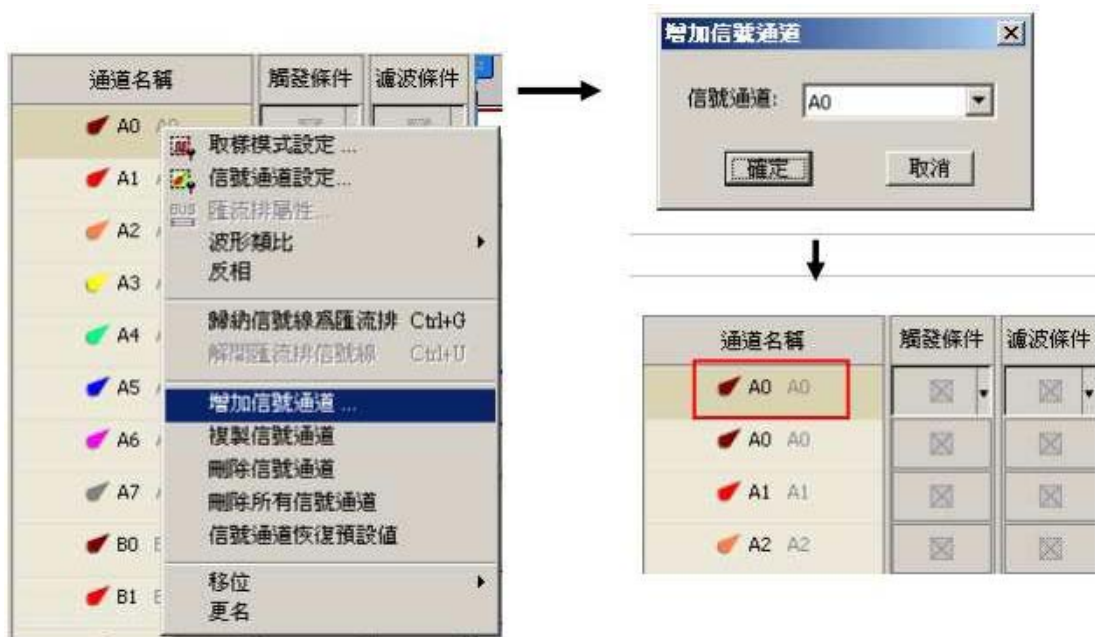


(圖 3-4.3)GND 腳連接圖

步驟三，腳位連接好後，打開軟體。因為此處本專題只為分析紅外線訊號，故刪除所有訊號通道，然後再增加A0 通道。(如圖 3-4.4~5所示)

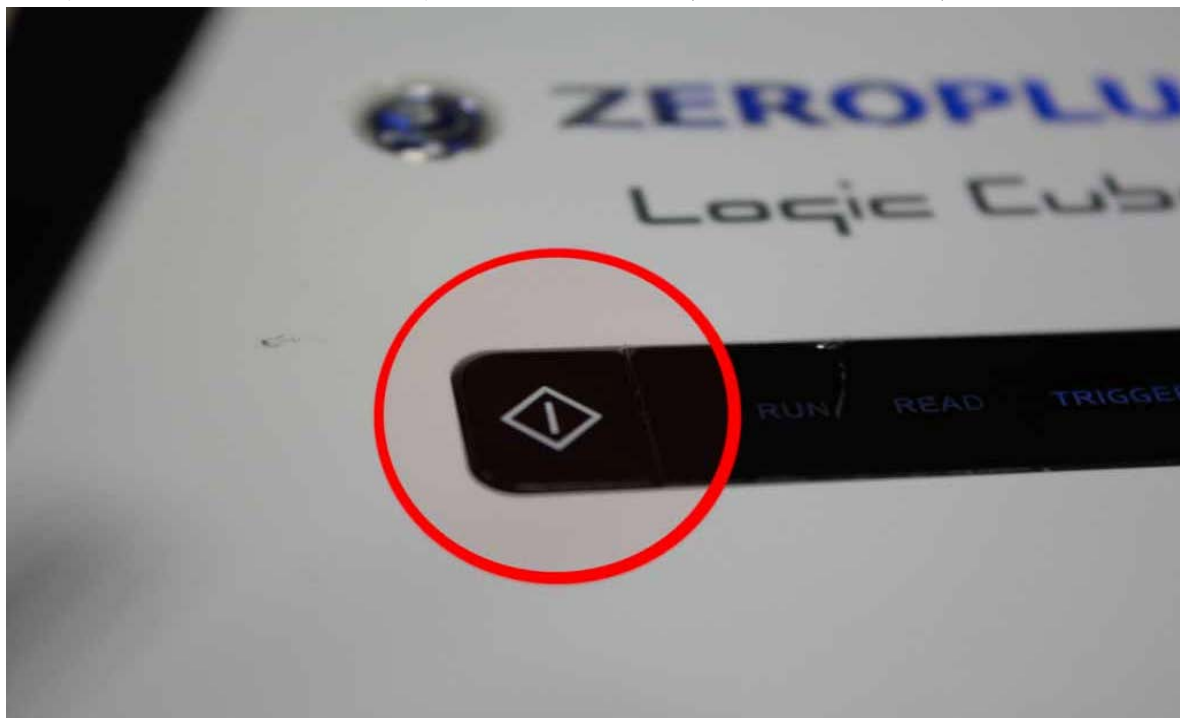


(圖 3-4.4)刪除所有信號通道



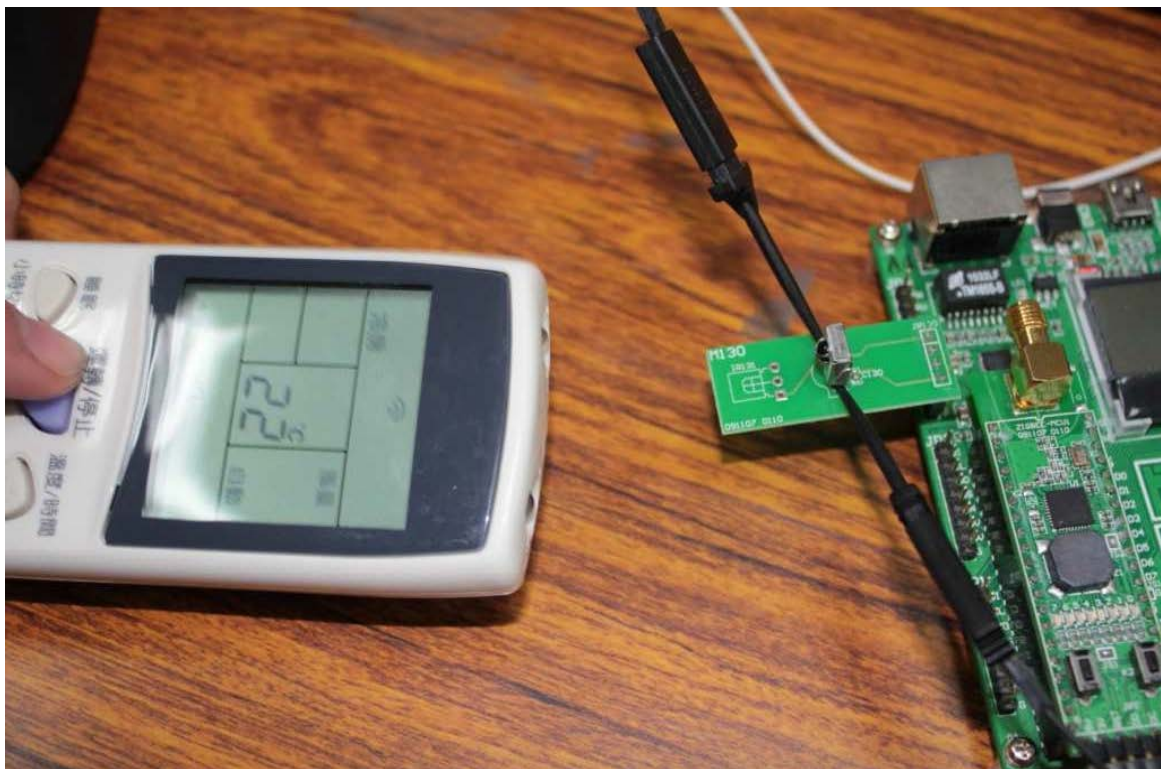
(圖 3-4.5)增加信號通道

步驟四，按下邏輯分析儀上的IO 鍵，(如圖 3-4.6所示)



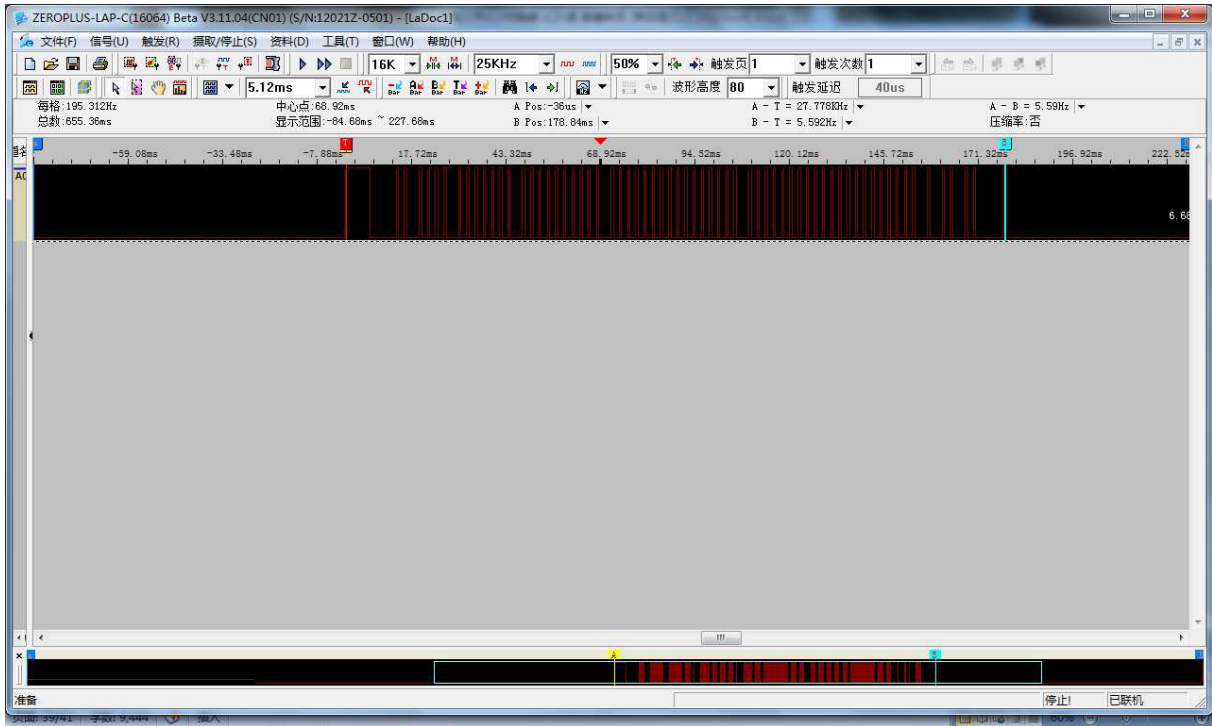
(圖 3-4.6)IO 鍵圖

步驟五，接著用遙控器對紅外線接收器進行遙控。(如圖 3-4.7所示)



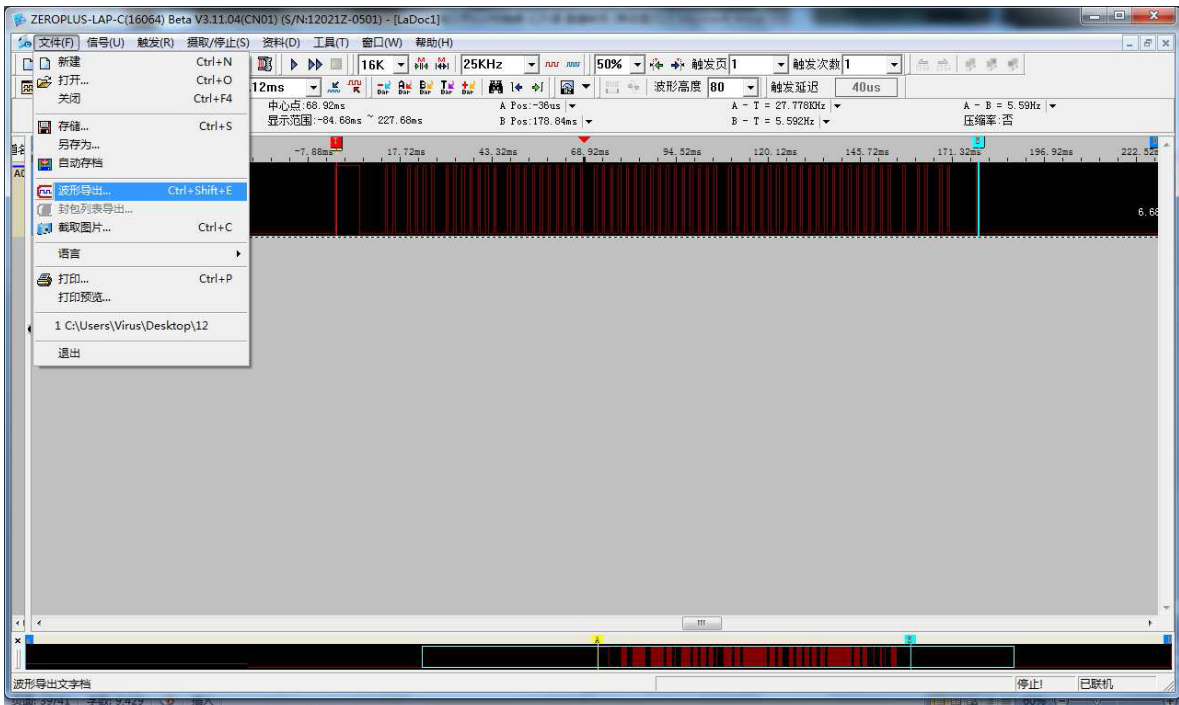
(圖 3-4.7)遙控訊號擷取圖

步驟六，軟體畫面出現紅外線訊號波形，如圖 3-4.8所示



(圖 3-4.8)ZEROPLUS Logic Analyzer 畫面

選取欲導出之範圍，然後導出波形(如圖 3-4.9~10所示)



(圖 3-4.9)ZEROPLUS Logic Analyzer 导出波形畫面





紅外線訊號經過整理後，轉換為16 進制碼鍵入程式中，進行遙控調變（紅外線訊號內容請參考頁附錄1）。將控制碼置於程式中以及配合CC2530 晶片進行控制發射，注意紅外線訊號因各廠牌不一，故需調整頻率才能夠進行控制，詳細內容於後段介紹。

### 3-5 晶片韌體程式

在晶片韌體程式的開發上使用IAR Embedded Workbench 7.60開發工具，撰寫IAR 韌體程式，執行資料讀取、網路傳輸、與監控功能等工作。由於韌體程式必須具備Zigbee 網路通訊功能，所以晶片韌體程式建構在TI 公司提供的Z-Stack 應用層上。晶片韌體程式有三種Coordinator、Router 或 End Device。在Zigbee 網路中，其中一個裝置必須燒錄Coordinator 韌體程式，其它裝置可燒錄Router 或者 End Device。燒錄Coordinator 韌體程式的裝置負責啟動網路，管理網路工作。應用層的程式主要在轉發UART0、UART1、與RF 之間的傳送與接收資料。

Android App 是使用ECLIPSE 開發軟體，Eclipse 是著名的跨平台的自由整合式開發環境（IDE）。最初主要用來Java 語言開發，目前亦有人透過外掛程式使其作為C++、Python、PHP 等其他語言的開發工具。Eclipse 的本身只是一個框架平台，但是眾多外掛程式的支援，使得Eclipse 擁有較佳的靈活性。許多軟體開發商以Eclipse 為框架開發自己的IDE。智慧型手機利用這軟體撰寫JAVA 韌體程式，執行資料讀取、網路傳輸、與監控功能等工作。

### 3-6 紅外線訊號發射程式-冷氣、電視與音響

由紅外線接收器抓取的訊號轉換過後，以 IAR 程式軟體撰寫出下列各裝置的開關程式，冷氣與電視(如圖 3-6.1~6.2)的開關屬於兩種不同的內容碼，須使用兩個按鈕控制，音響(如圖 3-6.3)來說，內容碼一樣，單一按鈕就能給予控制，內容碼的變化決定須設定的控制量。

```
if (v == HAL_BUTTON_1)      if (v == HAL_BUTTON_2)//off
{
M330_TX(236);                M330_TX(236);
M330_NTX(250);               M330_NTX(250);
M330_NTX(18);                M330_NTX(18);

M330_SendCodeAircon(0x40);   M330_SendCodeAircon(0x46);
M330_SendCodeAircon(0x28);   M330_SendCodeAircon(0x08);
M330_SendCodeAircon(0x44);   M330_SendCodeAircon(0x29);
M330_SendCodeAircon(0x00);   M330_SendCodeAircon(0x00);
M330_SendCodeAircon(0x02);   M330_SendCodeAircon(0x02);
M330_SendCodeAircon(0x00);   M330_SendCodeAircon(0x00);
M330_SendCodeAircon(0x00);   M330_SendCodeAircon(0x00);
M330_SendCodeAircon(0x1E);   M330_SendCodeAircon(0x14);

M330_TX(22);                 M330_TX(22);
M330_NTX(250);               M330_NTX(250);
M330_NTX(24);                M330_NTX(24);
M330_TX(22);                 M330_TX(22);
```

(圖 3-6.1)紅外線訊號發射程式--冷氣

```
if (v == HAL_BUTTON_1)      if (v == HAL_BUTTON_2)//off
{
M330_TX(200);                M330_TX(200);
M330_TX(137);                M330_TX(137);
M330_NTX(162);               M330_NTX(162);

M330_SendCodeTv(0x80);       M330_SendCodeTv(0x80);
M330_SendCodeTv(0x7F);      M330_SendCodeTv(0x7F);
M330_SendCodeTv(0x30);      M330_SendCodeTv(0x30);
M330_SendCodeTv(0xCF);      M330_SendCodeTv(0xCF);

M330_TX(22);                 M330_TX(22);
M330_NTX(250);               M330_NTX(250);
M330_NTX(250);               M330_NTX(250);
M330_NTX(250);               M330_NTX(250);
M330_NTX(250);               M330_NTX(250);
M330_NTX(250);               M330_NTX(250);
M330_NTX(250);               M330_NTX(250);
M330_NTX(244);               M330_NTX(244);
M330_TX(200);                M330_TX(200);
M330_TX(137);                M330_TX(137);
M330_NTX(83);                M330_NTX(83);
M330_TX(22);                 M330_TX(22);
```

(圖 3-6.2)紅外線訊號發射程式—電視

```

        if(buf[4] == 0x30)//on/off
    {
        M330_TX(200);
        M330_TX(144);
        M330_NTX(172);

        M330_SendCodeMusicBox(0x00);
        M330_SendCodeMusicBox(0xff);
        M330_SendCodeMusicBox(0xa2);
        M330_SendCodeMusicBox(0x5d);

        M330_TX(22);
        M330_NTX(250);
        M330_NTX(250);
        M330_NTX(250);
        M330_NTX(250);
        M330_NTX(250);
        M330_NTX(250);
        M330_NTX(32);
        M330_TX(200);
        M330_TX(144);
        M330_NTX(86);
        M330_TX(22);
    }

```

(圖 3-6.3)紅外線訊號發射程式—音響

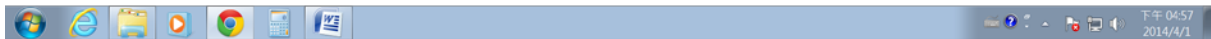
## 3-7 PHP網頁控制頁面

由 PHP 網頁設計，設計出主頁面、冷氣、電視與音響頁面，可供行動裝置連線使用，(如圖 3-7.1~7.4)。



# 紅外線控制

[首頁](#) | [TV](#) | [AIRCON](#) | [MUSIC-BOX](#)



(圖 3-7.1)PHP紅外線主頁面



(圖 3-7.2)PHP電視控制頁面



(圖 3-7.3)PHP冷氣控制頁面



(圖 3-7.4)PHP音響控制頁面

## 第四章

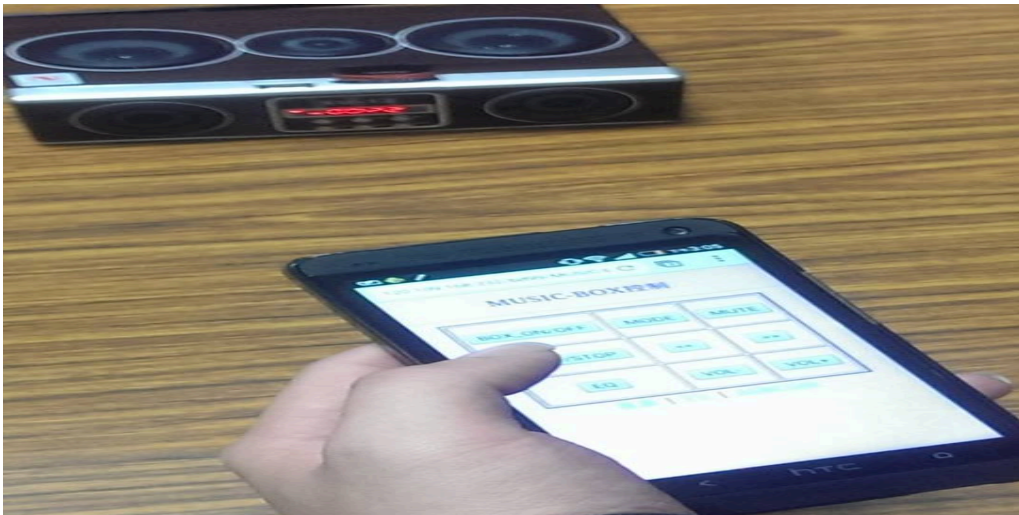
# 系統整合測試

經過抓取紅外線訊號以及編寫程式後，實際遙控測試所有硬體設備及韌體程式。可以驚醒自動遙控調變是本專題最終的研究目的，但紅外線訊號會受到許多外來因素干擾，因此測試是必需的，故會將所有紅外線訊號一一做測試。

使用手機當作行動網路裝置，經Apache架設的PHP網頁最為操控，透過Zigbee開道器發現給紅外線模組，對以下音響、電視與冷氣做控制。

### 4-1 音響測試

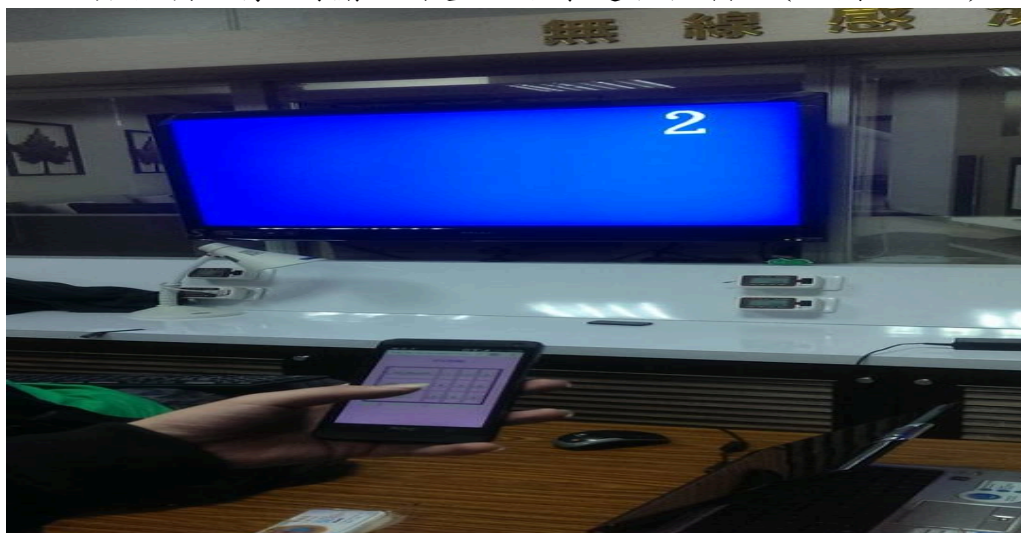
功能項目有：開關、音量、靜音、暫停/開始、頻道切換、音質變化、前後首選取控制，(如圖 4-1.1)。



(圖 4-1.1)

## 4-2 電視遙控測試

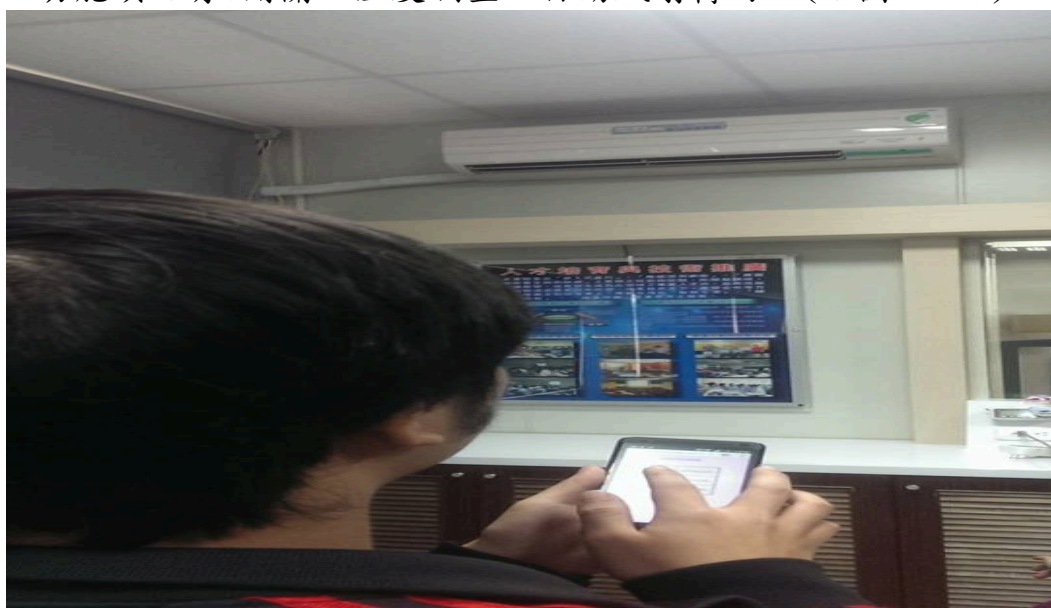
功能項目有:開關、音量、數字選台控制，(如圖 4-1.1)。



(圖 4-2.1)

## 4-3 冷氣測試

功能項目有:開關、溫度調整、自動風扇轉向，(如圖 4-3.1)。



(圖 4-3.1)

# 第五章

## 結論

目前成功擷取各式家電遙控器並加以整合，同時延長紅外線投射距離，搭配Zigbee無線網路，完成遠端一對多點控制。未來會繼續研究WiFi無線網路，走入行動網路的時代，搭配智慧型手機就能無距離的操控所有家電，達到方便之效果。



## 參考文獻

1. 振漢教授典範計劃方案
2. 珠海市萬州光電科技有限公司 紅外線接收器資料
3. 光電企業有限公司 紅外線發光二極體資料
4. ZigBee 介紹(紅色部分) [http://eshare.stust.edu.tw/EshareFile/2010\\_6/2010\\_6\\_3e0233ac.pdf](http://eshare.stust.edu.tw/EshareFile/2010_6/2010_6_3e0233ac.pdf)
5. ZigBee 網路層(NWK)  
[投影片 1 - 南台科技大學--全球資訊網--](#)
6. ZigBee/802.15.4 規範之技術特性  
[投影片 1 - 南台科技大學--全球資訊網--](#)
7. ZigBee 傳輸模式與速率(圖)  
[投影片 1 - 南台科技大學--全球資訊網--](#)
8. 紅外線介紹 <http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E7%BA%A2%E5%A4%96%E7%BA%BF>
9. 紅外線通訊總結  
[http://www.zeroplus.com.tw/software\\_download/201002ZEROPLUS\\_infrared%20rays\\_13.pdf](http://www.zeroplus.com.tw/software_download/201002ZEROPLUS_infrared%20rays_13.pdf)
10. 紅外線通訊特點，紅外線通信簡介  
<http://www.baik.com/wiki/%E7%BA%A2%E5%A4%96%E7%BA%BF%E9%80%9A%E4%BF%A1>
11. CC2530 晶片功能  
[http://www.ti.com/ww/tw/prod\\_mcu\\_CC2530.html?HQS=Other+OT+tw2\\_promo\\_np\\_cc2530](http://www.ti.com/ww/tw/prod_mcu_CC2530.html?HQS=Other+OT+tw2_promo_np_cc2530)
12. 紅外線發射二極體介紹(圖)  
[http://us.100y.com.tw/pdf\\_file/SFH487-2.PDF](http://us.100y.com.tw/pdf_file/SFH487-2.PDF)
13. PHP 介紹  
[http://pmlab.iecs.fcu.edu.tw/~cyt/matt\\_php/PHP\\_introduction.html](http://pmlab.iecs.fcu.edu.tw/~cyt/matt_php/PHP_introduction.html)