



國立聯合大學
NATIONAL UNITED UNIVERSITY

電資學院
金腦獎參賽作品

題目：智慧先進電錶

指導教授：吳有基教授

學生：姓名 羅于倫 學號 T9821002

姓名 蕭宗遠 學號 T9821009

目錄

第一章、緒論.....	1
1.1 研究動機與目的.....	1
1.2 文獻回顧.....	2
第二章、系統架構.....	3
2.1 硬體架構.....	3
2.1.1 Arduino UNO.....	3
2.1.2 無線射頻辨識 RFID.....	4
2.1.3 Arduino 78M6613 relay shield 電能模組.....	5
2.1.4 Arduino Ethernet Shield 網路模組.....	7
2.1.5 紅外線學習模組.....	7
2.2 軟體架構.....	9
第三章、研究成果.....	10
3.1 Arduino 與 RFID.....	10
3.2 Arduino 與電錶.....	12
3.3 Arduino 與紅外線學習模組.....	15
3.4 Arduino Web Server.....	19
3.5 Arduino 架構整合.....	19
第四章、結論與未來展望.....	21
4.1 結論.....	21
4.2 未來展望.....	21
參考文獻.....	22

圖目錄

圖一.1 智慧家庭四大主題.....	1
圖二.1 系統架構圖.....	3
圖二.2 Arduino 實體接腳圖.....	3
圖二.3 RFID 實體圖.....	4
圖二.4 Arduino 78M6613 relay shield 實體圖.....	6
圖二.5 78M6613 晶片特性.....	6
圖二.6 Arduino Ethernet Shield.....	7
圖二.7 紅外線發射部分接線圖.....	8
圖二.8 紅外線接收部分接線圖.....	8
圖二.9 軟體流程圖.....	9
圖三.1 Arduino 與 RFID 實體圖.....	10
圖三.2 Arduino 再向 RFID 確認有無電器(卡片)插入.....	11
圖三.3 Arduino 確認到有卡片，再傳確認卡號的指令給 RFID，RFID 收到之後回傳卡號，之後會一直確認電器是否還在.....	11
圖三.4 當 Arduino 到判斷電器離開後，會再回歸等待下一個電器的插入....	12
圖三.5 Arduino 與電錶實體圖.....	12
圖三.6 測試電器-電風扇的規格.....	13
圖三.7 電錶模組未接市電、電器未插入的情況.....	13
圖三.8 電器未啟動或被繼電器關閉的時候的電壓、電流、功率、頻率值....	14
圖三.9 電風扇切到最小風力時候的電壓、電流、功率、頻率值.....	14
圖三.10 電風扇切到最大風力時候的電壓、電流、功率、頻率值.....	15
圖三.11 Arduino 與紅外線學習模組實體.....	15
圖三.12 紅外線冷氣遙控器.....	16
圖三.13 Arduino 學習冷氣開關.....	16
圖三.14 發射冷氣開關情況.....	16
圖三.15 冷氣 ON.....	17
圖三.16 冷氣 OFF.....	17
圖三.17 Arduino 學習冷氣功能鍵.....	17
圖三.18 發射功能鍵.....	18
圖三.19 冷氣切換狀態_除濕圖.....	18
圖三.20 冷氣切換狀態_冷氣.....	18
圖三.21 網頁介面.....	19
圖三.22 整體架構實體圖.....	19
圖三.23 通電市電繼電器未 ON.....	20
圖三.24 繼電器 ON 且學習紅外線碼 NO.1 情況.....	20
圖三.25 繼電器 ON 且發射紅外線碼 NO.1.....	20
圖四.1 雲端智慧電能管理服務系統.....	22

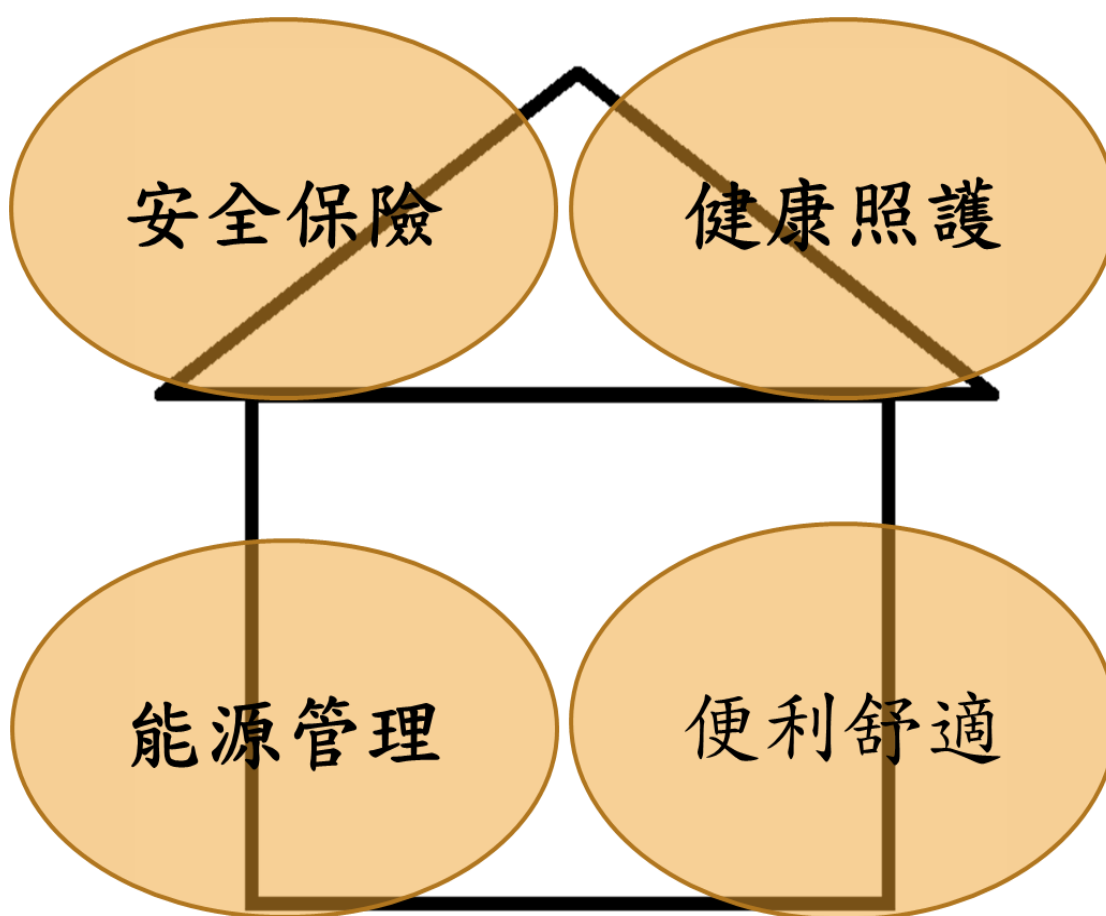
表目錄

表二.1 Arduino UNO 硬體規格.....	4
表二.2 PCR310 規格	4
表二.3 RFID 系統與一般辨識系統的比較	5

第一章、緒論

1.1 研究動機與目的

智慧家庭為現今國內外各國推動發展重點，包含安全保險、健康照護、能源管理、便利舒適等四大主題如下圖一.1，而其中的能源管理與智慧電網、綠能經濟緊密相關，透過具有雙向通訊功能之智慧電表與智慧家電及雲端技術結合，可以形成智慧家庭能源管理系統。



圖一.1 智慧家庭四大主題

節約能源及提高能源效益是減碳的二種有效方法，透過智慧型電能管理裝置，經由管理手段可以提高能源使用效率。由於插座為家庭用電的基本元件，賦予插座新的功能，是發展智慧家庭能源管理系統之基本且有效的方式，基於此，本文提出具有 RFID、繼電器、電能電表、紅外線接收與發射器、Ethernet 模組等功能之智慧插座系統架構，以 Arduino 來進行系統整合，插座上的 RFID reader 可讀取附加在家電產品插頭上的 RFID tag，Arduino 將 RFID reader 所讀取的資

料透過 Arduino 擴充版 W5100 連接至後台雲端資料庫，進行產品比對及用電資訊的紀錄，其中家電產品的用電資訊則是由智慧插座系統中的電能電表負責量測，透過長期對所使用的家電產品進行用電紀錄，可比對該產品前後期耗電情況，提供使用者電器老化的資訊，可適時汰換老舊的電器產品，提升居家安全品質，以及減少使用耗能家電、節能減碳。由於此插座系統具有網路通訊功能，也可透過行動裝置進行網路監控，控制繼電器，斷開電器產品用電，在外出忘記關閉電源情況下，可以利用此功能減少不必要的用電浪費，及大幅提高用電安全和使用紅外線控制電器，提供更舒適便利的生活。此外，透過雲端及普及率高的智慧型手機，讓家庭成員隨時可掌握插座上的電器用電情況，共同建立節能的思維。

1.2 文獻回顧

本文所提之智慧型插座架構與高偉智[1]所提者之差異在於[1]所提系統並未具有網路功能，故而也就無法進行遠端監測與控制。高偉智[1]之系統也是使用 Arduino 整合了 RFID、電能晶片及比流器量測電器之電流量，再透過 dsPIC30F4011 數位訊號控制器做電流總量管控。另外，李育德[2]也提出利用 Arduino 整合 ZiBee、Ethernet 模組、繼電器、光敏電阻及紅外線遙控器進行電器的控制，但該系統少了 RFID 產品辨識功能，因而無法辨識出電器產品及紀錄比較出該電器產品前後期耗電變化差異，無法有效長期監控電器運轉情況及進行電器的安全維護與汰舊換新。

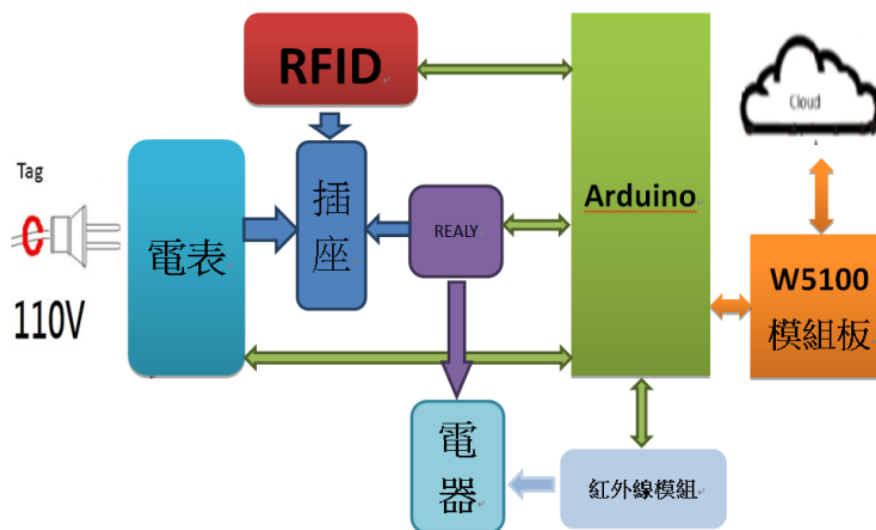
本文中使用 Arduino 整合 RFID、Ethernet 模組、電能晶片、繼電器模組、紅外線學習模組應用於家電插座上，插座中整合的 RFID 可以針對電器產品進行身分辨識(家電插頭上有 RFID tag)並透過電能晶片與網路模組將量測的家電耗能資訊傳至雲端彙整統計，並遙控繼電器切斷不需使用的家電電源，以避免不必要的浪費(節能減碳)及提高用電安全而且可以藉由紅外線控制電器，達到便利舒適。

本文採用的 Arduino 實習板具有開發容易、擴充便利、成本低廉且可利用資源充沛的特色。另外，本系統之製作涉及通訊與控制之硬體電路、韌體與軟體等系統整合技術。

第二章、系統架構

2.1 硬體架構

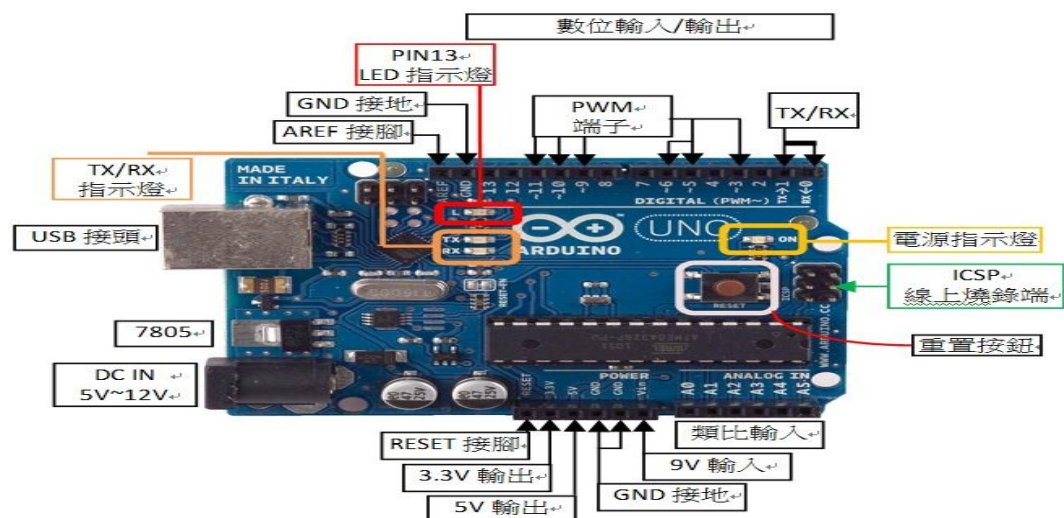
圖二.1 所示為本文所提之智慧插座系統架構圖，以 Arduino 為基礎，整合 RFID、Ethernet 模組、繼電器、電能晶片模組、紅外線學習模組等，形成一個可供智慧家庭能源管理的監控系統。



圖二.1 系統架構圖

2.1.1 Arduino UNO

本文使用的 Arduino UNO 是一個微控制器板，如圖二.2 其規格如表二.1。



圖二.2 Arduino 實體接腳圖

表二.1 Arduino UNO 硬體規格

微控制器	ATmega328
工作電壓	5V
輸入電壓(建議)	7-12V
輸入電壓(限制)	6-20V
數位 I/O Pins	14 支(其中 6 支可提供 PWM 輸出)
類比 Input Pins	6 支
I/O Pin 直流電流	40mA
3.3V Pin 直流電流	50mA
Flash 記憶體	32KB, 其中 0.5K 給 bootloader 使用
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
時脈	16MHz

2.1.2 無線射頻辨識 RFID

RFID 是英文 " Radio Frequency Identification " 的縮寫，中文稱為無線射頻辨識，此系統藉由射頻技術辨識貼附於物品上之微小 IC 晶片（RFID Tag，無線標籤）內的資料，再將辨識資料傳到系統端作追蹤、統計、查核、結帳、存貨控制等處理的一種非接觸式、短距離的自動辨識技術。

本文採用 RFID 是由集佳股份有限公司出產的型號 PCR310 如圖二.3，其規格如表二.2 和一般辨識系統的比較如表二.3。



圖二.3 RFID 實體圖

表二.2 PCR310 規格

	PCR310
主要特色	卡片讀 / 寫
頻率	13.56 MHz
讀取距離	2~5 公分

直流電源	5 V / 100 mA
介面	RS232, 19200, N, 8, 1
指令集	GNET PLUS
卡片種類	ISO14443A Mifare®Class Mifare®PRO
記憶量	32 KB
尺寸 (mm)	W 65 x L 100 x D 24.7

表二.3 RFID 系統與一般辨識系統的比較

參數/系統	條碼	OCR	智慧卡	RFID
資料典型(Bit)	1~100	1~100	16~64K	16~64K
資料密度	低	低	非常高	非常高
機械可讀取度	良好	良好	良好	良好
人的可讀取度	限制性	容易	不可能	不可能
對髒東西及液體的脆弱性	高	高	可能(接觸)	不可能
障礙物的影響	全部失效	全部失效	可能	無
方向及位置的影響	輕微	輕微	非常高	無
穿透及撕毀	限制性	限制性	限制性	無
價格	非常低	中等	低	中等
非法的複製及修改	容易	容易	困難	困難
讀取速率	低~4 秒	低~3 秒	低~4 秒	很快~0.5 秒
讀取範圍	0~50 公分	<1 公分(掃描器)	Direkter Kontakt	可達 15 公尺微波

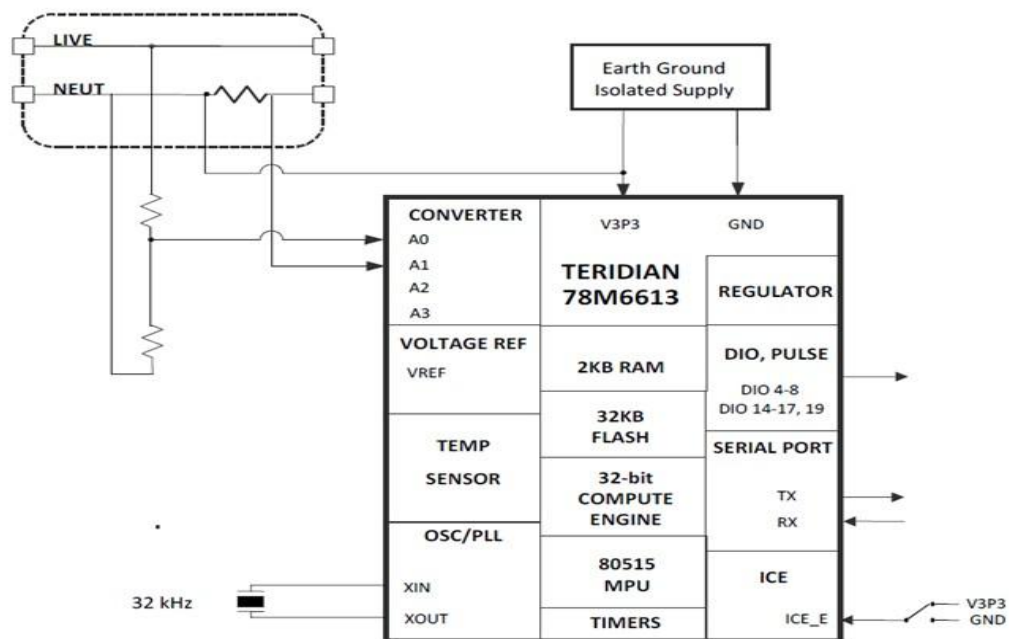
2.1.3 Arduino 78M6613 relay shield 電能模組

根據 MAX 78m6613 製作的 Arduino 的單相電能錶(如圖二.4) 可以使用上位機串口通信軟體與該板子通信，也可以用 arduino 接收該板子的資料然後在 LCD 上顯示出來。



圖二.4 Arduino 78M6613 relay shield 實體圖

78M6613 是一款高集成度 IC，用於簡化電源、智能電器以及其它具有嵌入式交流負載監測和控制功能係統中的單相交流電測量，其特性如圖二.5。



圖二.5 78M6613 晶片特性

- 在 2000:1 較寬的電流範圍和整個溫度範圍內，精度優於 0.5% Wh

- 電壓基準 < 40ppm/°C
- 4 路傳感器輸入—以 V3P3A 作為參考
- 22 位 Σ - Δ ADC，帶有獨立的 32 位計算引擎(CE)
- 8 位 MPU (80515)，每個時鐘週期執行一條指令，2KB MPU XRAM
- 32KB 安全閃存
- 集成在線仿真器(ICE)接口，用於 MPU 調試
- 32kHz 時脈，帶硬件看門狗定時器
- UART 接口和多達 10 個耐壓 5V 的通用 I/O
- 採用符合 RoHS 標準(6/6)的無鉛(Pb)、32 引腳 QFN (5mm x 5mm)封裝

2.1.4 Arduino Ethernet Shield 網路模組

圖二.6 為 Arduino Ethernet Shield，可以允許 Arduino 連結到網路，該板是基於 WIZnet 公司的 W5100 晶片製成。

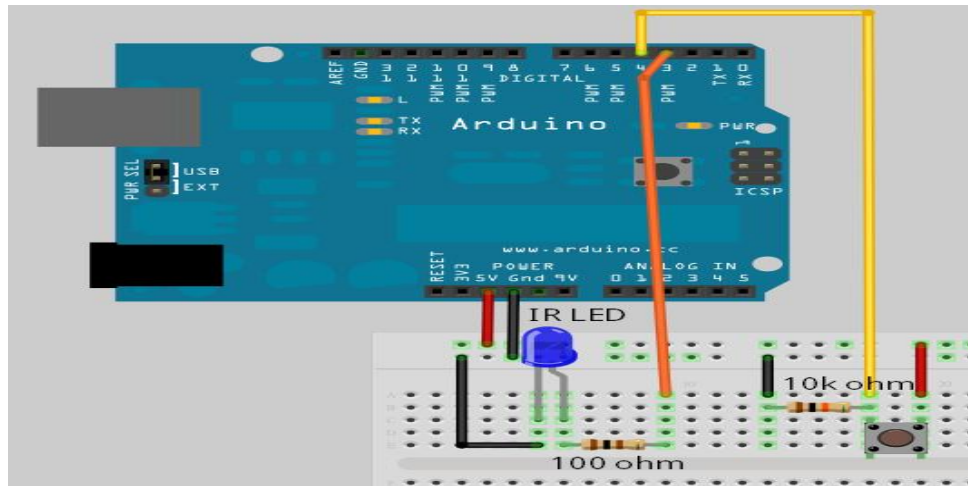


圖二.6 Arduino Ethernet Shield

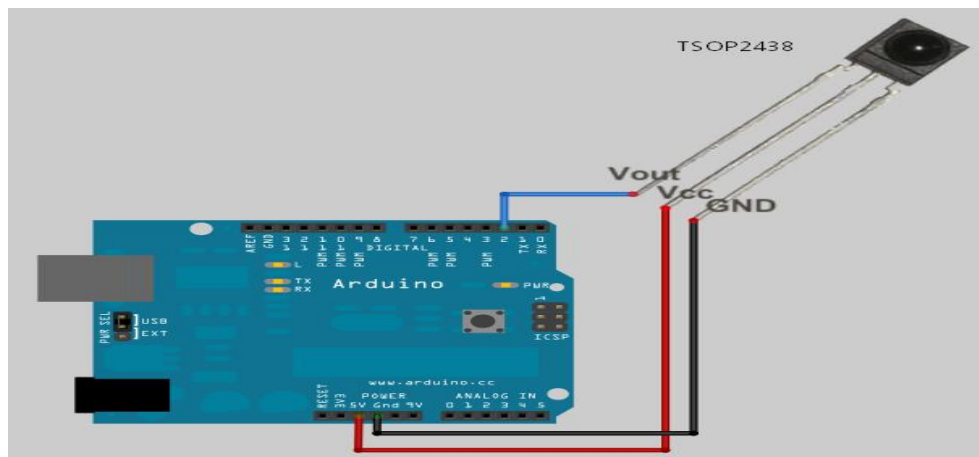
W5100 是一款多功能的單片網路接晶片，內部集成有 10/100 乙太網控制器，主要應用於高集成、高穩定、高性能和低成本的嵌入式系統中。使用 W5100 可以實現沒有操作系統的 Internet 連接。W5100 與 IEEE802.3 10BASE-T 和 802.3u 100BASE-TX 兼容。

2.1.5 紅外線學習模組

紅外線學習模組分成接收部分及發射部分，先經由接收端接收到外部來的紅外線碼，將其記錄下來之後如果使用者要使用，只要按下發射按鈕就會經由發射端發射出紀錄的紅外線碼。此部份都以 Arduino 為平台做實現，而解碼及編碼的工作都交由 Arduino 的 IRRemote 函式庫來處理。而接線的方式就如圖二.7~8。

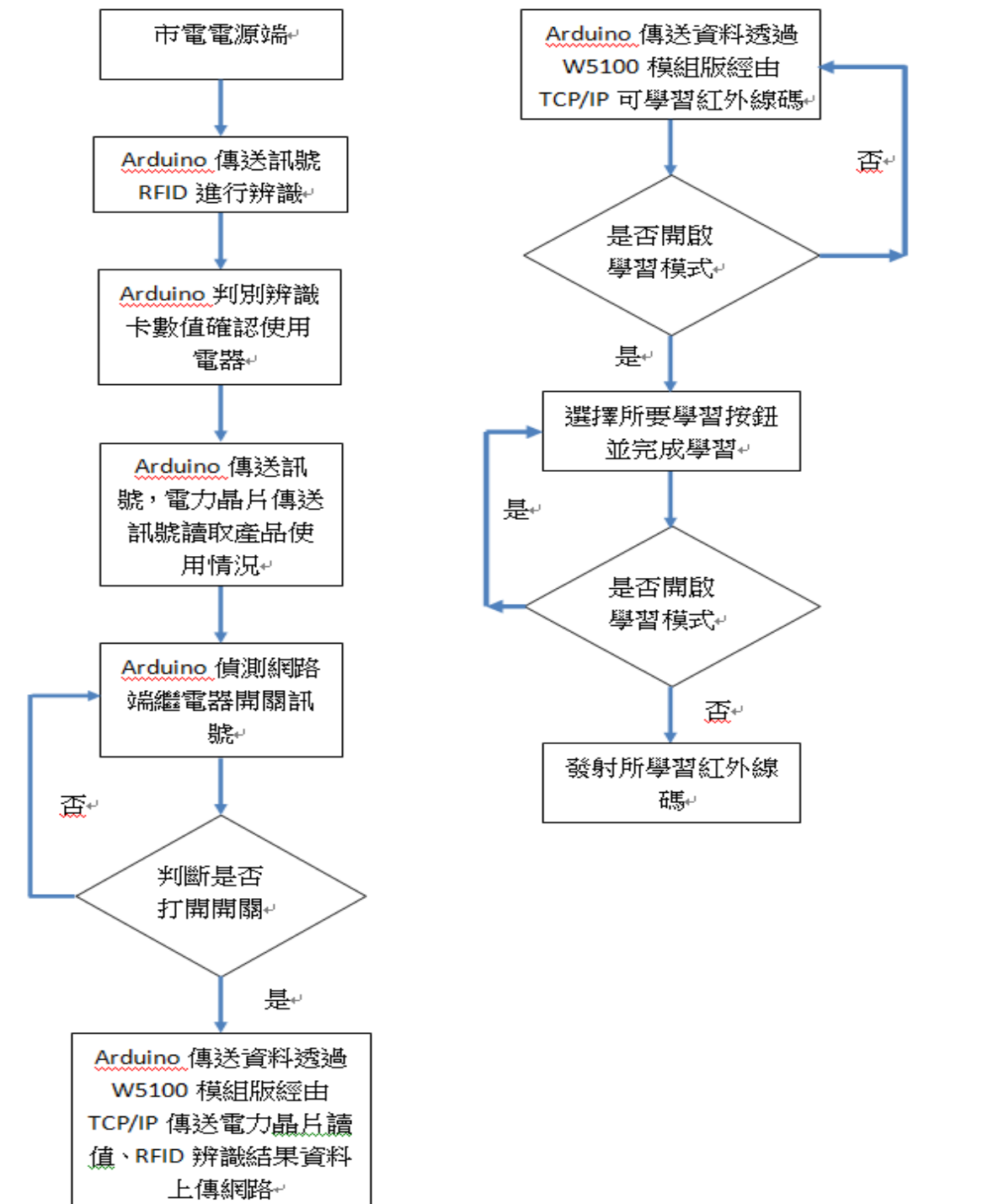


圖二.7 紅外線發射部分接線圖



圖二.8 紅外線接收部分接線圖

2.2 軟體架構

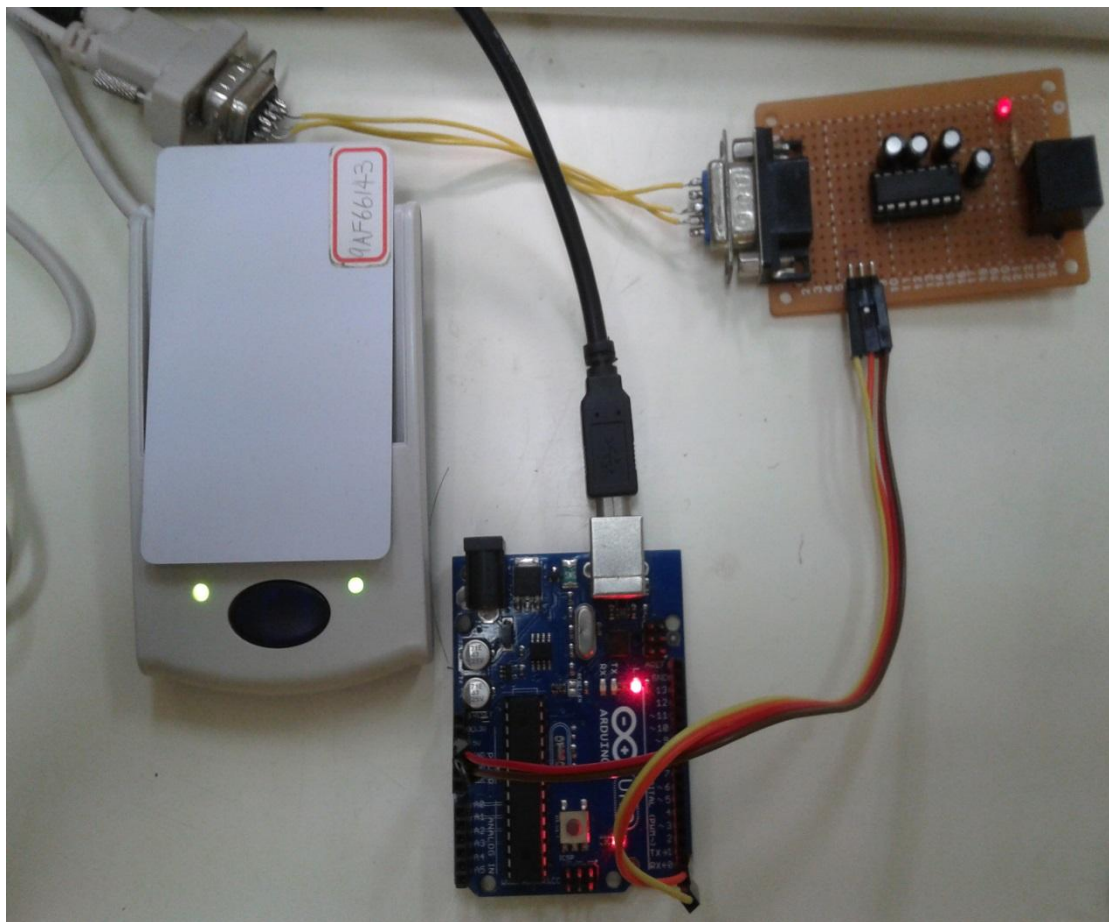


圖二.9 軟體流程圖

第三章、研究成果

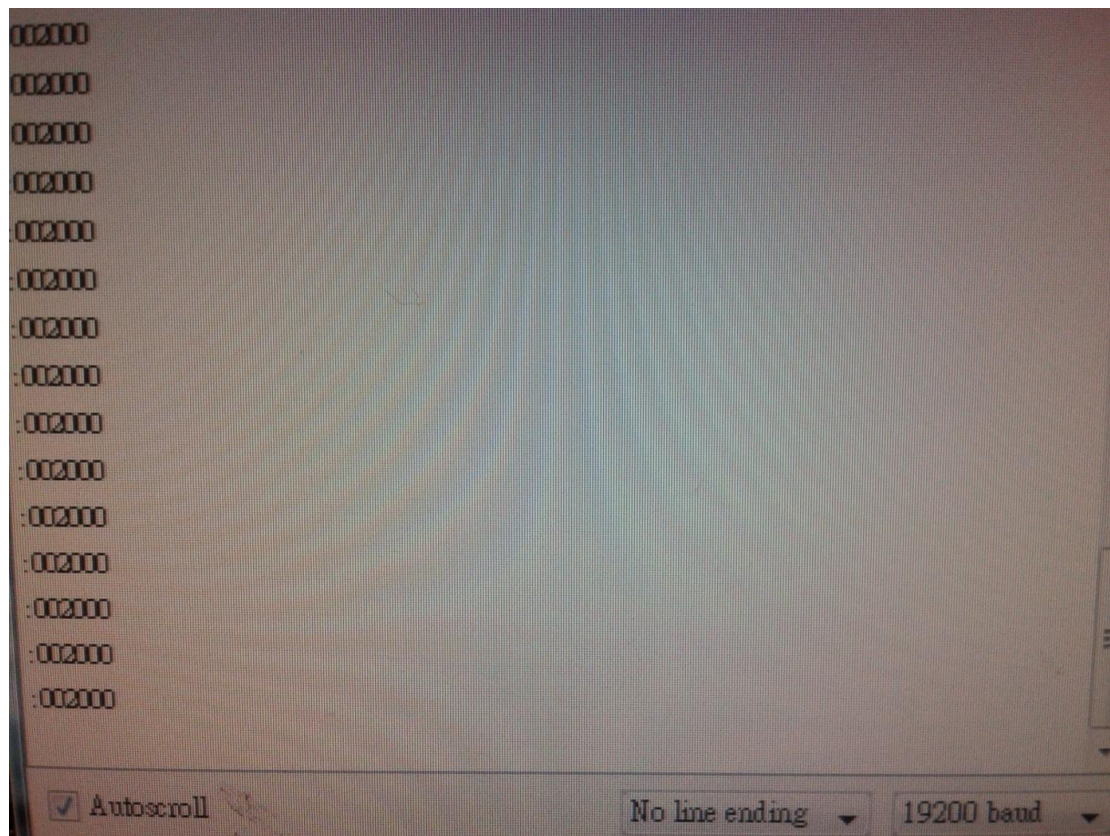
3.1 Arduino 與 RFID

RFID 是電腦的串行口 RS232 信號（-10 ，+10v）所以要經由 MAX232 的轉換把信號轉換為單片機所用到的 TTL 信號（0 ，+5）才可以跟 Arduino 通訊如圖三.1。

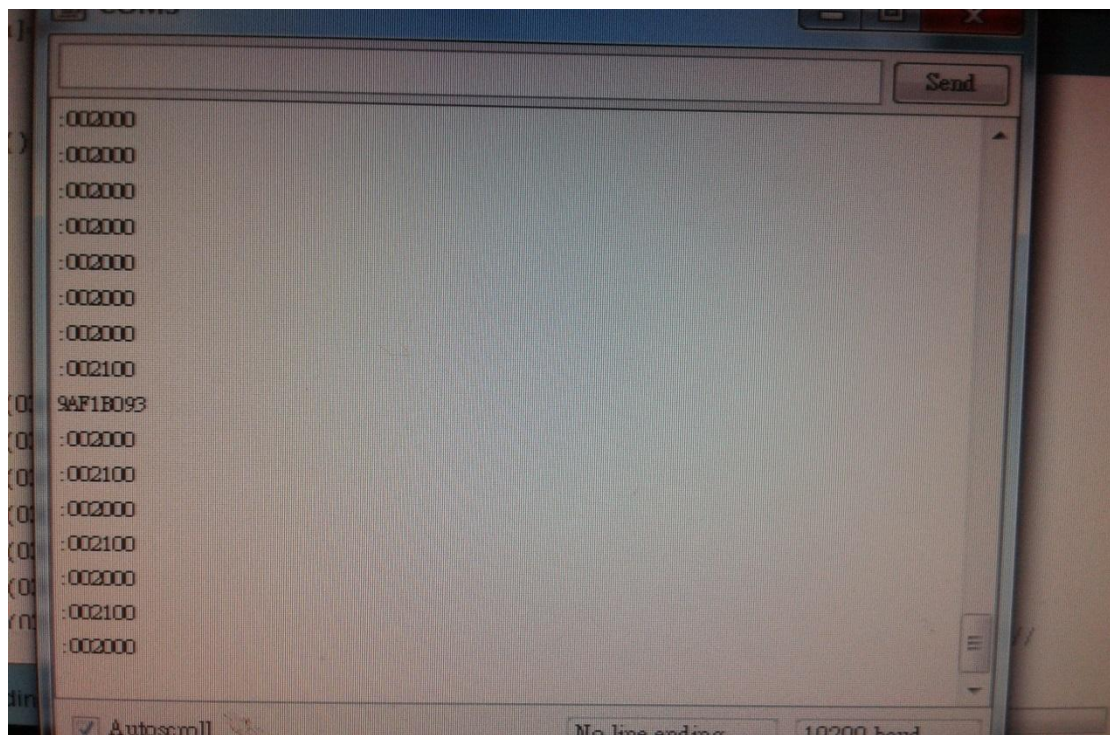


圖三.1 Arduino 與 RFID 實體圖

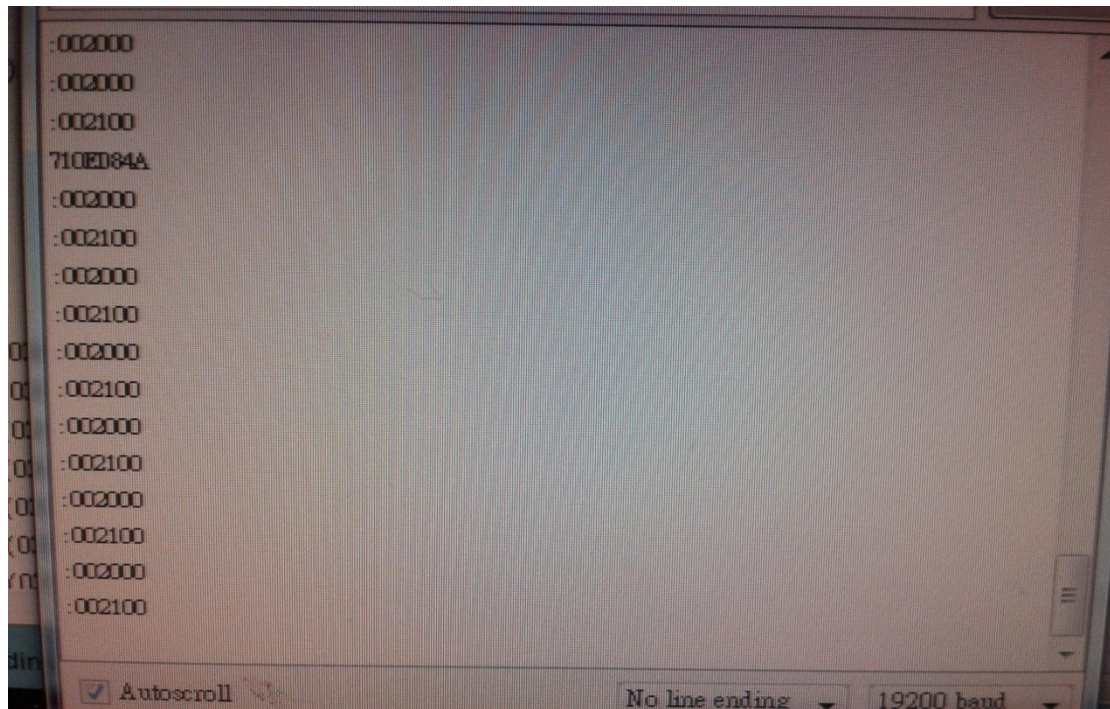
當電器插入插座時，Arduino 將是傳送指令給 RFID，當 RFID 接收到指令時，會回傳給 Arduino，Arduino 再傳遞讀取卡號的指令傳送給 RFID，RFID 接收到指令會回傳卡號給 Arduino，Arduino 會確認卡號判別是哪張卡片，並顯示卡號。（不同的卡號，可以判斷不同電器，並以製作資料庫方式顯示此電器的資料。），其操作步驟如圖三.2~圖三.4。



圖三.2 Arduino 再向 RFID 確認有無電器(卡片)插入



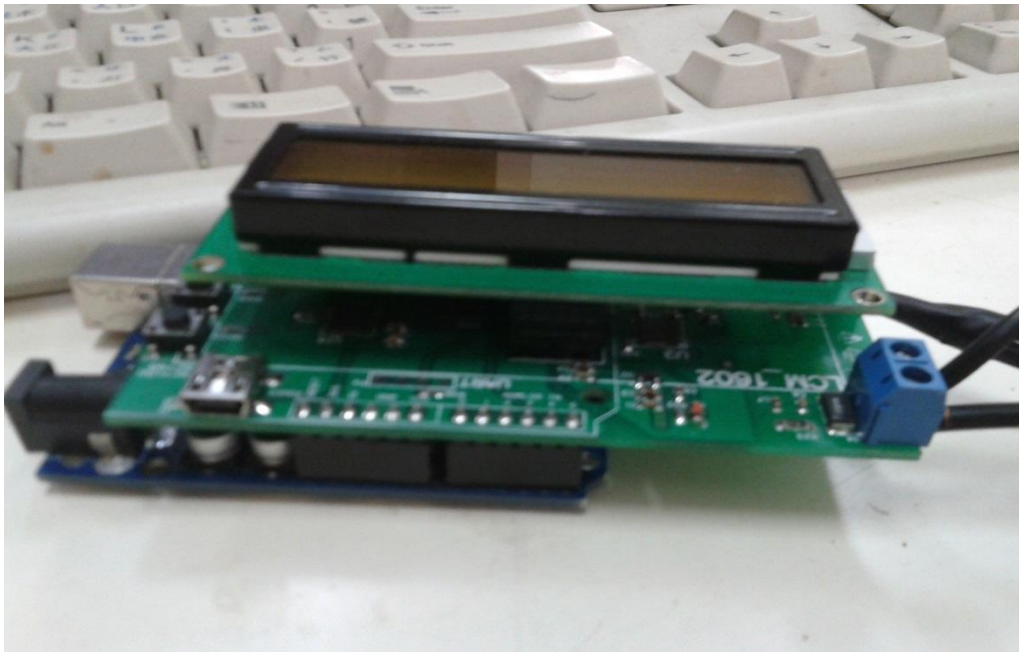
圖三.3 Arduino 確認到有卡片，再傳確認卡號的指令給 RFID，RFID 收到之後回傳卡號，之後會一直確認電器是否還在



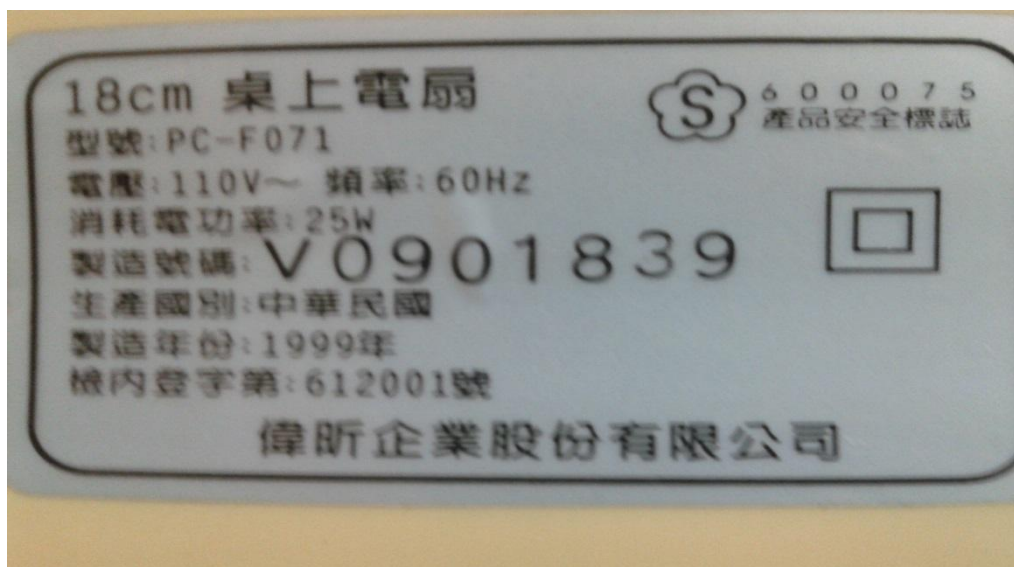
圖三.4 當 Arduino 到判斷電器離開後，會再回歸等待下一個電器的插入

3.2 Arduino 與電錶

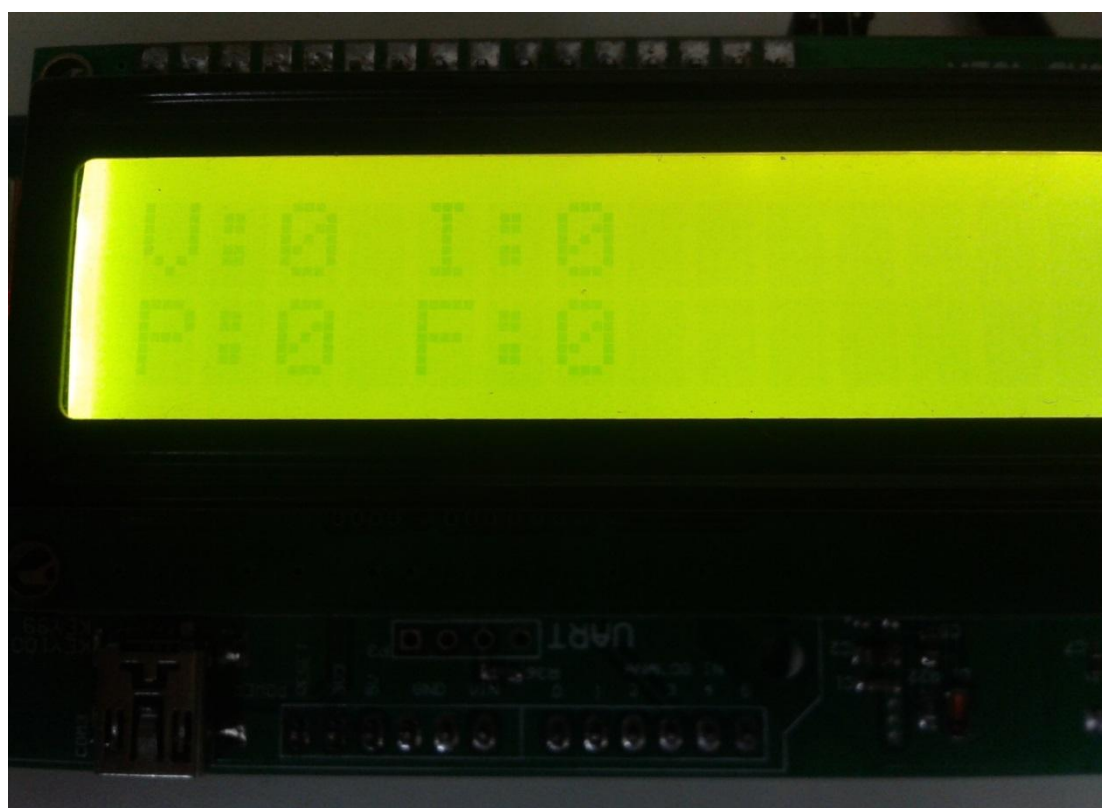
Arduino 的單相電能錶模組板，下面直接接 Arduino 不需接其他電路，而上面直接接 LCD 顯示器，之後通電之後電錶測量到的值就會顯示在 LCD 面板上，其步驟如圖三.5~圖三.10。



圖三.5 Arduino 與電錶實體圖



圖三.6 測試電器-電風扇的規格



圖三.7 電錶模組未接市電、電器未插入的情況



圖三.8 電器未啟動或被繼電器關閉的時候的電壓、電流、功率、頻率值



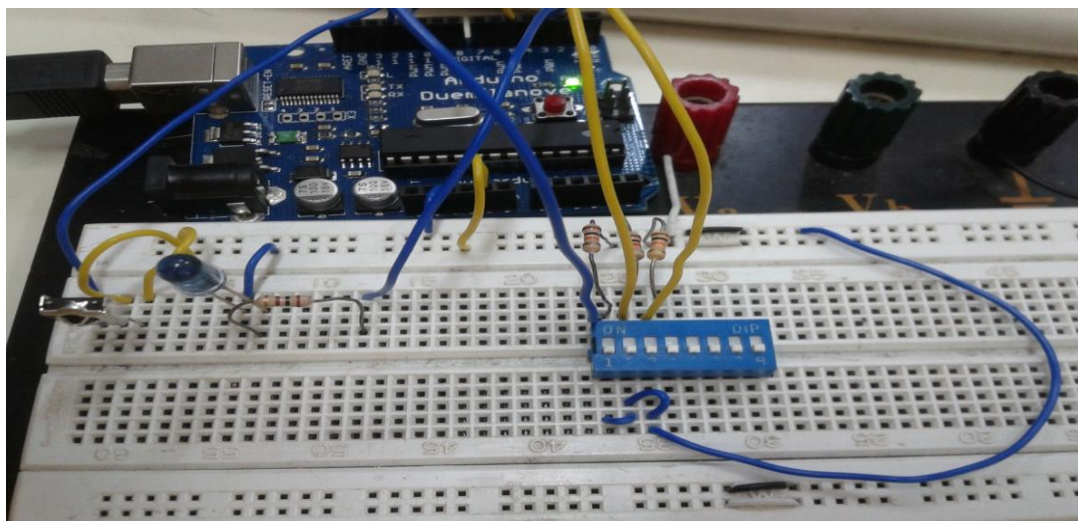
圖三.9 電風扇切到最小風力時候的電壓、電流、功率、頻率值



圖三.10 電風扇切到最大風力時候的電壓、電流、功率、頻率值

3.3 Arduino 與紅外線學習模組

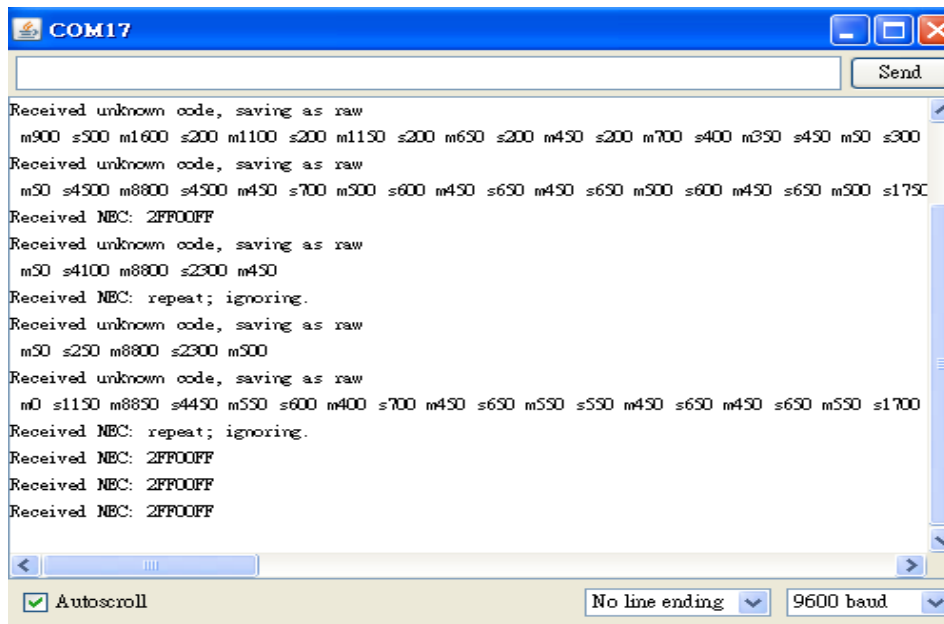
本文之紅外線學習模組，如圖三.11 Arduino 與紅外線學習模組實體為設定按鈕一顆，發射按鈕兩顆。步驟為先啟動學習按鈕後，選擇使用者想儲存紅外線碼之開關，按壓遙控器完成學習如圖三.12~13。關閉紅外線學習開關後，可使用所儲存紅外線按鈕開關，進行紅外線遠端遙控如圖三.14~20。



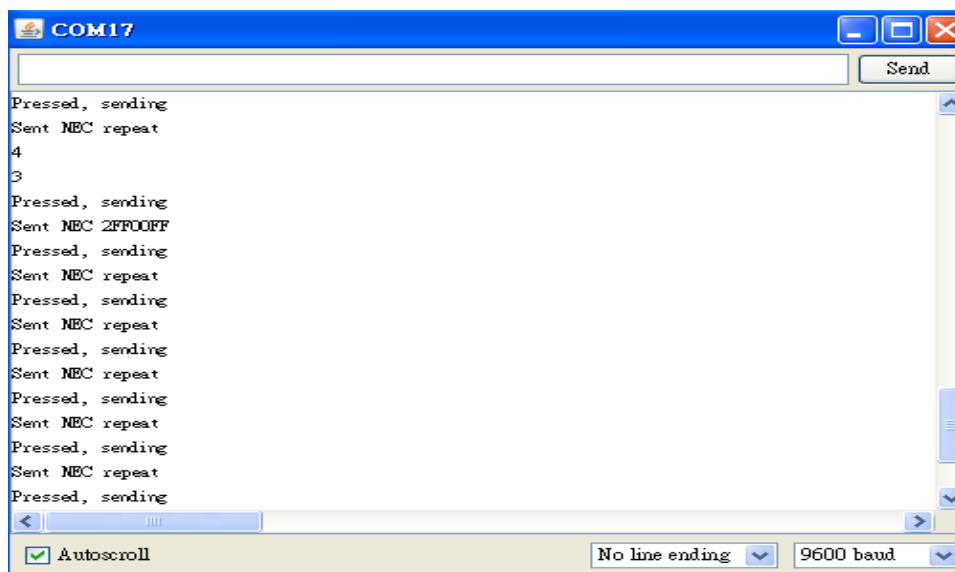
圖三.11 Arduino 與紅外線學習模組實體



圖三.12 紅外線冷氣遙控器



圖三.13 Arduino 學習冷氣開關



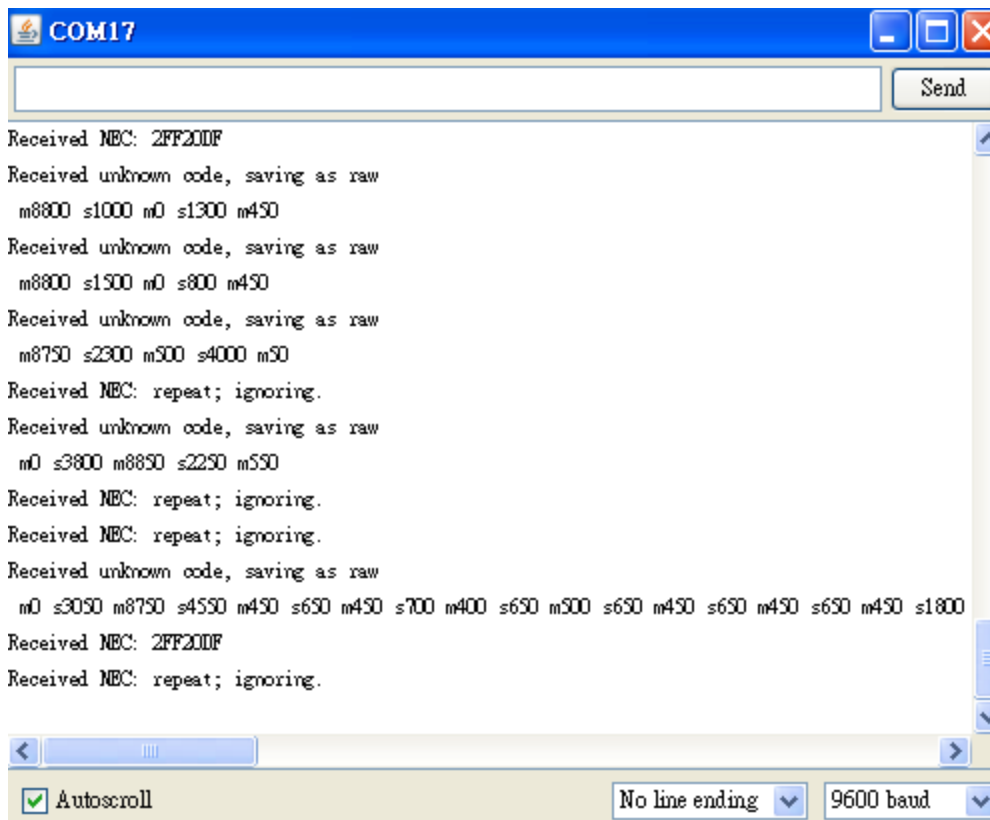
圖三.14 發射冷氣開關情況



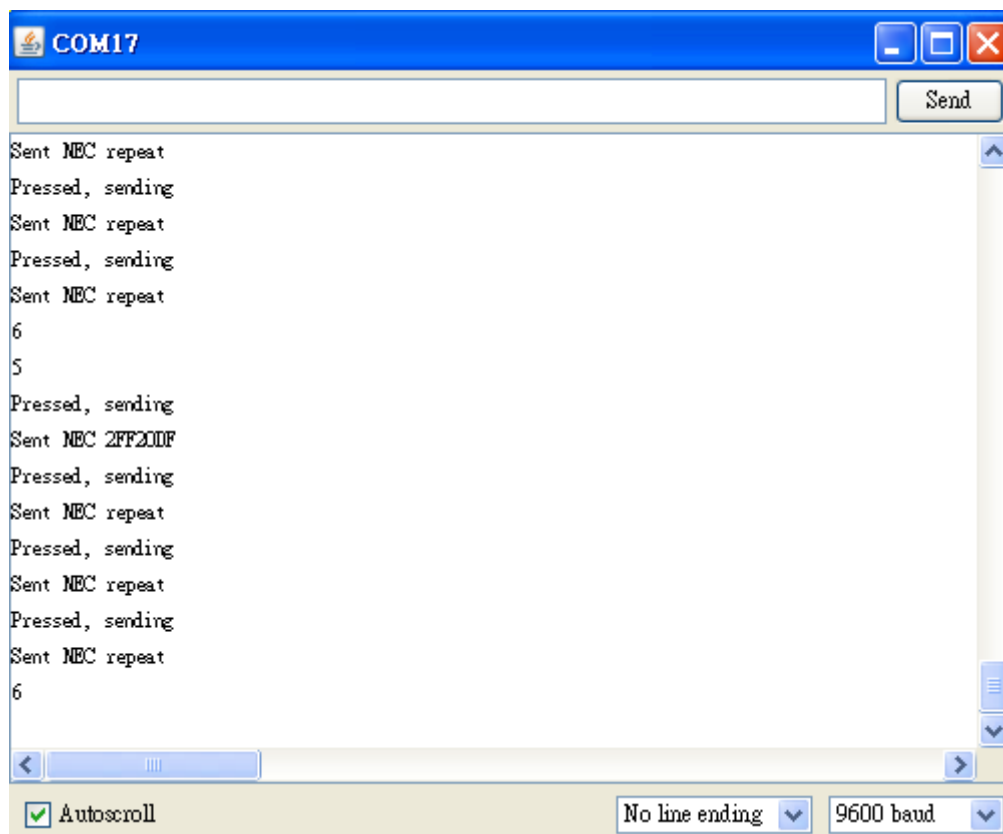
圖三.15 冷氣 ON



圖三.16 冷氣 OFF



圖三.17 Arduino 學習冷氣功能鍵



圖三.18 發射功能鍵



圖三.19 冷氣切換狀態_除濕圖



圖三.20 冷氣切換狀態_冷氣

3.4 Arduino Web Server

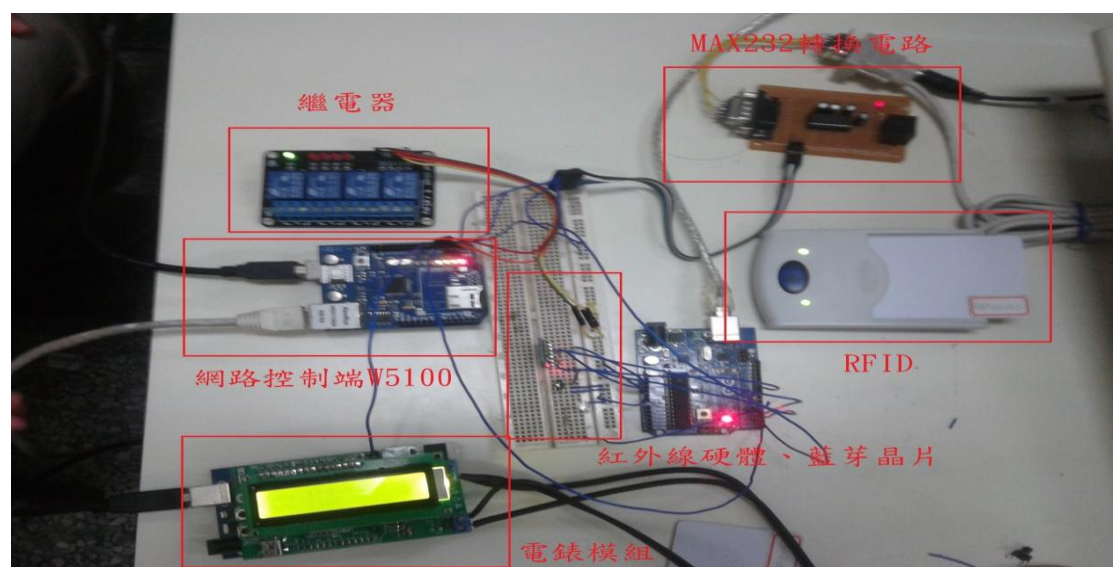
圖三.21 是網頁介面，從區域網路 192.168.0.4 連接到 Arduino Server，最上面一排 2 顆按鈕是繼電器 A 和 B 的按鈕，再來是紅外線學習按鈕和要學習的按鈕 NO.1~NO.5，之後是 RFID 收到的卡號，最下面的一排是接收電錶收的資料，其電壓、電流、功率、功率因數需乘上 0.001。如下其電壓為 110.911V，電流為 0.306A，功率為 18.568W，功率因數為 0.546。



圖三.21 網頁介面

3.5 Arduino 架構整合

圖三.22 我們利用功率為25W的電扇，設定其RFID tag為1卡，卡號為9AF1B093 當作負載，測量其電壓、電流、功率，並上傳至雲端，且可利用藍芽透過手機端遙控繼電器及紅外線學習發射紅外線碼，後端電腦遠端監測用電狀況，以及操控繼電器來遠端控制電器電源，步驟如圖三.23~圖三.25。



圖三.22 整體架構實體圖



圖三. 23 通電市電繼電器未 ON

在電器插入後通市電，可看到電錶資訊欄位可看到市電資訊。未開啟繼電器因此未讀出電器電流及功率。



圖三. 24 繼電器 ON 且學習紅外線碼 NO. 1 情況

在繼電器 ON 之後可在 Power 欄位看到電器用電資訊，同時左圖為紅外線學習按鈕開啟並同時開啟 NO. 1 按鈕進行紅外線學習之情況。



圖三. 25 繼電器 ON 且發射紅外線碼 NO. 1

在繼電器 ON 之後可在 Power 欄位看到電器用電資訊，同時左圖為紅外外線學習完成後，關閉學習按鈕，並可按 NO. 1 發射所學習紅外線碼，進行控制電器。

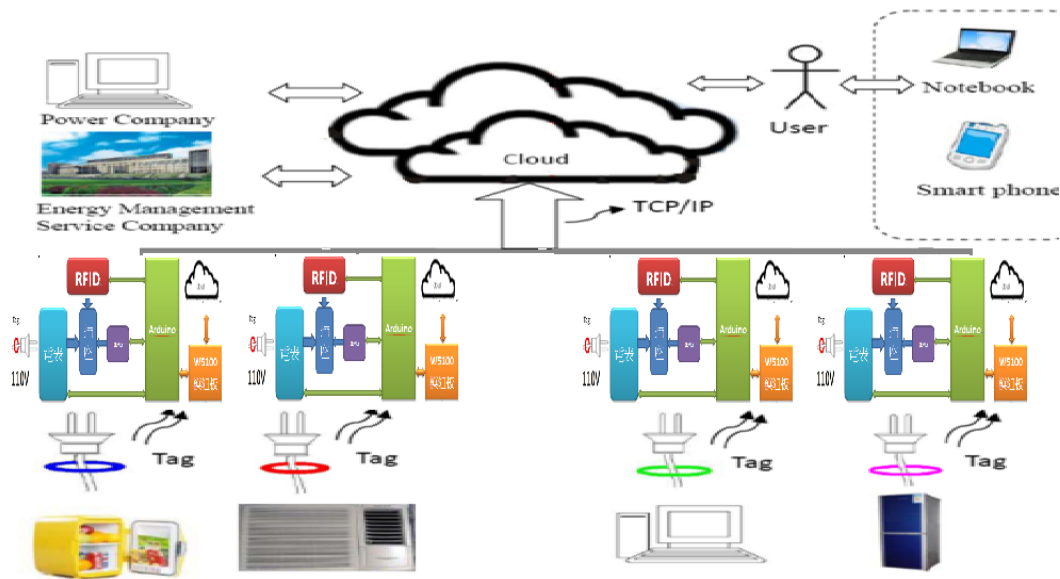
第四章、 結論與未來展望

4.1 結論

本文使用成本低廉、擴充便利且可利用資源充沛的 Arduino 整合 RFID、繼電器、Ethernet 模組、紅外線接收與發射器、電表模組構成智慧插座，可供智慧家庭電能管理使用，使用者可利用手機、筆記型電腦等，連線至後端網站，進行即時監控。在此系統中，每一家電設備賦予一 RFID tag，利用此 tag ID 可以從雲端資料庫得知產品的廠牌、類別、型號以及電器規格，由於智慧插座具有電能量測功能，可以長期記錄此電器之耗能狀況，並傳至雲端資料庫紀錄，長期下來，就可以觀測電器耗能狀態，藉以判斷是否出現老化現象，若有明顯老化，則系統可以主動提醒使用者注意，提早汰換避免更進一步惡化或發生用電安全問題。此外，本系統也可以擴充成長期統計分析用戶細部用電資訊，以及統計家中不同電器(因有 RFID，故可辨識)之使用頻率及其耗電量狀況等資訊，進行用戶用電行為分析與預測，提供更為精準的動態電力調整與規劃，以節省電費支出。而且由於雲端資料庫蒐集了各類電器耗能資訊，可以進行耗電資料比對，獲得該類型電器壽命保全與汰換建議服務，用戶也可從雲端獲取與該型號產品類似或同等級之耗電資料，進行比較，作為汰換選購的參考依據，有助於督促電器製造商不斷改善電器的節能性，達到節能減碳目的。

4.2 未來展望

網際網路的盛行，雲端技術現在已成為各大公司之爭相投入大把資金爭取研究，將家庭用電資訊結合雲端技術，讓用電資訊能透明化，藉由雲端系統讓供電端了解用戶端的用電資訊，除可大大降低人事成本及郵寄帳單等費用支出進行家中用電設備動態資產管理，雲端所儲存之電器生命週期比對，獲得電器壽命保全與汰換建議服務，然後使用者更可利用許多設備，如:iphone、筆記型電腦等經由有線或無線連上網際網路進而控制及監控家中電器達到需量控制;如此之網際網路上可達到許多商機，如:廣告受益、信用卡公司之結帳系統等，可以讓使用戶端更簡易的操作系統如圖四.1。



圖四.1 雲端智慧電能管理服務系統

參考文獻

- [1] 高偉智, "具有身份識別之智慧型插座", 聖約翰科技大學電機工程系碩士論文, 2012。
- [2] 李育德, "智慧家庭控制系統", 大葉大學/資訊工程學系碩士班碩士論文, 2012。
- [3] 張亞飛, 掌握 HTML5 和 RIA 網站設計, 上奇資訊, 2011 年。
- [4] Arduino 官網, www.arduino.cc/。
- [5] HTML 語法教學, <http://www.powmo.com/>。
- [6] Arduino 樂園, <http://arduino.tw/>。
- [7] 維基百科, <http://zh.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:%E9%A6%96%E9%A1%B5>。
- [8] 柴田望洋, 明解C語言教學手冊, 博碩, 2007年。
- [9] 孫駿榮、吳明展、盧聰勇, 最簡單的互動設計Arduino一試就上手, 碁峰, 2010年。
- [10] 施威銘研究室, 最新C程式語言, 旗標, 2009年。
- [11] 戴江淮, RFID通訊網路與應用, 碁峰資訊, 2009年。