

# 銘傳大學

電腦與通訊工程學系

專題研究總審報告

智慧型電話轉接系統設計與實現

指導教授：洪東興 教授

專研學生：黃立洋、柯力豪、黃騫毅、游維軒

中 華 民 國 一 零 二 年 十 二 月

# 智慧型電話轉接系統設計與實現

## Design and Implementation of Intelligent Switchboard

黃騫毅  
Chen-Yi Huang

游維軒  
Wei-Shiuana You

柯力豪  
Li-Hao Ko

黃立洋  
Li-Yang Huang

銘傳大學電腦與通訊工程學系  
Department of Computer and Communication Engineering  
Ming Chuang University

### 摘要

行動通訊日益普及，手機正是代表之一。因為使用方便，在傳達訊息上有著立即性的優勢，在現在社會追求高效率的時代，是項在各企業在和客戶溝通時的重要通道。但企業們的經營總會有著大量的客戶，所以對於”聯絡”這件事上會佔有一定的時間和支出，而本專題知道，當使用市話撥打手機時往往費率無法統一，因台灣主要電信服務業者高達五家之多，費率的計算上也有著差異性，而企業無法知道每個人的使用電信商，長久下來在聯絡客戶的支出上，會是項可觀的支出。為此，本專研將研發出一套智慧型電話轉接系統，利用 Atmel 所生產的 89C51 微控制器結合 SIMCom 的 SIM5215 第三代行動通訊(3G)的模組，組成系統硬體基本架構，在配合 Visual Basic 2010 軟體的撰寫，開發出智慧型電話轉接系統。

**關鍵詞：**微控制器、第三代行動通訊、Visual Basic 2010

### Abstract

As growing market of telecommunications, mobile phone becomes the landmark of modern wireless communication. Because of easy to use and conveying the instant message, it takes the advantage of high efficiency to build on channel between company and customers on business. However, current companies always have a large number of bills coming from the mobile phones that are needed for business.

To this project, we will develop a set of intelligent switching system that are utilized for saving money on the expenditure of mobile-phone bills. The system mainly consists of Atmel 89C51 microcontroller and SIM5215 SIMCom 3rd-generation mobile communications (3G) module. They are the basic structure of the hardware components of the system. Visual Basic 2010 is the software platform to develop the control interface. The aim of this project is to complete an intelligent switching system that is used for mobile phone.

**Keywords:** Atmel 89C51、3G-communications、Visual Basic 2010

# 目錄

一、緒論.....	1
1.1 研究動機與目的.....	1
1.2 文獻探討.....	1
1.2.1 號碼可攜服務.....	1
1.2.2 台灣電信費率.....	2
1.3 研究過程.....	4
1.3.1 配合企業使用習慣.....	4
1.3.2 市話訊號的轉換.....	4
1.3.3 電路設計和演算法的撰寫.....	5
二、技術介紹.....	6
2.1 通訊技術.....	6
2.1.1 DTMF 訊號 .....	6
2.1.2 電話系統.....	7
2.1.3 行動通訊.....	8
2.2 傳輸介面.....	10
2.2.1 RS-232 .....	10
2.2.2 I2C.....	12
2.2.3 SPI.....	13
2.3 AT command .....	15
2.4 Visual Studio 介紹 .....	15
三、架構介紹.....	17
3.1 系統架構.....	17
3.1.1 萬國總機 FX-60 .....	17
3.1.3 第三代行動通訊模組.....	19
3.1.4 微控制器 Atmel 89C55 .....	20
3.1.5 記憶體 E <sup>2</sup> PROM .....	22
3.2 應用程式架構.....	24
四、開發過程.....	25
4.1 系統設計.....	25
4.1.1 DTMF 訊號解碼 .....	25
4.1.2 規劃資料格式.....	26
4.1.3 微控制器電路/程式設計 .....	28
4.2 應用程式設計.....	29
五.系統測試.....	32
硬體開發過程.....	32
六.專題開發過程問題討論.....	44

七.開發感想與未來應用.....	45
八.參考文獻.....	46
附錄(一)、工作分配表.....	47
附錄(二)、硬體電路圖.....	48

## 圖目錄

圖 1. M+手機應用程式畫面 .....	2
圖 2. DTMF 便是架構圖 .....	4
圖 3. 中央控制電路架構圖 .....	5
圖 4. 智慧型電話轉接系統 .....	5
圖 5. 電話 TONE 按鍵對照 .....	6
圖 6. 高頻和低頻訊號 .....	7
圖 7. 高頻和低頻訊號相加 .....	7
圖 8. 一個完整的 Cluster .....	9
圖 9. 並列式傳輸 .....	10
圖 10. 串列式傳輸 .....	10
圖 11. 同步式傳輸 .....	11
圖 12. 非同步式傳輸 .....	11
圖 13. RS-232 接頭介紹 .....	11
圖 14. I2C 控制訊號 .....	13
圖 15. SPI 時序圖 .....	14
圖 16. 電話總機 FX-60 .....	17
圖 17. MT8870 架構圖 .....	18
圖 18. MT8870 腳位對照表 .....	18
圖 19. 3G 模組架構圖 .....	20
圖 20. 89C55 腳位圖 .....	20
圖 21. 89C55 架構圖 .....	21
圖 22. MAX232 電路圖 .....	21
圖 23. AT24C08 架構圖 .....	22
圖 24. AT24C08 腳位圖 .....	23
圖 25. 控制位元 .....	23
圖 26. Byte Write .....	23
圖 27. Page Write .....	23
圖 28. Current Address Read .....	24
圖 29. Random Read .....	24
圖 30. Sequential Read .....	24
圖 31. 應用程式架構 .....	25
圖 32. DTMF 訊號判斷流程圖 .....	26
圖 33. I2C 格式(一) .....	27
圖 34. I2C 格式(二) .....	27

圖 35. 連接 3G 模組架構圖 .....	28
圖 36. 中央控制器程式流程圖 .....	29
圖 37. 連接 PC 架構圖 .....	29
圖 38. 應用程式流程圖(一) .....	30
圖 39. 應用程式流程圖(二) .....	31
圖 40. 電路圖 .....	48
圖 41. Layout 圖 .....	49

## 表目錄

表格 1. 中華電信費率(無搭配任何優惠減價方案及網路).....	2
表格 2. 遠傳電信費率(無搭配任何優惠減價方案及網路).....	3
表格 3 台灣大哥大費率(無搭配任何優惠減價方案及網路).....	3
表格 4 亞太電信費率(無搭配任何優惠減價方案及網路).....	3
表格 5. 中華&遠傳費率計算.....	3
表格 6. 台灣&亞太費率計算.....	3
表格 7. RS-23 腳位對照.....	11
表格 8. Visual Studio 介紹.....	16
表格 9. 按鍵頻率對照.....	18
表格 10. MT8870 二進為對照.....	19
表格 11. AT command 對照.....	26
表格 12 中央控制器主要腳位規劃:.....	28
表格 13. 判別碼對照.....	31
表格 14. 系統良率測試.....	34

## 一、緒論

### 1.1 研究動機與目的

隨著行動通訊的快速發展，手機的普及率相較於過往已經大幅的提升，在統計上平均幾乎達到人手一機的程度，而在溝通上，不管是使用市話撥打或任何能撥打電話的通訊設備，只要手機有訊號，就可以和它聯繫，所以在通訊上非常的便利。而通訊上的費用，在台灣依照不同的電信業者，費率有著極大的差異，但在費率計算上都有著相同的特點，就是當發話端與受話端是使用相同電信業者，為網內互打時，所要支出的金額就會有著一定比例的優惠。

### 1.2 文獻探討

#### 1.2.1 號碼可攜服務

自 2005 年 10 月 15 日台灣開始實施手機號碼可攜式(Number Portability, NP)服務後，在得知電話號碼時無法準確地知道此號碼的電信服務商，而國家通訊傳播委員會(NCC)再開放 NP 服務時，有設定查詢號碼 57016 讓使用者在對不確定的未知號提供查詢功能，以確認是否撥打時為網內或網外，可是這需支出一筆費用才能得到正確的資訊，如果原查詢的號碼再次轉移到其他電信，那又需再查詢一次，導致沒有效率。

而自手機應用軟體(Mobile application，或簡稱 App)的興起，App 的開發者使用了資料庫查詢的功能，讓他們開發出的 App 能夠立即性的把使用者的行動通訊裝置電話簿號碼顯示出正確的電信商，如圖 1。

以上兩種方式，使用查詢號碼的方式沒有立即性，且容易浪費錢；手機應用程式雖然方便但目前需要更換 SIM 卡(Subscriber Identity Module ,SIM)卡才能達到網內互打的目的，在實際操作上非常的不便利，所以如果能結合以上的優點，那正是本專題最大的目的。





圖 1. M+手機應用程式畫面

## 1.2.2 台灣電信費率

科技的進步，使用電話連絡成為現代人必備的物品，除了網路之外，市話和手機的使用也很頻繁，如沒有仔細計算自己的費率，將造成手機在使用上需負擔龐大的金額。

為了降低手機費率，除了選擇適合自己的電信和優惠方案外，最重要的是撥打的門號是否有達到網內互打的條件，在不考慮 3G 行動上網的情況下，本專題將設計用市話撥打行動電話，但是使用網內互打的費率來達成節費的系統。

以下為各電信月租費網內網外費率比較表(元/秒)。

表格 1. 中華電信費率(無搭配任何優惠減價方案及網路)

月租費		183 元	383 元	583 元	983 元
語音費率 (元/秒)	網內	0.08	0.07	0.06	0.04
	網外	0.1393	0.1304	0.1087	0.1

表格 2. 遠傳電信費率(無搭配任何優惠減價方案及網路)

月租費		165 元	365 元	465 元	765 元
語音費率 (元/秒)	網內	0.08	0.08	0.08	0.05
	網外	0.1393	0.1131	0.1087	0.1304

表格 3 台灣大哥大費率(無搭配任何優惠減價方案及網路)

月租費		200 元	300 元	600 元	900 元
語音費率 (元/秒)	網內	0.08	0.08	0.07	0.06
	網外	0.130639	0.113221	0.104511	0.095801

表格 4 亞太電信費率(無搭配任何優惠減價方案及網路)

月租費		333 元	555 元	888 元	1288 元
語音費率 (元/秒)	網內	0.06	0.05	0.04	0.0350
	網外	0.0782	0.0696	0.0608	0.0565

模擬網內與網外互打費率計算，達到網內互打後，可以降低費率上的使用。

(選擇每家電信專案相近的月租費以一小時/3600 秒來計算)

表格 5 中華&遠傳費率計算

中華電信(383)		
網外:	$0.1304 * 3600$	469.44 元
網內:	$0.07 * 3600$	252 元

遠傳電信(365)		
網外:	$0.1131 * 3600$	407.16 元
網內:	$0.08 * 3600$	288 元

表格 6 台灣&亞太費率計算

台灣大哥大(300)		
網外:	$0.13221 * 3600$	407.59 元
網內:	$0.08 * 3600$	288 元

亞太電信(333)		
網外:	$0.0782 * 3600$	281.52 元
網內:	$0.06 * 3600$	216 元

除了亞太電信外，其他三家電信網內和網外一小時的費率，價差都達到 100 元以上，中華電信價差達到 217 元。

## 1.3 研究過程

### 1.3.1 配合企業使用習慣

開發此系統的最大目的就是為企業省下行動通訊的通話費，所以本專題須模擬出企業基本會使用到的規格和通話模式，且是在不改變原企業撥打電話的習慣下開發本專題的系統。所以將開發出一套讓各企業在撥打手機門號時能有節費的功能，在設計上必須以使用者的操作模式作為開發的依據，因此使用了萬國PBX(電話交換總機)型號 FX-60 作為模擬企業撥打的情形。

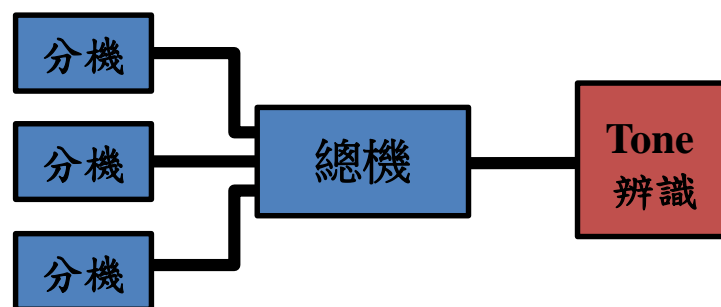


圖 2. DTMF 便是架構圖

### 1.3.2 市話訊號的轉換

透過電路設計配合演算法的處理，使一般市話所產生的訊號能夠轉換為本專題系統所需的數位訊號，此演算法將寫在本專題的中央控制核心，而數位訊號輸入是透過核心所提供的 I/O 來做讀取。

企業用戶在不像一般家庭只有單一電話，所以利用小型總機能夠更貼近的模擬出企業在營運時接上此系統時會碰到的各種問題。而一般市話是產生雙音多頻訊號(Dual Tone Multi Frequency, DTMF)來送至電信總局，單按鍵訊號是由一高頻加上一低頻組成，但這無法直接輸入到本專題的系統，所以須經過辨識晶片 MT8870 來進行解碼，輸出訊號是 TTL(Transistor Transistor Logic)的標準電壓，所以解碼後的數位資訊就可送進中央控制器來做處理。

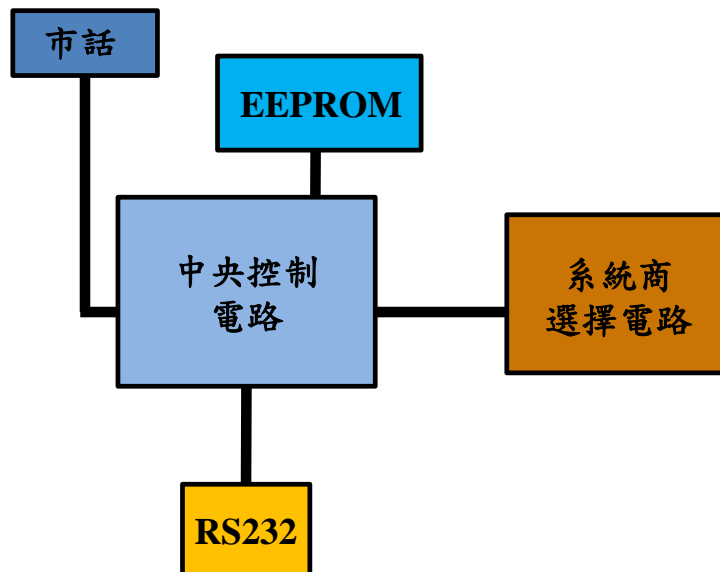


圖 3. 中央控制電路架構圖

在經過前面的訊號處理後，能知道從話機端撥打號碼的資訊，本專題利用微控制晶片 Atmel 89C51 當作中央控制器，並規劃 E<sup>2</sup>PROM 的記憶體空間，分為儲存區和暫存區，當有號碼輸入時 89C51 就會先讀取儲存區的資料，如果沒有就把此號碼放入暫存區，並使用預先設定的電信商分類撥打此通電話，等暫存區累積到一定的量，透過 RS-232 把暫存區的號碼傳送到電腦，在使用 Visual Basic 所撰寫的程式連接網路更新後放在電腦端再透過 RS-232 傳回儲存區，這樣一來，下次中央控制器在讀取儲存區時就能選擇到正確的電信。

### 1.3.3 電路設計和演算法的撰寫

在開發的過程中本專題用到不同的 IC、被動元件，所以首要的過程須了解元件的特性和 IC 的功能，並找到適合的開發板，以利在編輯程式時能配合硬體架構撰寫出特定的演算法來達到目的。

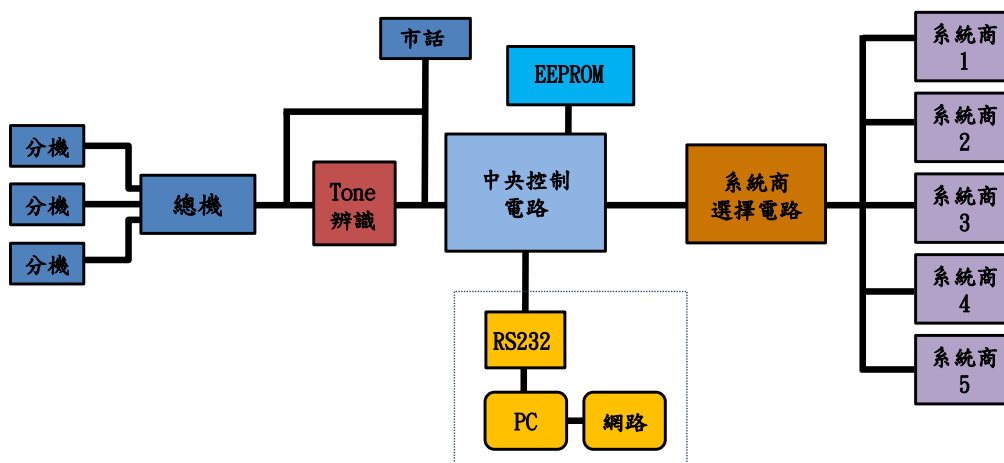


圖 4. 智慧型電話轉接系統

## 二、技術介紹

### 2.1 通訊技術

#### 2.1.1 DTMF 訊號

雙音多頻訊號(Dual-Tone Multi-Frequency, DTMF)因具有很強的抗干擾能力和較高的傳輸速度，是電話系統中電話與交換機之間常用的一種通信訊號。有 0 至 9 的撥號數字、星號、井號，其特定組合的方式可以在接收端達成執行的動作。如圖 5 所示，按鍵是以四列三行的二維陣列形式排列，對於每一列或行，都有特定頻率組合。行的頻率較高而列的頻率則較低。當某一按鍵被按下時，由兩個不同頻率所組成的雙音調訊號會產生，這兩個頻率一個屬於低頻率群組而另一個則屬於高頻率群組。就是這個原因，所以我們才稱這種技術為”雙音多頻”。在這種技術中，由 7 個不同頻率的音調 (4 個列頻率 + 3 個行頻率) 可組成 12 種不同的頻率組合 (4 x 3)。舉例來說，若我們按下按鍵”1”，由 697Hz 及 1209Hz 組成的音調訊號會一起被傳送到電話交換機譯碼再分辨出所撥的是哪一個號碼。

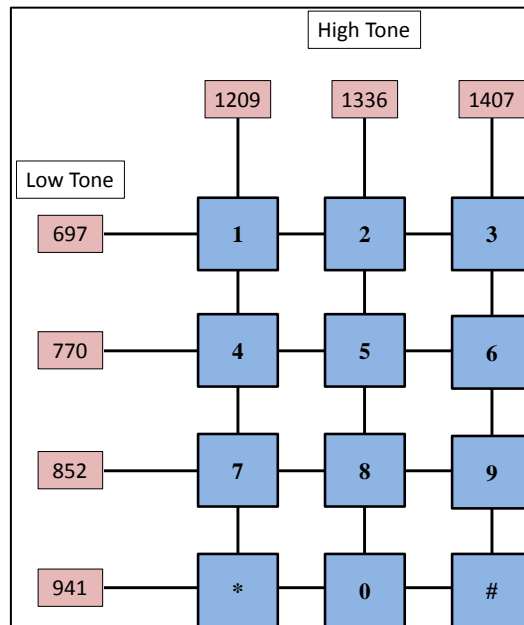


圖 5. 電話 TONE 按鍵對照

$$S(t) = A_1 \cos(2 \pi f_{\text{high}} t) + A_2 \cos(2 f_{\text{low}} \pi t) \quad (2.1)$$

其中  $A_1$ 、 $A_2$  為兩訊號的振幅大小，其高頻和低頻模擬訊號為圖 X，而  $S(t)$  的訊號為圖 X:

$$f_{\text{high}} = 1209 \quad \text{Hz} \quad (2.2)$$

$$f_{\text{low}} = 697 \quad \text{Hz} \quad (2.3)$$

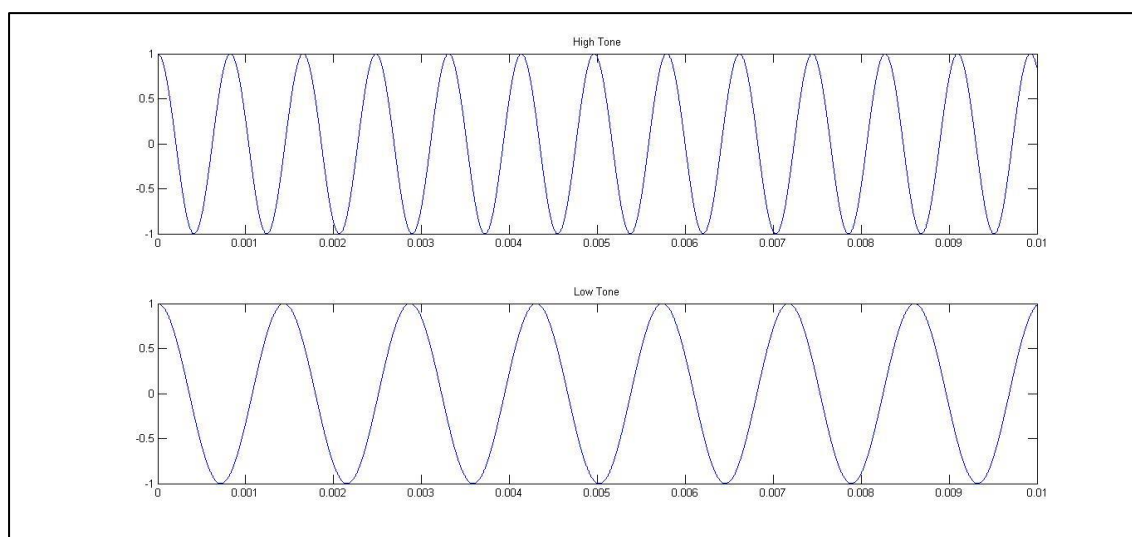


圖 6. 高頻和低頻訊號

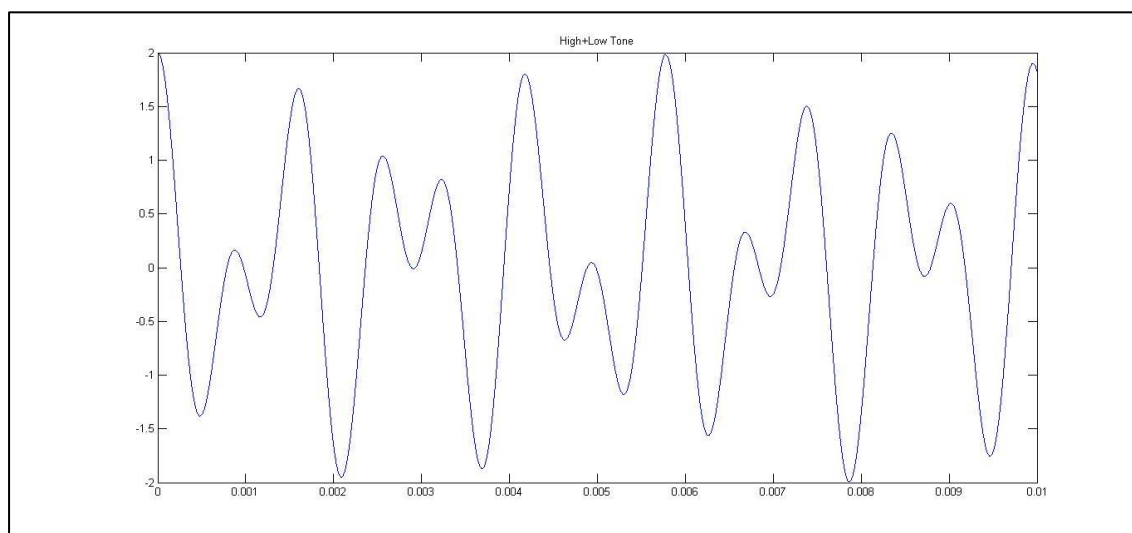


圖 7. 高頻和低頻訊號相加

## 2.1.2 電話系統

電話機在早期傳送訊號的方式是用轉盤傳送脈波的訊號，而目前市面上常見的電話機多是按鍵式電話，每個按鍵都是兩個頻率的組合而成，也就是雙音多頻的訊號，電信公司的交換機依照 DTMF 的訊號辨別出發話端的號碼，選擇出並接的收話端，藉此構成連線，這種方式稱之為複頻式傳送。

電話的連線在早期是須由接線生在交換機上進行連線的動作，但目前已經改用數位的交換局，當接收到訊號時，能利用發話端的訊號找到正確的電話號碼，將發話端和收話端快速地建立連線。

打電話的方法依照市內、長途、國際、行動電話而有特定的撥打規則

#### **a、 市內電話**

市內通話直接拿起聽筒，就可撥打對方的電話號碼，例如銘傳大學台北校區的電話 2882-4564，前四個數字 2882 為交換局號碼，4564 則為用戶的號碼。

#### **b、 長途電話**

如果銘傳大學台北校區要打給桃園校區的同仁，需先撥長途冠碼”0”及區域號碼”3”再撥電話號碼。

#### **c、 國際電話**

國際電話的撥號格式為依序為國際冠碼、目標國碼、目標地區號碼、用戶電話號碼，例如由台灣撥號至日本東京，台灣的國際冠碼是 002，日本國碼 81，東京區域號碼為 3，其撥號方式為 002-81-3-用戶電話號碼。

#### **d、 行動電話**

一般的常見的行動電話號碼門號都固定為 10 碼，第一碼為冠碼，第二和第三碼為行動服務類別接取碼、第四和第五為電信業者辨別碼而後五碼為用戶號碼。

### **2.1.3 行動通訊**

行動通訊系統是由移動台(MS)、基地台(BS)和行動通訊交換局(MTSO)所組成，移動台與基地台之間為無線傳輸，而基地台與行動通訊交換局則以有線的方式傳輸，行動通訊交換局是行動通訊系統的控制交換中心和固定通訊網的介面，負責為移動台與移動台、與固定用戶之間的資訊交換。基地台由一個基站控制器(BSC)和基站收發系統(BTS)組成，負責管理無線資源，實現移動台和固定用戶之間的通訊。

為提高頻率的使用率，美國貝爾實驗室發展出了”Cell”的概念，意思是將整個服務區劃分成多個半徑為 2~20KM 的 Cell，每個 Cell 分別設置一個小功率的基地站，負責本區行動通訊的聯絡與控制，同時又可在行動通訊業務交換中心的

統一控制下，實現 Cell 之間用戶之間的聯繫。若相鄰的 Cell 組成一個 cluster，將可使用的無線頻道分成多組，cluster 內的 Cell 使用不同的頻率組，每個 cluster 就能使用到全部的頻道，相隔一定距離的 Cell 可以使用相同的頻率，相同頻率配置的 cluster 就可以覆蓋整個服務區，則因為 Frequency Reuse 的關係，提高了頻率使用率。

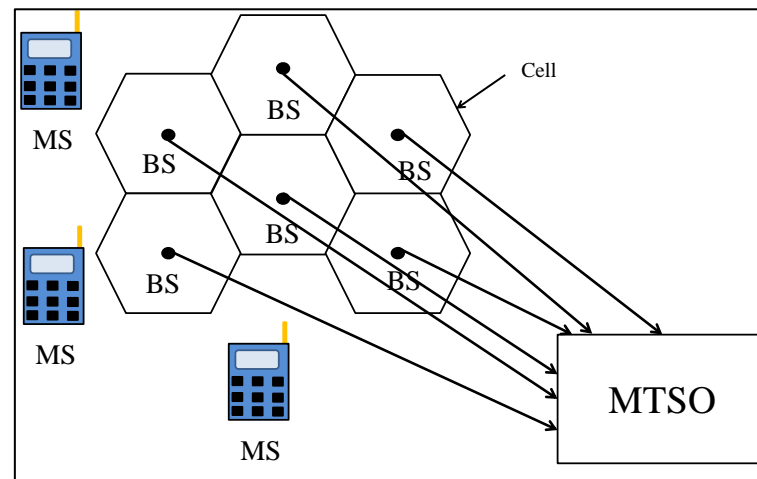


圖 8. 一個完整的 Cluster

在行動通訊的連線上，除了具有市話交換的功能外，基地台還有特殊的交換技術：

#### **a、位置登記(Location Registration):**

一般一個行動交換控制中心(MSC)為一個位置區，MSC 要求每個手機需定期的發送自己的狀態和位置。

#### **b、交遞(Handoff)**

當正在通話的手機從一個 Cell 移動到另一個 Cell，MSC 控制一個通到的通話切換到另一個通到為保持通話的連續性，所做的動作稱為交遞。

#### **c、漫遊(Roaming)**

當手機從自己的電信商範圍的 MSC 移動到另一個電信商範圍的 MSC，但仍然可以獲的通話的服務功能稱為漫遊。



## 2.2 傳輸介面

在有線通訊的型式通常區分為兩種，並列式傳輸(Parallel Communication)如圖 9，和串列式傳輸(Serial Communication)如圖 10，本專題在資料的傳送用到了 RS-232、I2C、SPI 三種串列傳輸模式。

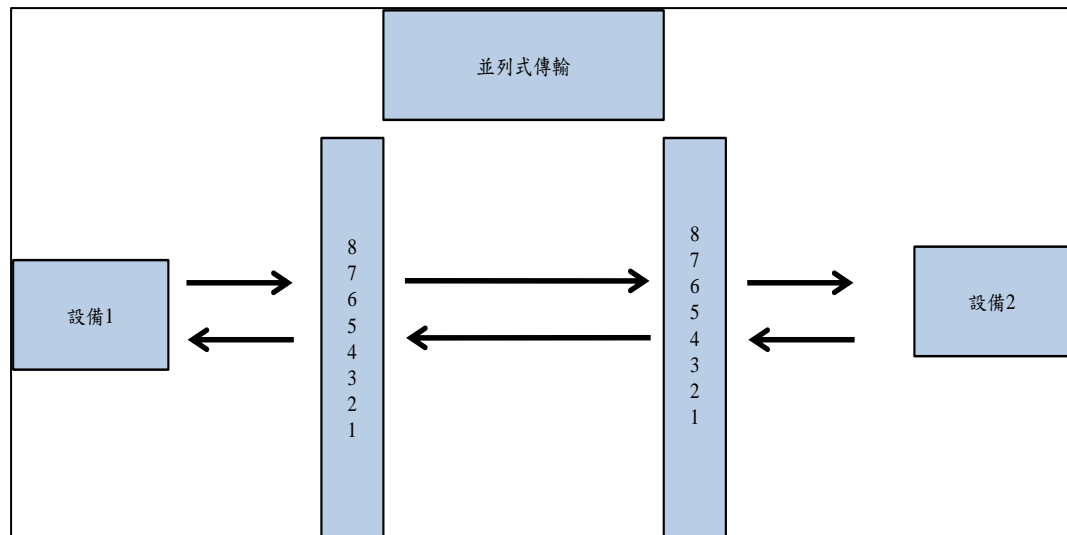


圖 9. 並列式傳輸

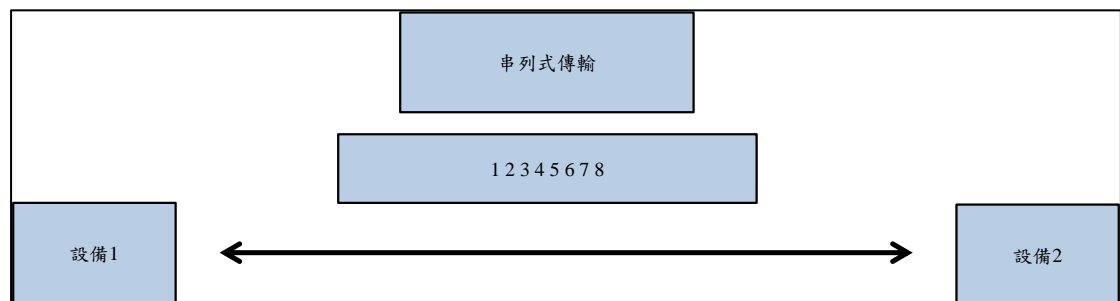


圖 10. 串列式傳輸

### 2.2.1 RS-232

RS-232 是美國電子工業聯盟(EIA)制定的序列資料通訊的介面標準，傳輸方式可分為同步(Synchronous)和非同步兩種，同步是在通訊的兩端使用相同的 Clock 作為通訊的依據；非同步是則是加入起始位元即停止位元作為通訊的判斷。

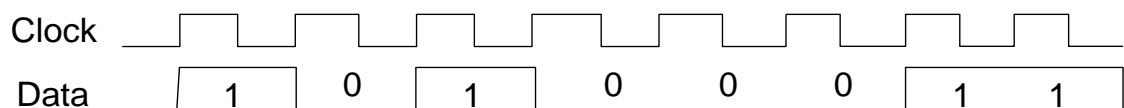


圖 11. 同步式傳輸

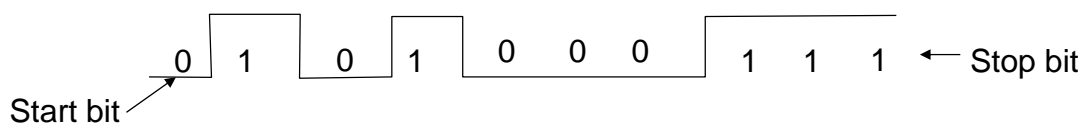


圖 12. 非同步式傳輸

目前 RS-232 的通訊埠是現在控制介面常見的傳輸技術之一，新一代的控制以 9Pin 為主要連接方式，稱為 DB9，在通訊的速率低於 20kb/s 時 RS-232 所直接連接的最大物理距離為 15m

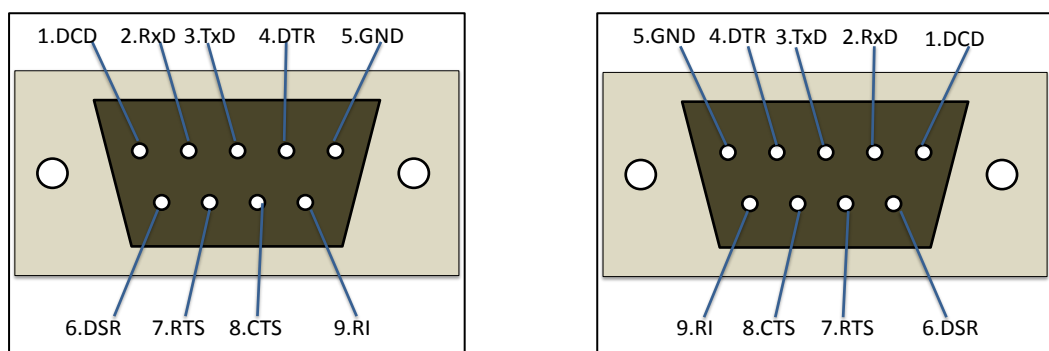


圖 13. RS-232 接頭介紹

表格 7. RS-23 腳位對照

腳位	縮寫	功能
Pin1	DCD	載波偵測
Pin2	RXD	接收字元
Pin3	TXD	傳送字元
Pin4	DTR	資料中端準備
Pin5	GND	接地
Pin6	DSR	資料設備準備
Pin7	RTS	要求傳送
Pin8	CTS	清除已傳送
Pin9	RI	響鈴偵測

(所謂傳送、接收是從 DTE 裝置的觀點來說明，TXD、DTR 和 RTS 訊號是由 DTE 產生的，RXD、DSR、CTS、DCD 和 RI 訊號是由 DCE 產生的。)

EIA 對於 RS-232 的電氣特性、邏輯電位和各種訊號線都做了規定

在 TXD 和 RXD 上:

邏輯 1 = -3V~-15V

邏輯 0 = +3V~+15V

在 RTS、CTS、DSR、DTR 和 DCD 控制上:

ON 狀態 = +3V~+15V

OFF 狀態 = -3V~-15V

傳輸速率的設定上相關參數包括鮑率(Baud Rate)、同為檢查(Parity Check)、和停止位元(Stop Bit)，其中鮑率是指一裝置發到另一裝置的位元率每秒鐘多少位元(bit per second ,bit/s)，典型的鮑率有 1200、2400、9600、115200、19200bit/s，一般通訊裝置兩端都要設為相同鮑率才能夠動作。

## 2.2.2 I2C

內部整合電路(Inter Integrated Circuit, I2C)是由 PHILIPS 公司開發的兩線式串匯流排，用於連接微控制器及其週邊設備。其最主要的優點是其簡單性和有效性，由於介面直接在原件上，因此 I2C 匯流排占用的空間非常小，減少了電路板的空間和晶片腳位的數量，且支援多個主控端，其中任何能夠進行發送和接收的設備都可以成為主匯流排。一個主控端能夠控制信號的傳輸和 Clock 的頻率，但須注意的是只能有一個主要的 Clock。

### a、匯流排的架構

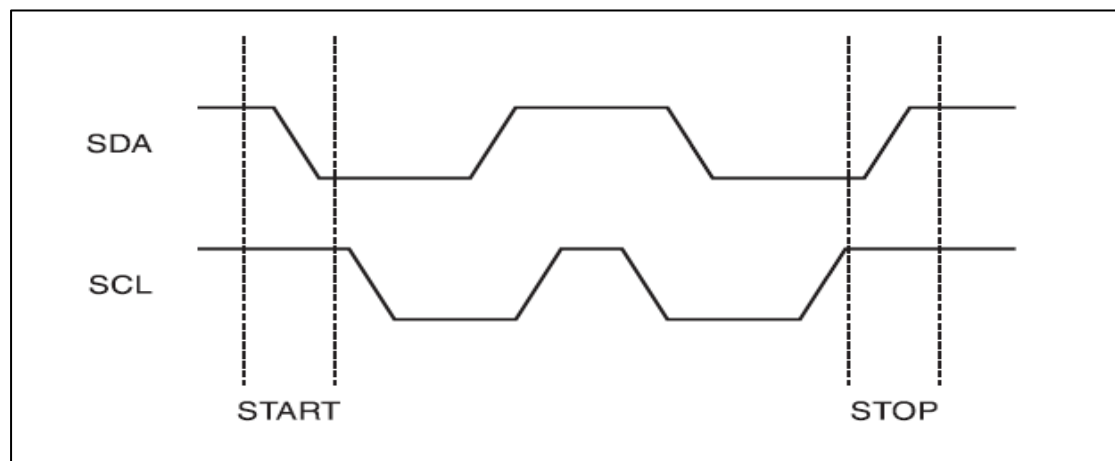
I2C 匯流排是由資料線 SDA 和時脈 SCL 構成的串列匯流排，可發送和接收資料。在 CPU 與被控 IC 之間、各別的 IC 之間進行雙向傳送，最高速率為 100kbps。各種被控制電路均並聯在這條匯流排上，就像電話機一樣只有撥通各自的號碼才能工作，所以每個電路和模組都有唯一的未止，在資料傳輸過程中，I2C 匯流排上並接的每一模組電路即是主控端同時也是發送器，這取決於他所要完成的功能。

## b、匯流排的信號

I2C 匯流排在傳送資料的過程中共有三種類型信號分別是，開始信號、結束信號(如圖 14)和回應信號(如圖 14)

開始信號： SCL 為高電位，SDA 由高電位轉變為低電位時，開始傳送資料。

結束信號： SCL 為低電位，SDA 由低電位轉變為高電位時，結束傳送資料。



回應信號： 接收資料的 IC 在接收到 8bit 資料後，向發送資料的 IC 發出特定的低電位訊號(Ack)，表示已收到資料。

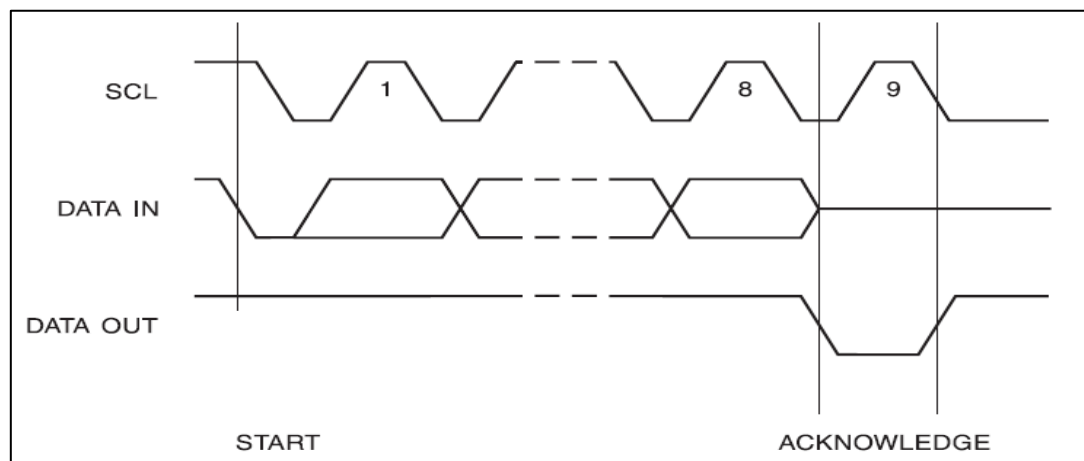


圖 14 I2C 控制訊號

## 2.2.3 SPI

SPI(Serial Peripheral Interface)是種低速串列外圍介面的傳輸方式，這種功能大都使用硬體的方式來處理，使用者只需要將速度等參數設定好之後，再放入資料即可，這種傳輸方式最大的缺點是速度不高，最高只有 119200bps，一般是拿

來做控制的信號傳輸使用而已，不能夠傳大量的資料，因為很速度很慢。這種型態可以拿來做同步雙向傳輸使用，其內部的頻率是以 counter 來計算的，例如頻率是 9600bps，就是每 9600 分之一秒自動傳送一個 bit，沒有其他的信號來觸發傳送。SPI 每條線皆為單向的，因此可以方便程式撰寫。SPI 分四條資料線控制分別為 CS、CLK、DI 和 DO，還有特殊的計時器，SPI 傳輸協定簡單，很容易就上手了。但若要做到一對多傳輸的話，必須利用 CS 選擇線來做選擇。SPI 分成主控跟被控，主控者可以發送 SCK，而受控者是接收 SCK，主控者的 SCK 產生一般是由主控者 IC 內部暫存器來設定，電路設計會讓主控者產生一個震盪頻率  $f_{osc}$ ，依暫存器所設定的除頻電路( $\div 2n$ )，產生 SCK 的輸出頻率。

當主控者送出 CS 智能訊號後，可能為 Hi 或 Lo，以受控晶片的特性來決定，在和 SDI 與 SDO 配合 SCK 的指令或資料才能生效。

以主控者 IC 來說，假設配合 SDO 是負緣生效，則配合 SDI 就是正緣生效。在 SCK 正緣觸發時，就會產生穩定有效的資料；負緣觸發時，則會造成資料改變，主控者的 SCK 與 SDO 分別接到受控者的 SCK 與 SDI 腳位。如圖 15。

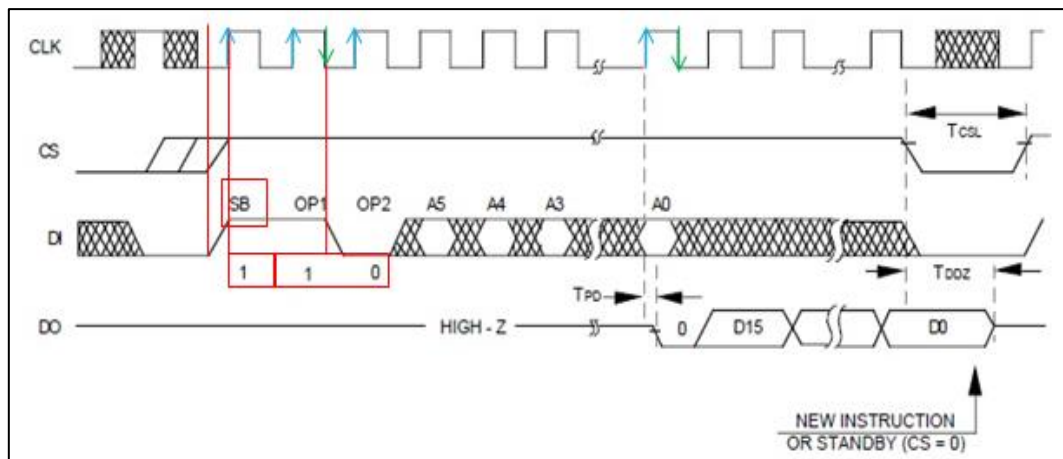


圖 15. SPI 時序圖

以 Atmel 生產的 AT93C46 的 E<sup>2</sup>PROM 為例：

由 READ 時序圖來看是先把 CS(Ship select)設為 hi，由於 OP Code 的起始為原為”1”而且 READ 的 OP Code 為”10”因此把 DI(Serial Data Input)設為 hi(起始位元)再給 clock(hi->lo)依照 OP Code(“1”, ”0”) 所以再把 DI 依序設 hi 和 lo(READ OP Code)分別都給 clock。

93C46 的 address 是 A0~A5

所以是送 A5~A0

再來才是資料讀取(DO)

對應 A0 的 clock 之正緣觸發 有兩項功能

第一個是讀到 A0 的 add

第二是 E<sup>2</sup>PROM 會自己 delay(TPD) : Hi-Z → 變成 Lo

所以當觸發後就知道從 SB~A0 都讀完資料了

延遲完後 E<sup>2</sup>PROM 的 DO 腳會變回 lo

負緣觸發 E<sup>2</sup>PROM 的 DO 轉為 LO ,接下來就是送 D15

MCU 先送 clk 才會讀 D15 DATA

## 2.3 AT command

在數據機蓬勃發展時期(1970 年代)，Hayes Microcomputer Products 加入了數據機的市場，並生產了具備 AT 指令集的新型數據機。基本上，這是使用一些特殊指令集來控制數據機。

AT 指令集中，每個命令再送給數據機之前，都會先送出字元"AT"，意思是讓數據機"Attention"，透過有效地使用 AT 指令集，就能讓數據機執行想要的動作。因為早期數據機市場沒有競爭，海氏 AT 指令集因此大受歡迎，這指令集非常的普遍。時至今日，市場上賣的絕大多數的 modem 都是與 Hayes 相容的，在系統內部都是使用 Hayes 做程式的撰寫，許多高級的 modems 已經增加了擴充指令，以實現新的或它們特有的特色。如今如果你的 modem 通訊軟體如需使用到 AT 指令，需詳閱所附的使用手冊。

## 2.4 Visual Studio 介紹

Visual Studio 是用來建置 ASP.NET Web 應用程式、XML Web Services、桌面應用程式及行動應用程式的一套完整開發工具。Visual Basic、Visual C# 和 Visual C++ 都使用相同的整合式開發環境 (IDE)，如此一來便可以共用工具，並且可以簡化混合語言方案的建立程序。此外，這些語言可使用 .NET Framework 強大的功能，簡化 ASP Web 應用程式與 XML Web Services 開發的工作。

代表性技術：

Visual Studio 提供了許多不同的應用程式範本協助您建立程式，並提供數種程式設計語言供您撰寫程式。下表說明其中一些類型。

表格 8. Visual Studio 介紹

語言和應用程式類型	概要說明
Visual Basic	Visual Basic 提供一種快速且簡單的方法，可讓您建立支援 .NET Framework 的 Windows、Web 和行動裝置應用程式。至於所有以 .NET Framework 為目標的程式而言，以 Visual Basic 撰寫的程式則可以得到安全性和語言互通性的好處。
Visual C#	Visual C# 是設計用來建置可在 .NET Framework 上執行的廣泛應用程式。Visual C# 是簡單、強大、型別安全以及物件導向的語言。因為使用了許多創新的做法，Visual C# 使得能夠快速進行應用程式開發，同時又保留了 C-Style 語言的表達方式與典雅。
Visual C++	Visual C++ 是一種功能強大的語言，當您在建置原生 Windows (COM+) 應用程式或 .NET Framework Managed Windows 應用程式時，可讓您進行深入且詳細的控制。
Web 應用程式	一種專門為了在 Web 網頁上裝載所設計的應用程式類型。可以使用任何程式語言撰寫。這種類型的範例如：ASP.NET Web 應用程式、Web 控制項程式庫和 ASP.NET AJAX 伺服器控制項。
智慧型裝置應用程式	一種專門設計為在執行 Windows CE 的行動裝置上裝載之應用程式類型，例如：Pocket PC 或 Smartphone。可以使用任何程式語言撰寫。

### 三、架構介紹

#### 3.1 系統架構

##### 3.1.1 萬國總機 FX-60

要開發出一套能配合各企業所能相容的系統，本專題必須模擬出企業撥打電話的動作，這樣在研究時能知道和只使用普通市話撥打時的差異性，並改善在開發時所碰到的問題，這樣就能更接近企業在實際使用的情形，所以找到了萬國電器所生產的型號 FX-60 總機，此總機的特點

1. 數位總機，支援 DTMF 及 FSK 兩種來電顯示信號模式
2. 8 外線 4 內線，在足夠在開發上的需求



圖 16. 電話總機 FX-60

##### 3.1.2 DTMF 解碼 IC

中央控制器的訊號輸入接到總機的輸出端，這樣才能得知使用者要撥打的電話號碼，但一般的話機都是類比輸出，無法和本專題的系統連結，所以須用型號為 MT8870 的 IC 來做訊號的轉換(如圖 17)，使輸出為數位訊號。



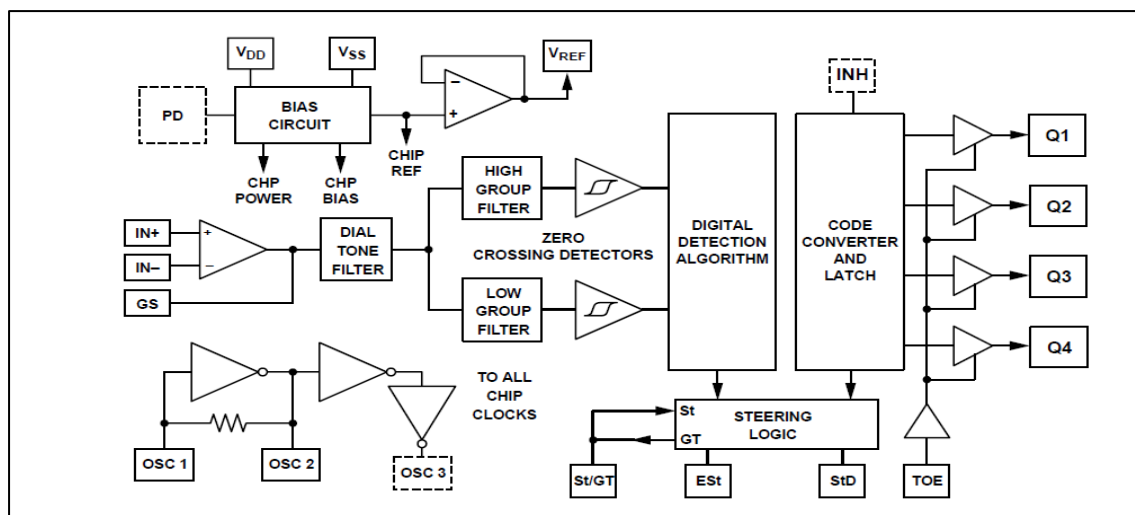


圖 17. MT8870 架構圖

Pin #	Name	Description
1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	V <sub>Ref</sub>	Reference Voltage (Output). Nominally V <sub>DD</sub> /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	OSC1	Clock (Input).
8	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	V <sub>SS</sub>	Ground (Input). 0V typical.
10	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V <sub>TS1</sub> .
16	Est	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause Est to return to a logic low.
17	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V <sub>TS1</sub> detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V <sub>TS1</sub> frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of Est and the voltage on St.
18	V <sub>DD</sub>	Positive power supply (Input). +5V typical.
7, 16	NC	No Connection.

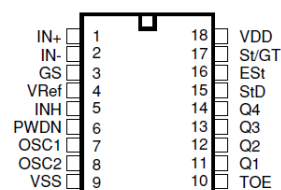


圖 18. MT8870 腳位對照表

而其工作的原理是，一般電話聽筒拿起來聽到的嗡嗡聲(撥號音 DIAL TONE)，每個號碼按鍵都不一樣，因為每種聲音的組合，頻率的不同，可以讓電信局判斷號碼(如表 9)，頻率是由 DTMF 調變所組成，所以將電話的訊號 DTMF 使用 MT8870 轉換成 0、1 的數位二進制訊號(如圖 10)。

表格 9. 按鍵頻率對照

高頻 訊號 低頻 訊號	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

利用 MT8870 datasheet 所給的輸出資料，本專題可以容易的得到透過 DTMF 所轉換的正確號碼資訊，而值得一提的是，MT8870 的 TOE 腳位每當號碼有輸入時會產生一個脈衝的訊號，這對本專題在撰寫程式時非常的有利，因為有這樣的功能，使得本專題不用去另外去設定中斷。

表格 10. MT8870 二進為對照

FL	FH	KEY	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	1	0	0	0	1
697	1336	2	1	0	0	1	0
697	1477	3	1	0	0	1	1
770	1209	4	1	0	1	0	0
770	1336	5	1	0	1	0	1
770	1477	6	1	0	1	1	0
852	1209	7	1	0	1	1	1
852	1336	8	1	1	0	0	0
852	1477	9	1	1	0	0	1
941	1209	0	1	1	0	1	0
941	1336	*	1	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	1	0	0
-	-	X	0	高阻態	高阻態	高阻態	高阻態

### 3.1.3 第三代行動通訊模組

SIM5215 是由 SIMCom 這間公司所生產的第三代行動通訊模組，主要能相容的通訊系統有第二代行動通訊(2G)和第三代行動通訊(3G)。

在實際應用上，此模組可使用 RS-232 透過 AT Command 來做溝通，因微控制器有串列埠的功能，所以可以結合 3G 模組來進行開發。當得到從 DTMF 解碼訊號的輸入行動電話號碼後，必須使用同樣的電信業者撥出，才能構成往內撥打

的條件，這時利用寫好的程式以便於讓微控制器選擇此號碼的電路，把訊號傳到相同的電信商模組並撥號，達到用市話也能達到網內撥打電話的效果。

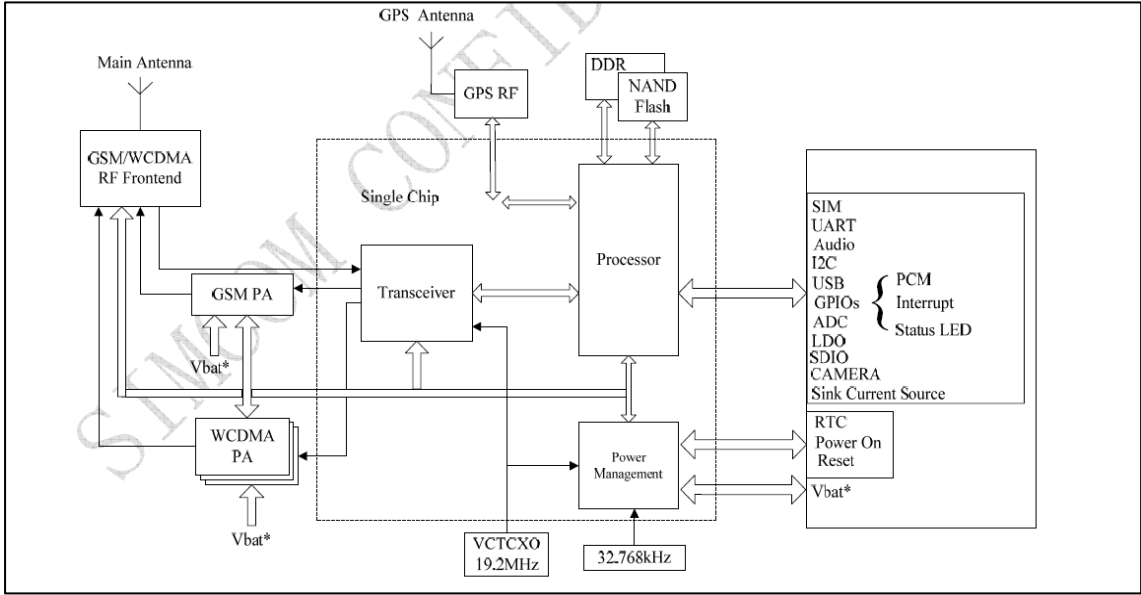


圖 19. 3G 模組架構圖

### 3.1.4 微控制器 Atmel 89C55

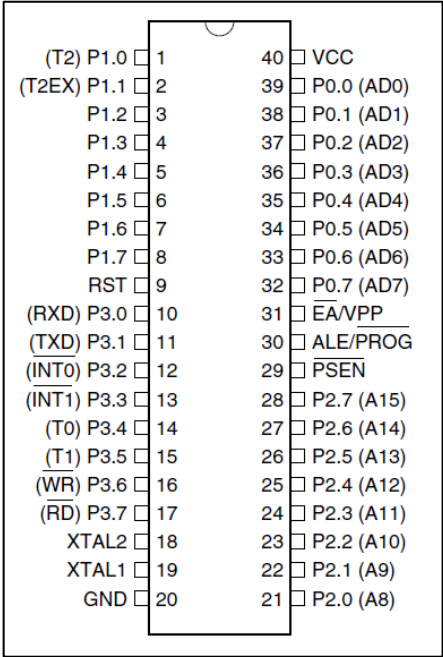


圖 20. 89C55 腳位圖

本專題的開發將使用 Atmel 所生產型號為 89C55 的微控制晶片做為核心的中央控制器。這是顆 8-bit 的控制晶片，ROM 的容量是一般常見 89C51 的 5 倍，能讓本專題撰寫的韌體有足夠的空間存放，而其他功能，都和 89C51 一樣，因此在開發時能夠容易的掌握硬體的特性，並減少開發的時間。

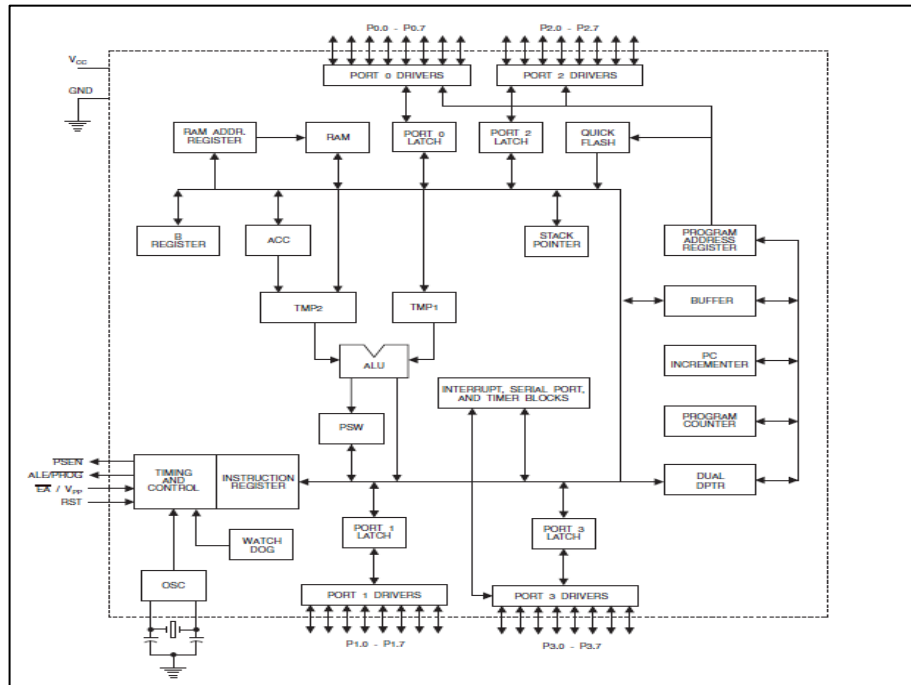


圖 21. 89C55 架構圖

在開發過程中會使用到串列埠的功能，而微控制器輸出為 TTL 的標準電壓，所以在 Port3 的 Pin3.0、Pin3.1 需透過 MAX232 這顆 IC 做電源的轉換，如圖 22，這樣才能把資料送到電腦端或者是需透過 RS-232 傳輸的裝置上。

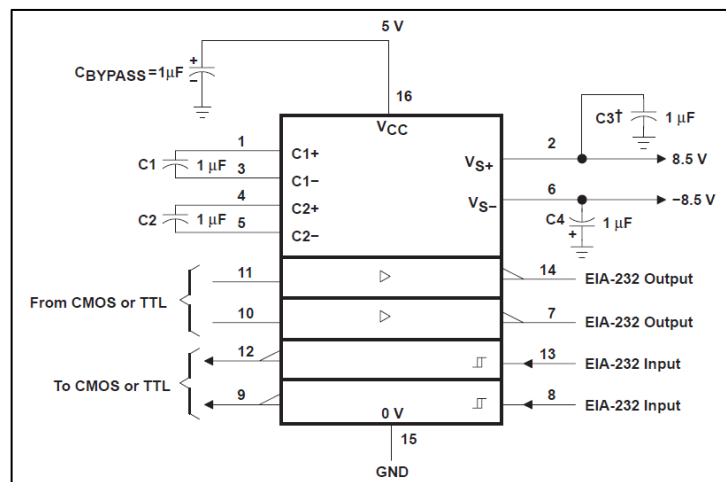


圖 22. MAX232 電路圖

### 3.1.5 記憶體 E<sup>2</sup>PROM

若不考慮容量大小，E<sup>2</sup>PROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)主要分成兩種傳輸介面，一是 SPI、二是 I2C。此兩種傳輸模式主要差異為 SPI 使用四條線控制分別為 CS、CLK、DI 和 DO，優點是分四條線就像是分工一樣，在更改程式碼的時候較快能找到問題所在；I2C 是利用 SCL 和 SDA 以兩條線控制，優點是一顆主控 IC 與接多顆受控不同的 IC(不同 ID)可以並接在一起，且傳輸速度較快。

本專題選用的是可以使用 I2C 控制的，型號為 AT24C08，為 8K 容量的記憶體。控制的方式是利用控制位元和搭配特定的寫入、讀取方式，就能輕易的存取資料。

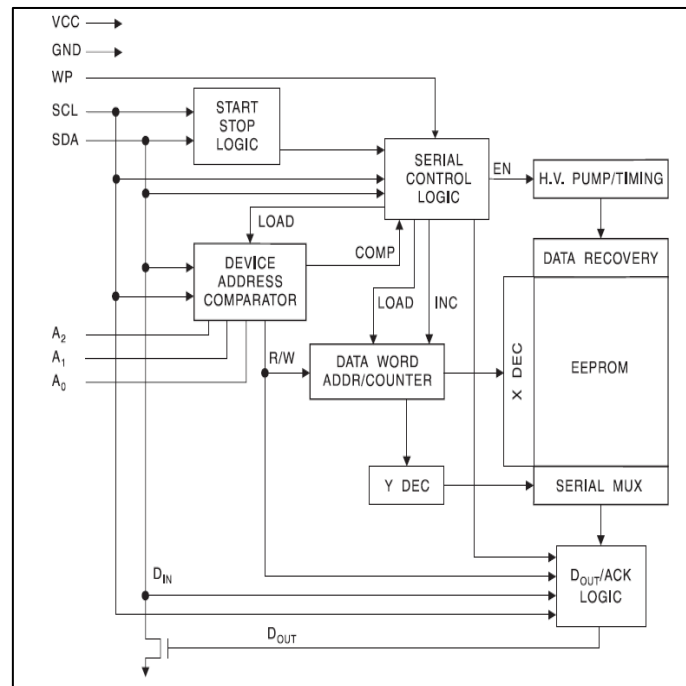


圖 23. AT24C08 架構圖

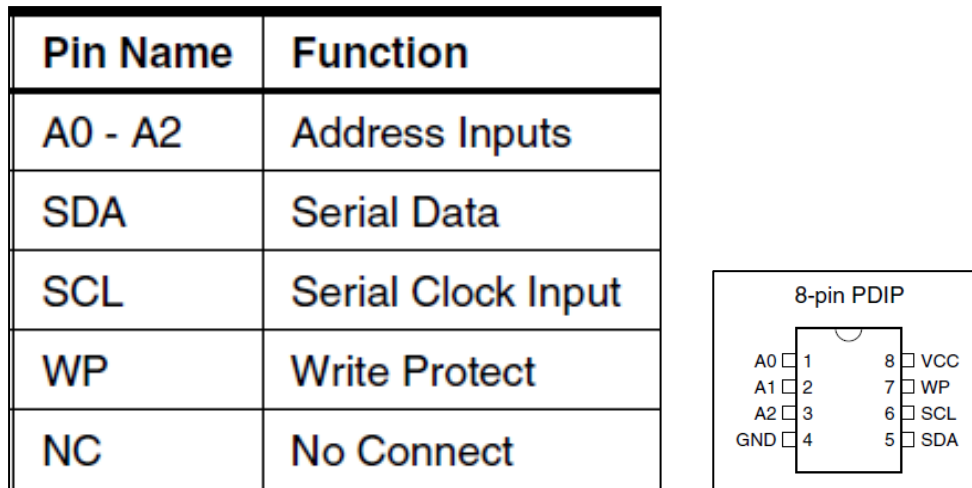


圖 24. AT24C08 腳位圖

a、控制位元:1010

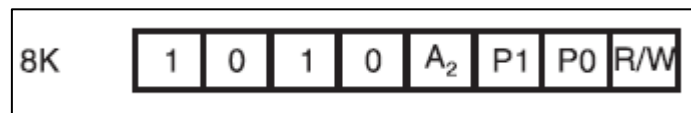


圖 25. 控制位元

b、寫入方式有 Byte Write、Page Write 兩種模式:

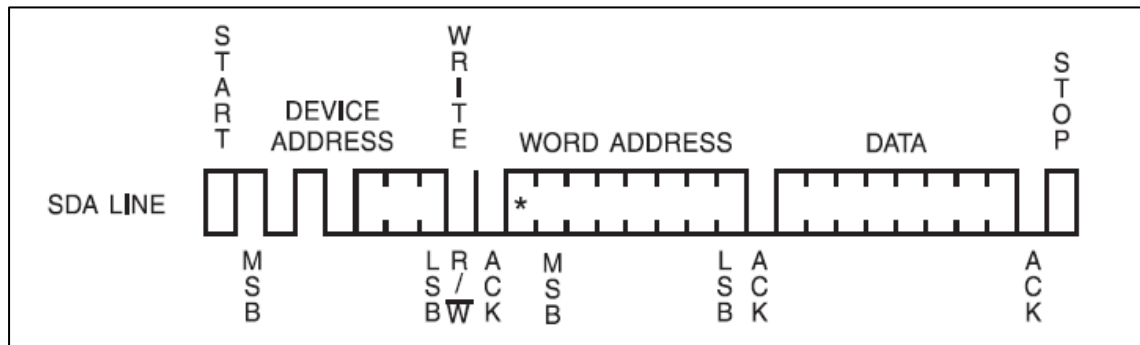


圖 26. Byte Write

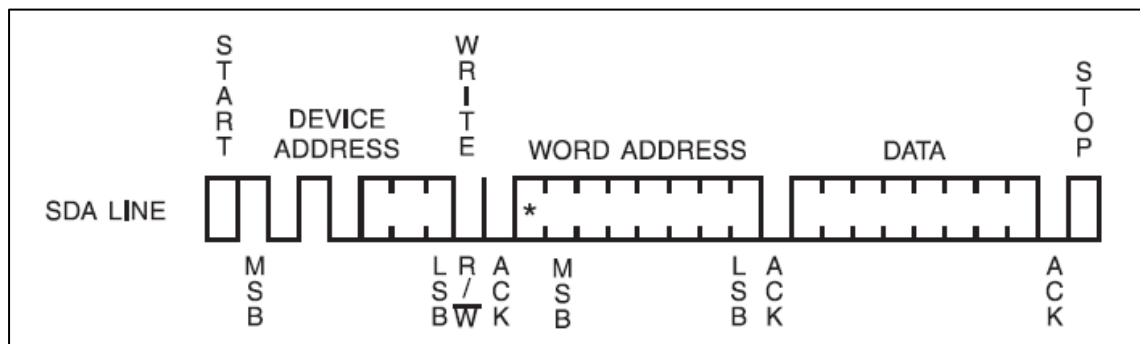


圖 27. Page Write

c、讀取方式有 Current Address Read、Random Read、Sequential Read 模式:

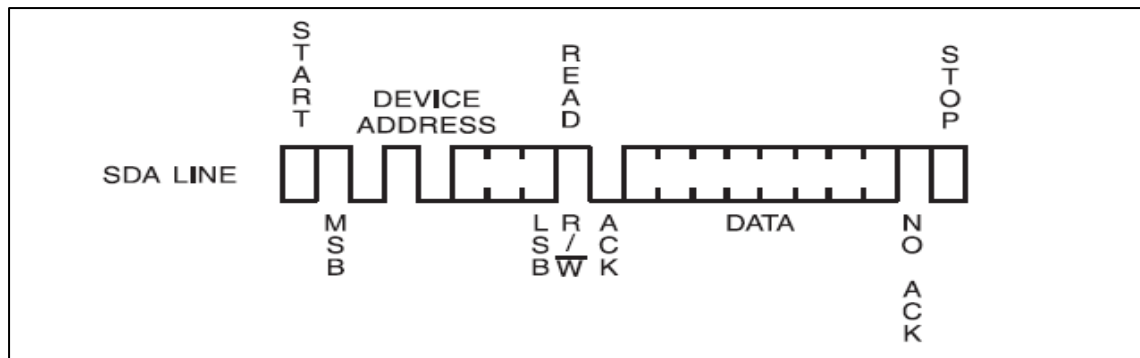


圖 28. Current Address Read

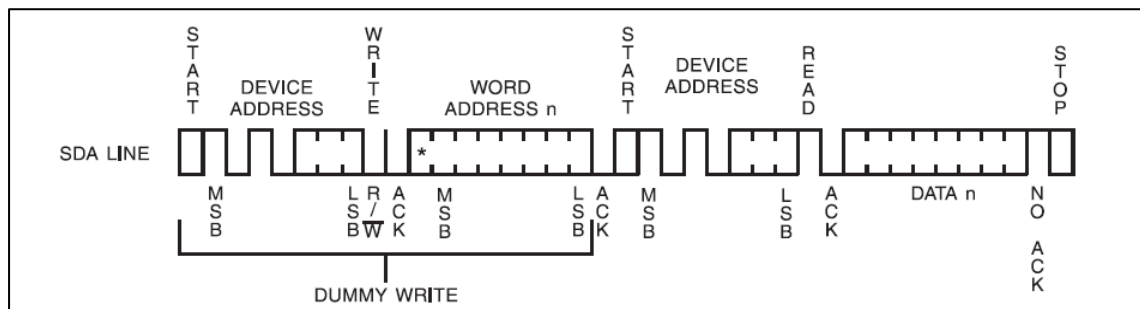


圖 29. Random Read

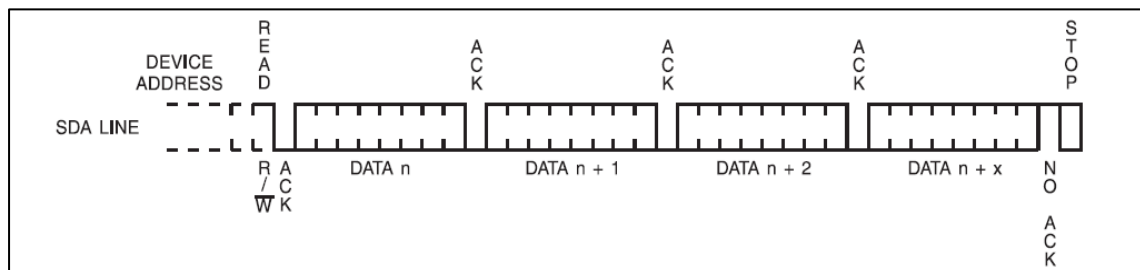


圖 30. Sequential Read

### 3.2 應用程式架構

自 2005 年 10 月 15 日台灣開始實施手機號碼可攜式 (NP) 服務，電話號碼就無法使用門號的前四碼來當作判斷電信的方法，但部分電信業者有開放使用網頁的方式查詢是否為自家電信的門號，所以本專題在軟體設計，使用 Visual Basic 2010 來做撰寫能把電話號碼自動輸入到網頁，因此在設計時本專題使用 RS232 的介面來讀取微控制器和 E<sup>2</sup>PROM 的資料，傳到此程式用網頁判斷是否為網內外後，再把此資料存到本專題的程式並輸出存回 E<sup>2</sup>PROM，這樣本專題的系統就能達到預期的結果。

執行步驟:

1. 開啟使用連線之 Comport。
2. 藉由中央控制器接收 E<sup>2</sup>PROM 的資料，並且存入電腦裡的資料庫。

3. 程式抓取資料庫資料到網路比對網內外以更新資料庫。
4. 更新的資料再由資料庫傳回到 E<sup>2</sup>PROM。

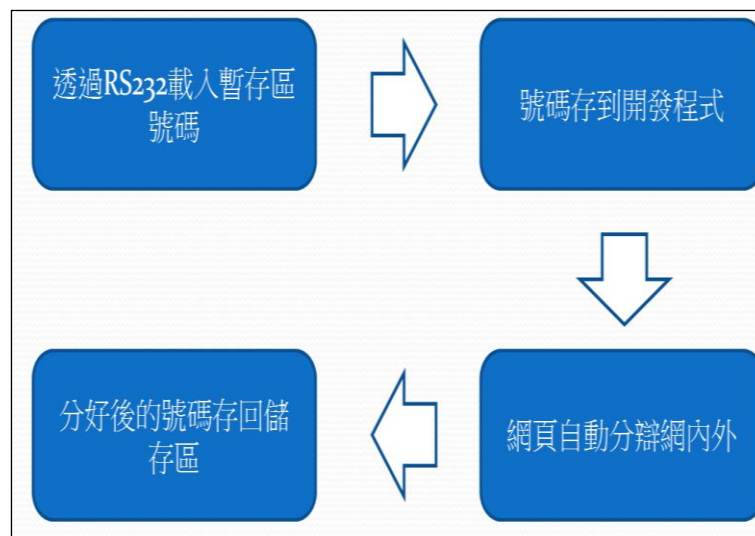


圖 31. 應用程式架構

## 四、開發過程

### 4.1 系統設計

本專題為硬體和軟體的整合，因此，在硬體設計上需考量到電路的特性、了解 IC 的功能，並使用微控制器依照周邊電路訊號撰寫適當的韌體控制程式，在輸出到開發的應用程式。

#### 4.1.1 DTMF 訊號解碼

依照第三章第一節的說明可以知道 MT8870 轉換後的訊號，能在設計韌體時利用此格式來加以處理，這樣才能讓後級電路正確執行動作。當號碼輸入到 MT8870 後，能清楚的顯示出按下的號碼二進制訊號，但須加上 IC 所提供的致能，這樣在執行時，才能預防誤動作的產生，因此在韌體傳寫時先判斷是否有按鍵按下，再去判讀顯示的二進制訊號，等累積到可撥打的號碼，就送入中央控制器做下一步的處理。



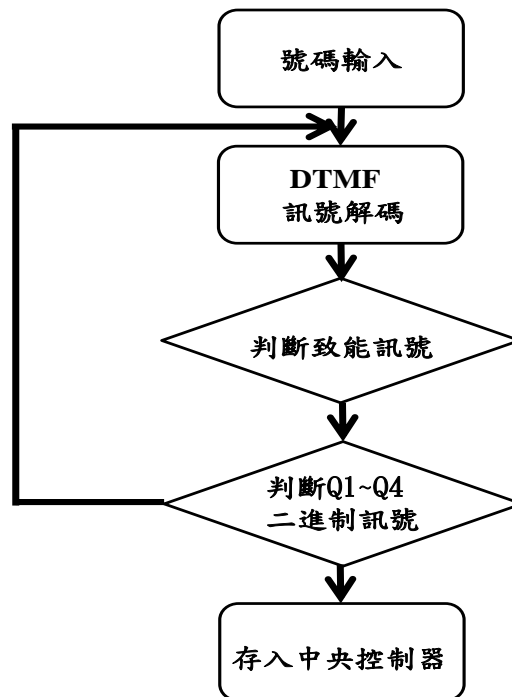


圖 32. DTMF 訊號判斷流程圖

#### 4.1.2 規劃資料格式

##### a、AT command 格式

本專題最終目標將會使用 3G 模組來撥打電話，首先必須先知道 3G 模組所使用的特定 AT command，以便於在韌體的撰寫，表 X 為 SIM5215 3G 模組在控制時常用到的 AT command:

表格 11. AT command 對照

AT命令	動作
AT	檢查是否連線
ATI	顯示3G模組資訊
ATD <number>;	撥打輸入number
AT+chup	再撥打電話後，能切斷連線
AT+CDIPR	設定RS-232鮑率

##### b、E<sup>2</sup>PROM 寫入/讀取格式

根據第三章知道記憶體在寫入/讀取時需在資料加上開始位元、狀態、裝置位址、字元位址、停止位元，整串的資料透過這樣的添加，形成一個 Frame 的資料格式如圖 33，意思是需用 30bit 的空間才能儲存一個字元，其中 DATA 的部分，就是要儲存的資料。

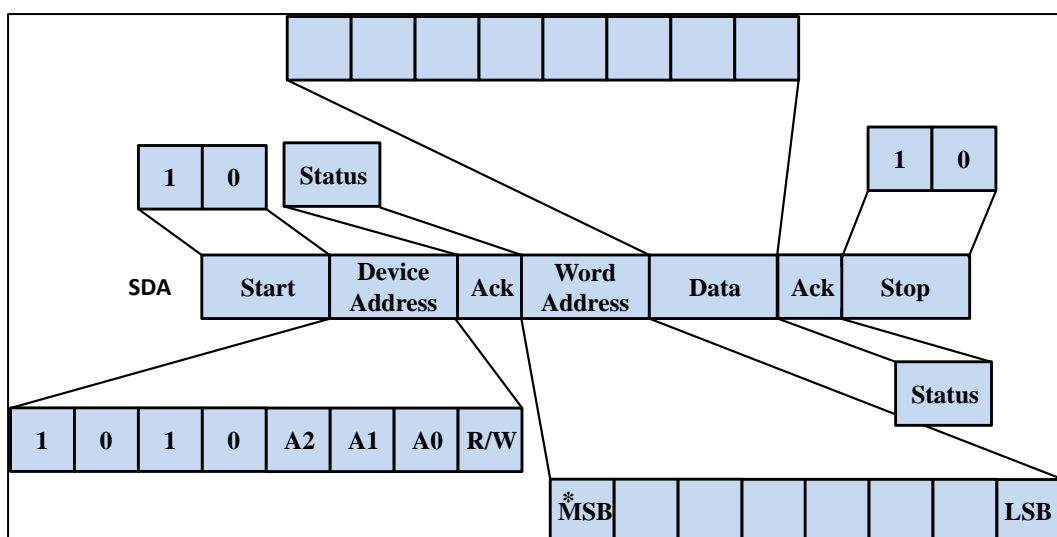


圖 33. I2C 格式(一)

記憶體規劃方面，利用字元位址的區別，能把記憶體分成多個區塊，如圖 34，因此本專題將記憶體劃分為儲存區和暫存區，供日後開發使用。

Start	Device Address	Ack	Word Address(0)	Data	Ack	Stop
Start	Device Address	Ack	Word Address(1)	Data	Ack	Stop
Start	Device Address	Ack	Word Address(2)	Data	Ack	Stop
● ● ● ● ● ● ●						
Start	Device Address	Ack	Word Address(n)	Data	Ack	Stop

圖 34. I2C 格式(二)

### 4.1.3 微控制器電路/程式設計

為了測試資料能穩定的寫入/讀取記憶體，本專題在開發的過程中，傳輸的介面是兩者皆採用的，當經過 DTMF IC 辨識後的數位訊號(二進位)，從總機按下的數字透過中央控制器將整組號碼存入 E<sup>2</sup>PROM，並透過超級終端機或七段顯示器驗證號碼是否

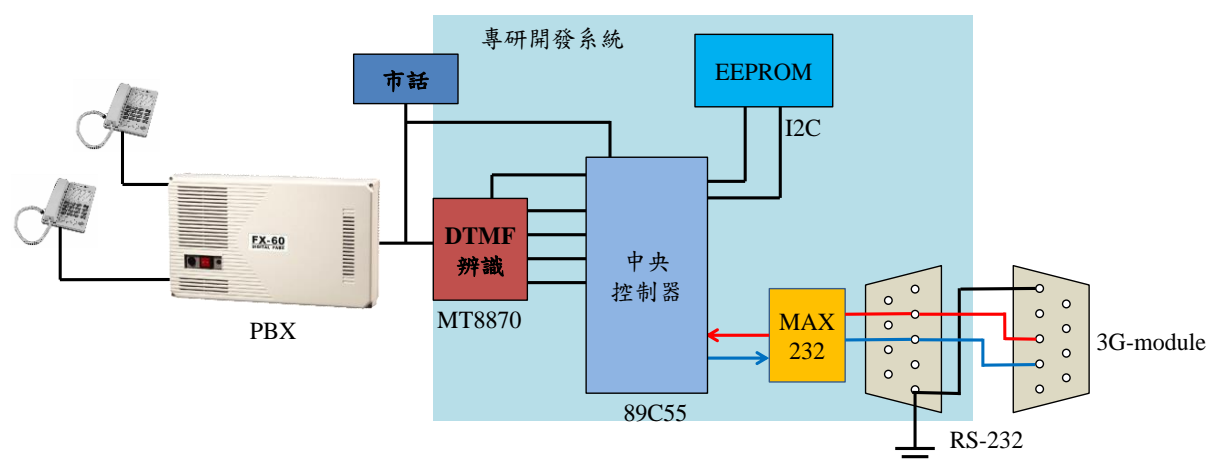


圖 35. 連接 3G 模組架構圖

在輸入電話號碼時，會到記憶體進行號碼的比對，判斷是否有在記憶體內，如果沒有就會使用預設電信業者撥打出去(遠傳)，接著會存到暫存區等待更新，但搜尋到號碼時，就以判別電信碼作為撥打的依據。

表格 12 中央控制器主要腳位規劃：

腳位	功能
P0.0	DTMF Std input
P0.1	DTMF Q4 input
P0.2	DTMF Q3 input
P0.3	DTMF Q2 input
P0.4	DTMF Q1 input
P2.0	I2C SDA input
P2.1	I2C SCL input
P3.0	RS-232 RX
P3.1	RS-232 TX

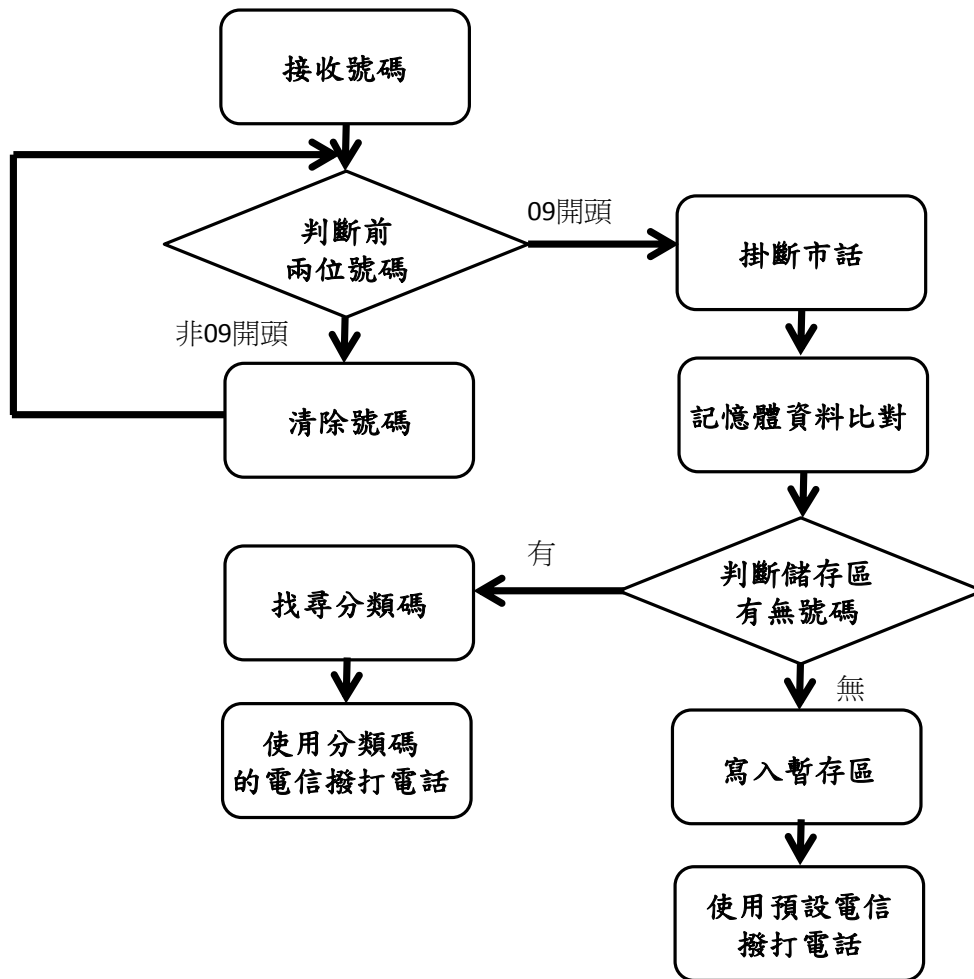


圖 36. 中央控制器程式流程圖

## 4.2 應用程式設計

本專題號碼的判別上，是使用自行開發的應用程式作為更新的介面，此時要把 RS-232 的接頭連上電腦的 ComPort 來進行更新的動作。

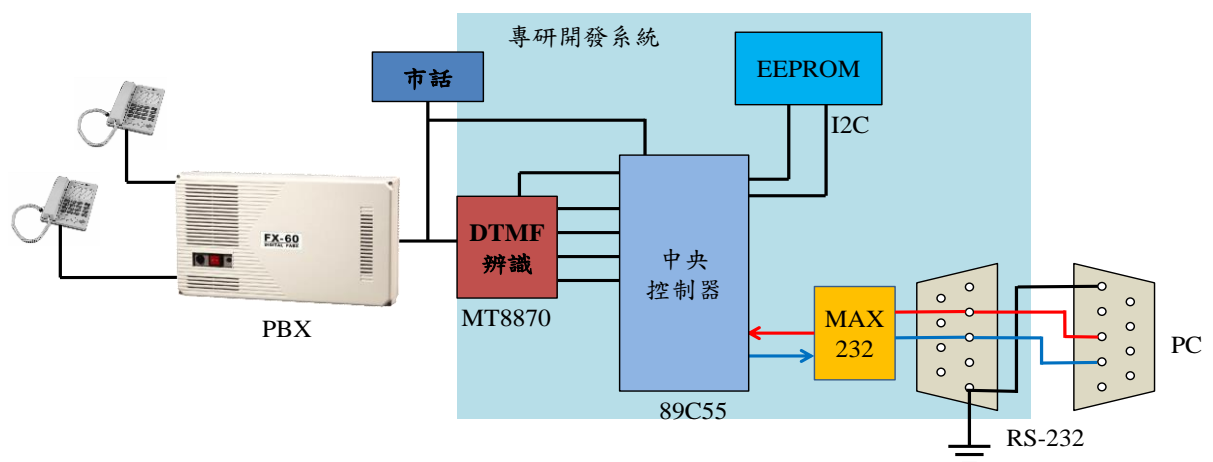


圖 37. 連接 PC 架構圖

首先程式在開始搜尋前要先確認是否有連接上，此時會送一個字元讓中央控制器送出確認訊號，再從記憶體讀取號碼並加入資料庫。

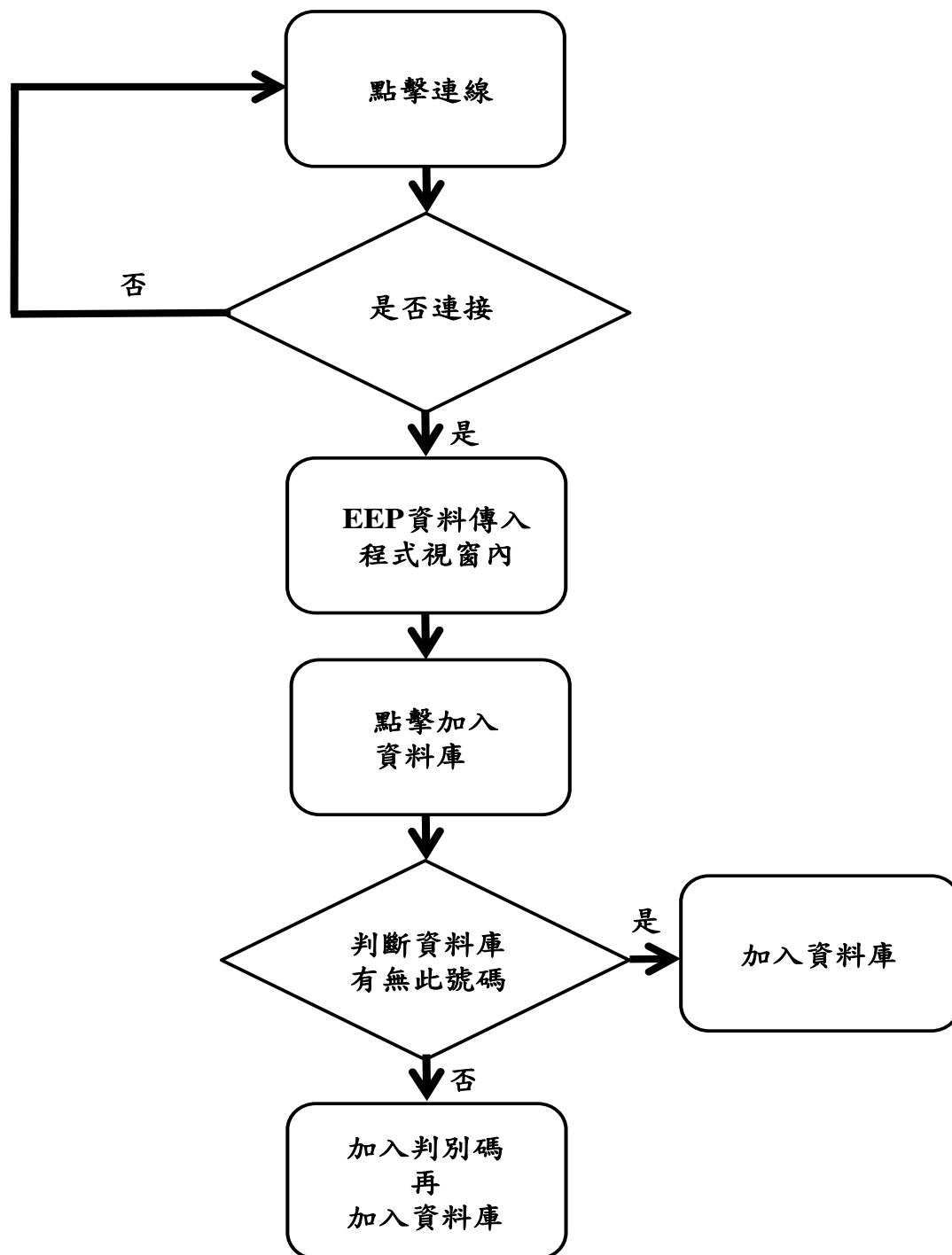


圖 38. 應用程式流程圖(一)

當暫存區的號碼全加入資料庫後，就可開始判斷信商，因為是使用網頁判斷，有提供的電信商只有中華電信和遠傳電信，所以在判斷上如不是這兩家業者，就給予網外的判別碼，如表 X

表格 13. 判別碼對照

判別碼	電信商
中華	C
遠傳	F
其他	N

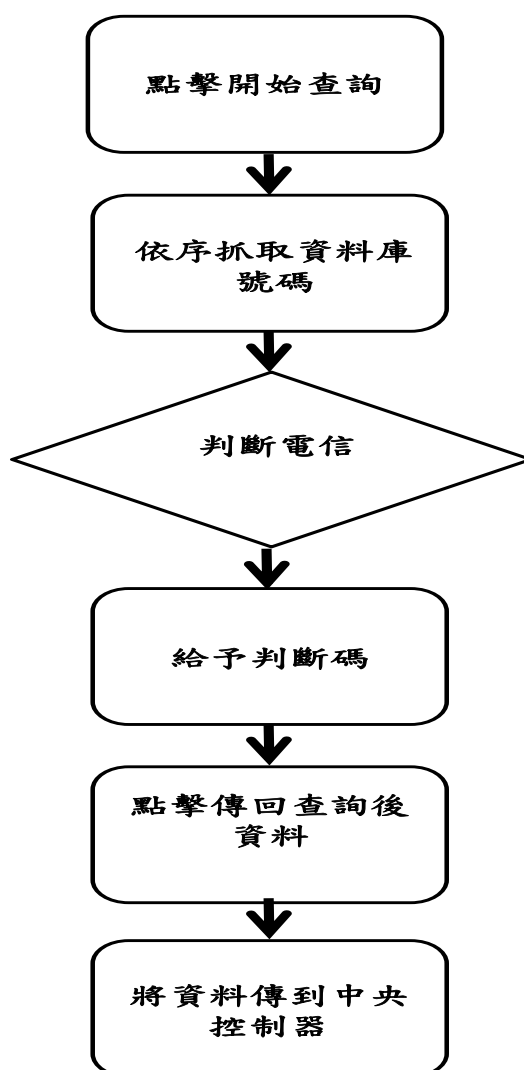
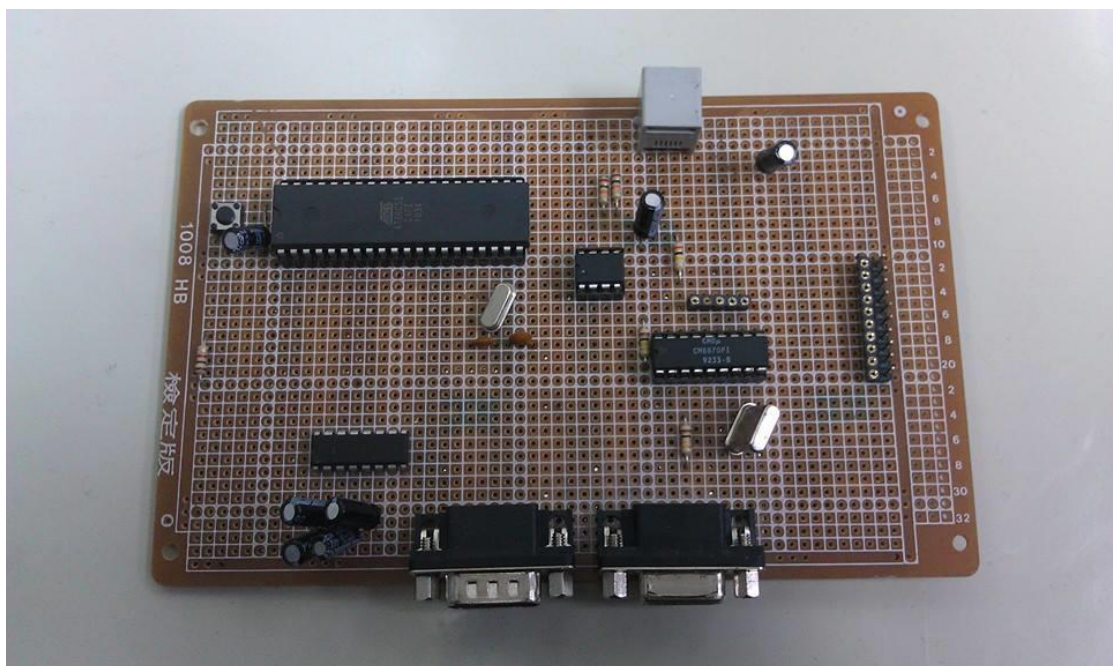
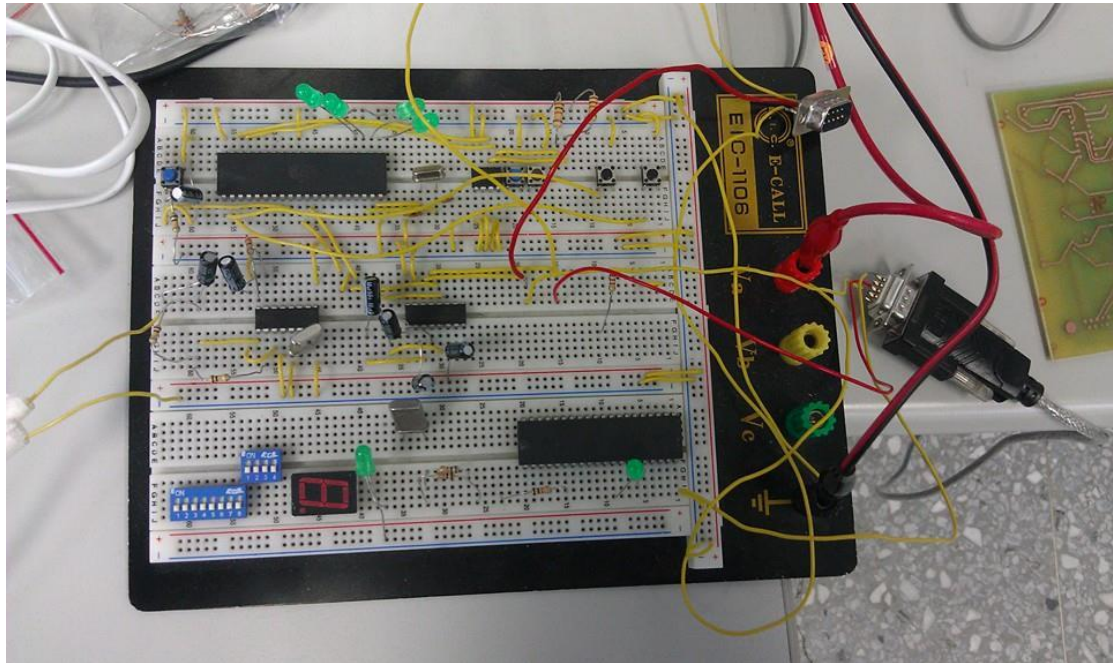


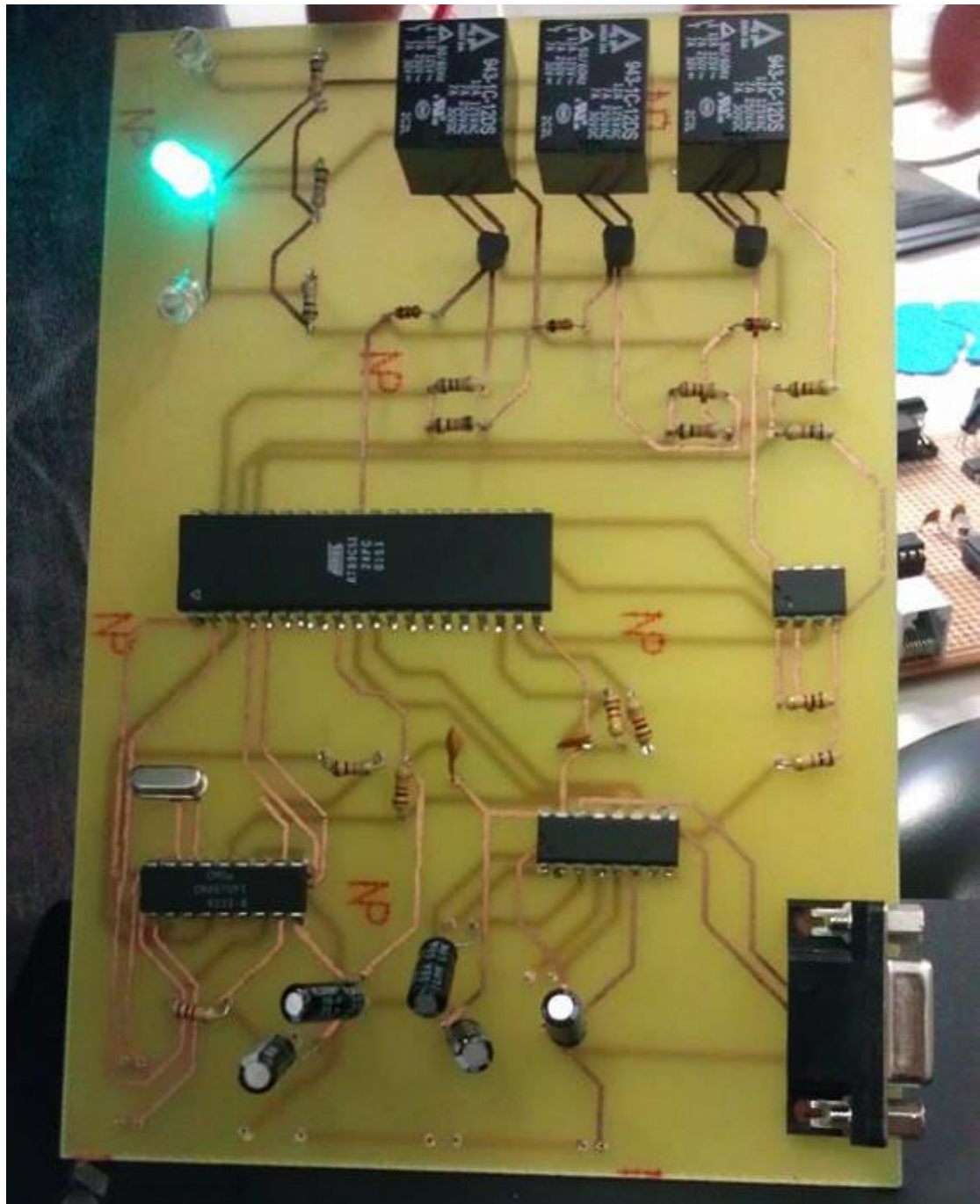
圖 39. 應用程式流程圖(二)

## 五.系統測試

### 硬體開發過程










表格 14 系統良率測試

Num.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
test1	23/25	25/25	25/25	24/25	23/25	25/25	25/25	25/25	23/25	24/25
test2	24/25	25/25	25/25	22/25	24/25	22/25	25/25	24/25	24/25	24/25
test3	21/25	24/25	22/25	25/25	22/25	23/25	22/25	25/25	24/25	23/25
test4	24/25	22/25	24/25	24/25	23/25	25/25	23/25	25/25	22/25	24/25
total	0.92	0.96	0.96	0.95	0.92	0.95	0.95	0.99	0.93	0.95
Avg.	94.8%									

網內外辨識

使用連線：COM3

開啟連線



重新整理

0953650579x

加入資料庫

目前id：

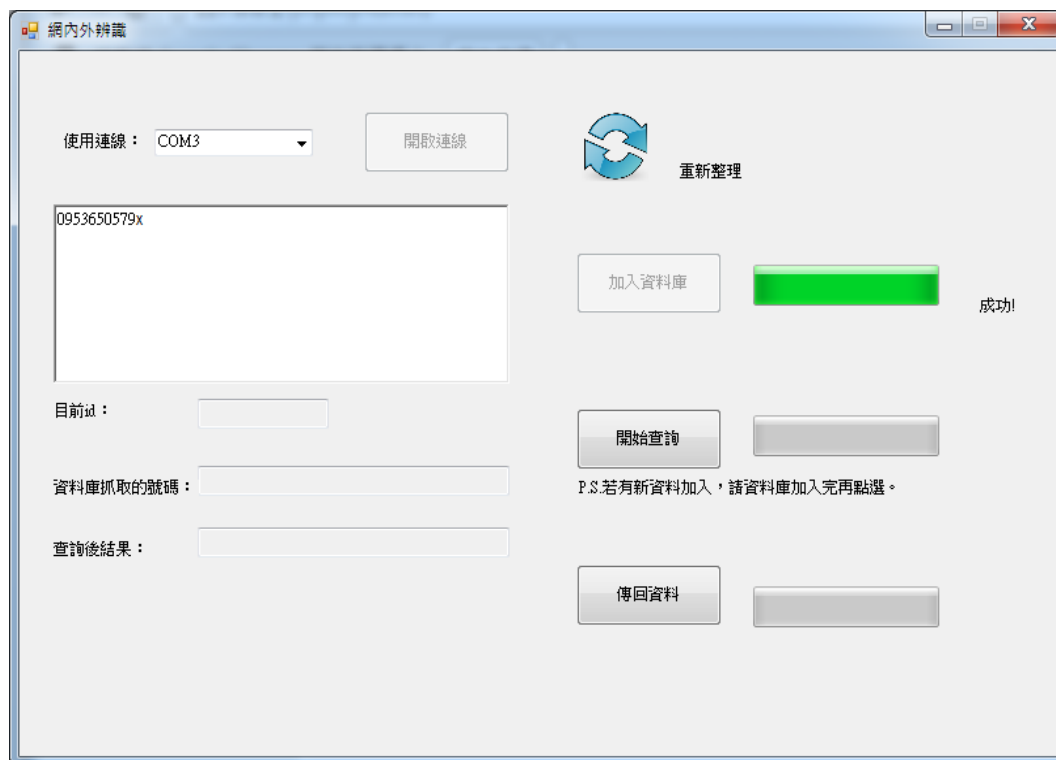
資料庫抓取的號碼：

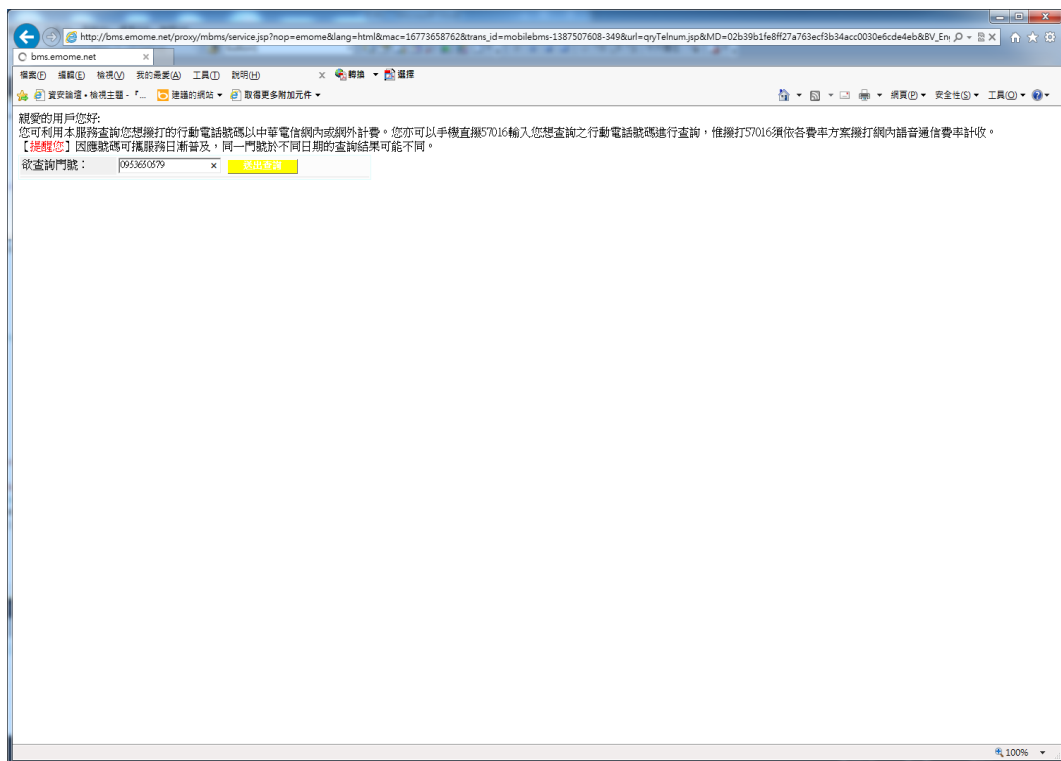
查詢後結果：

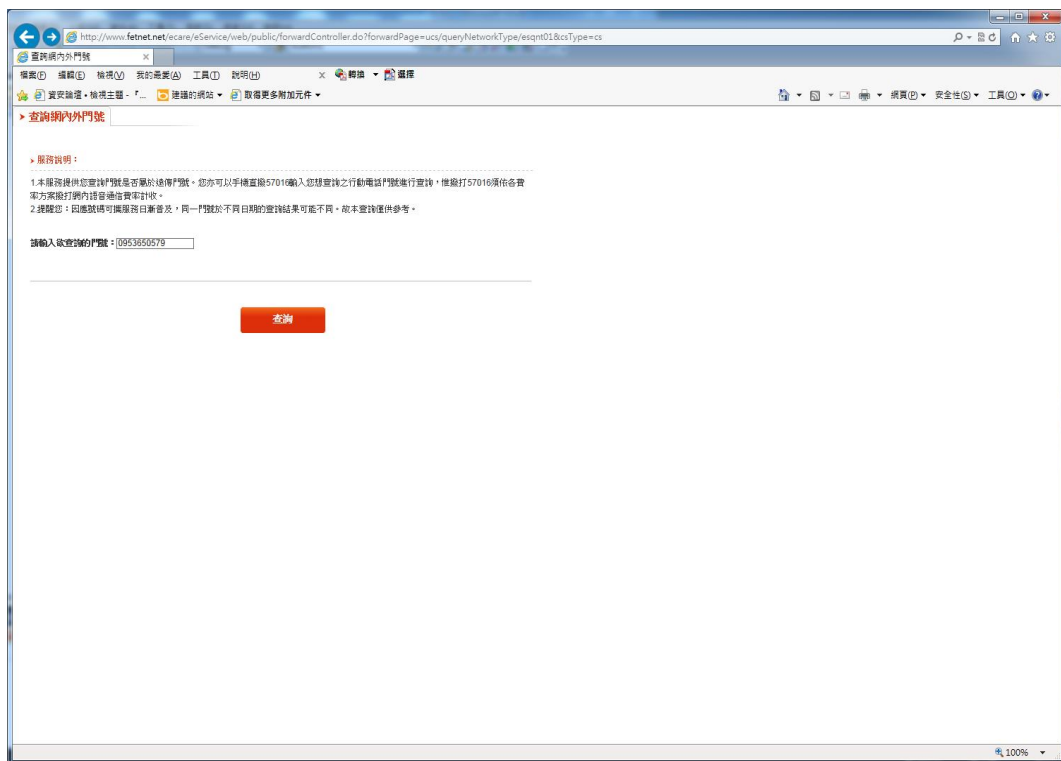
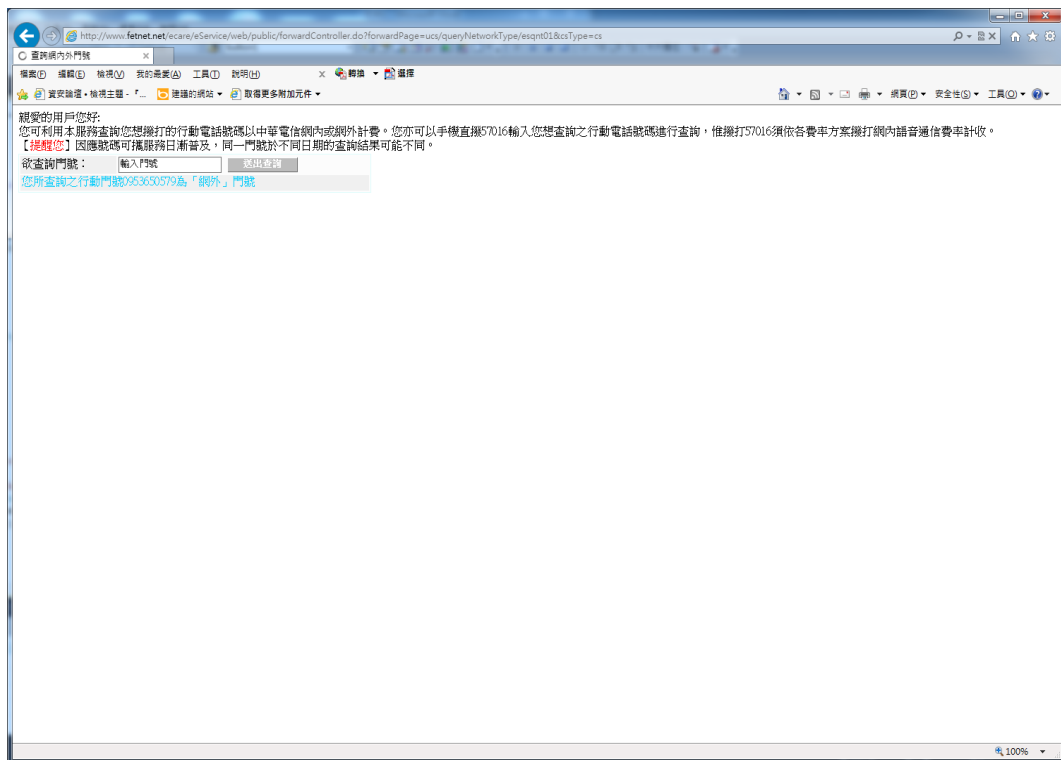
開始查詢

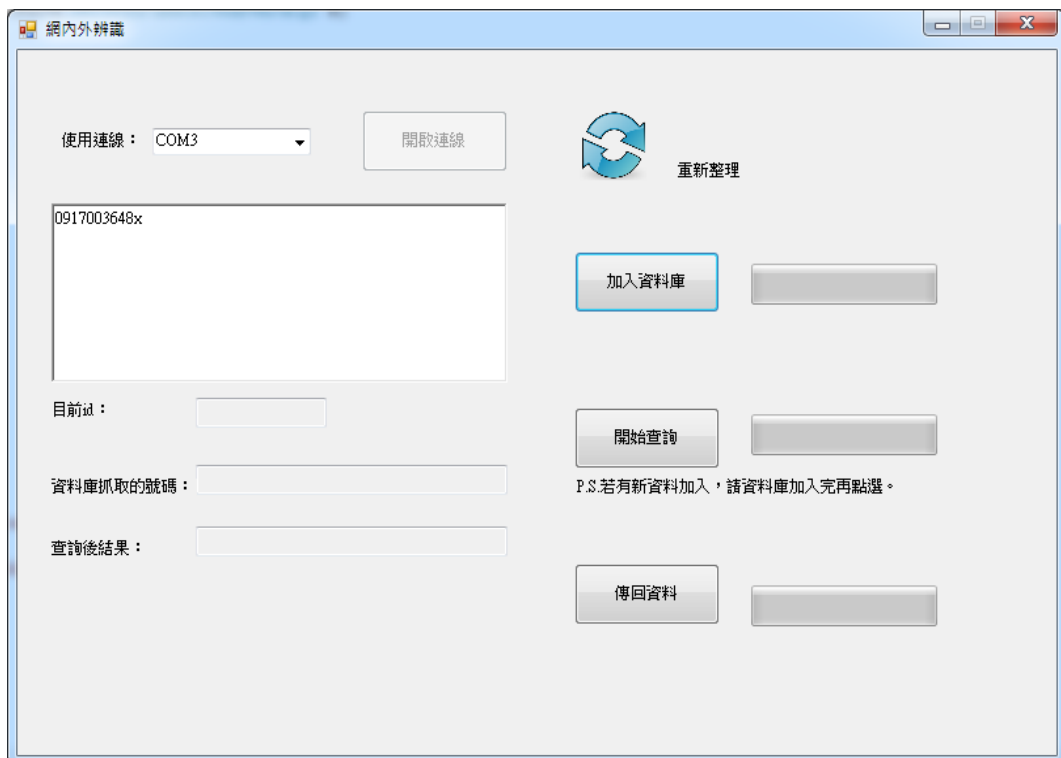
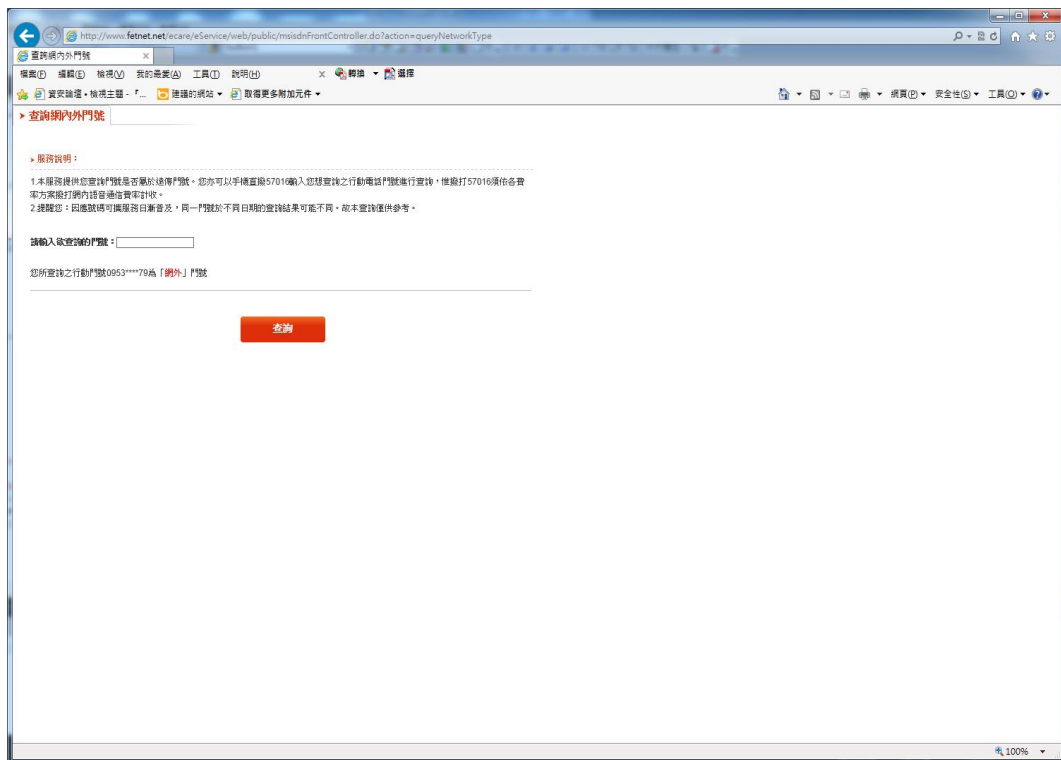
傳回資料

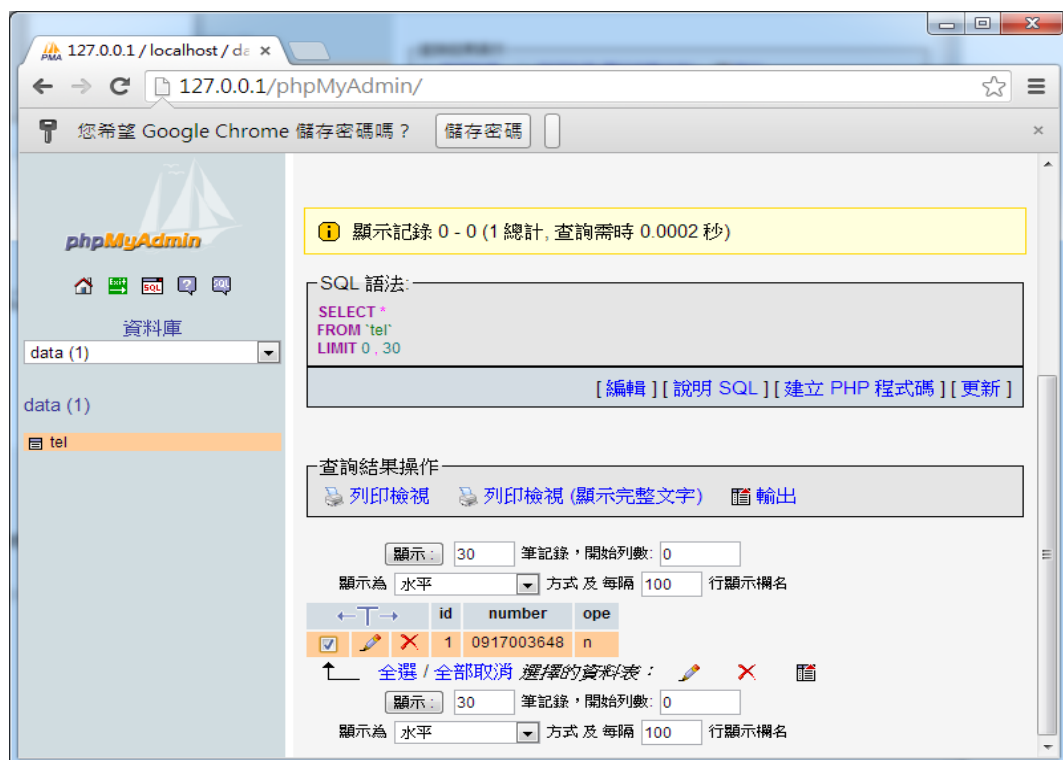
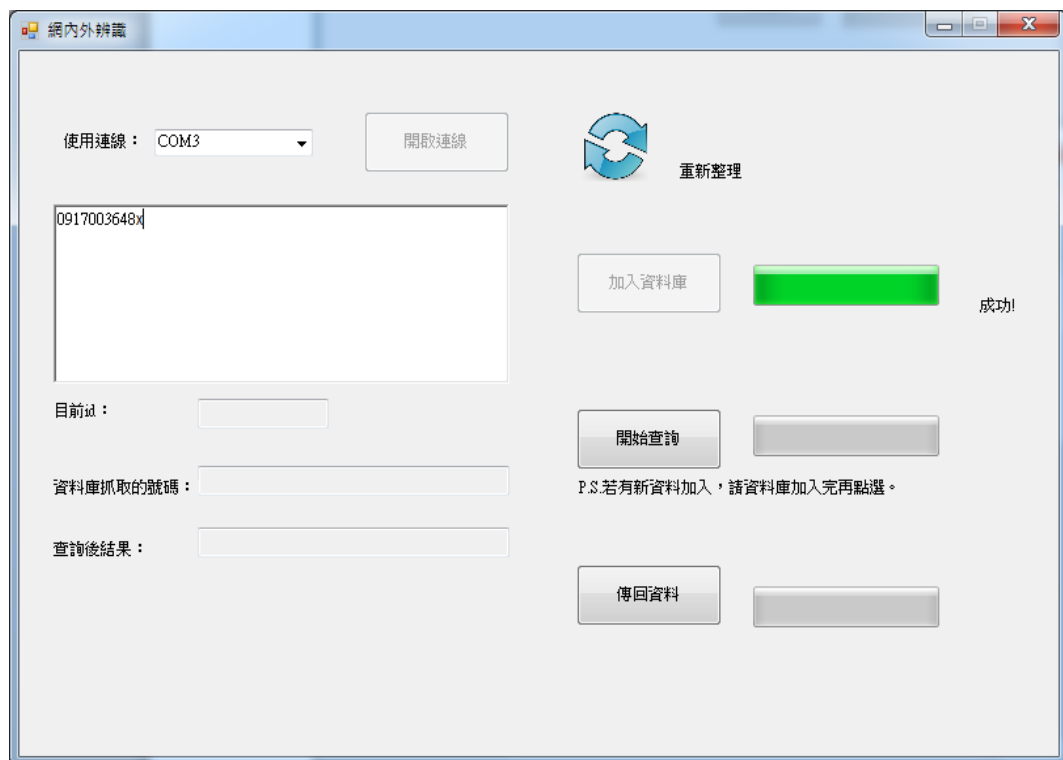
P.S.若有新資料加入，請資料庫加入完再點選。

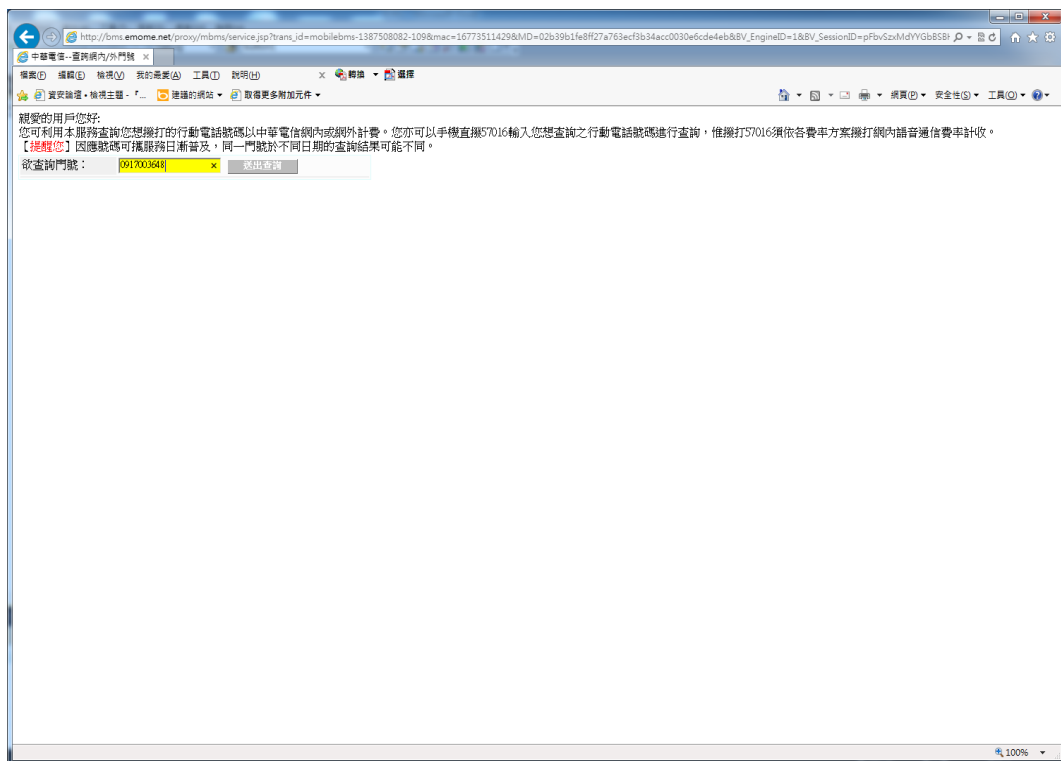
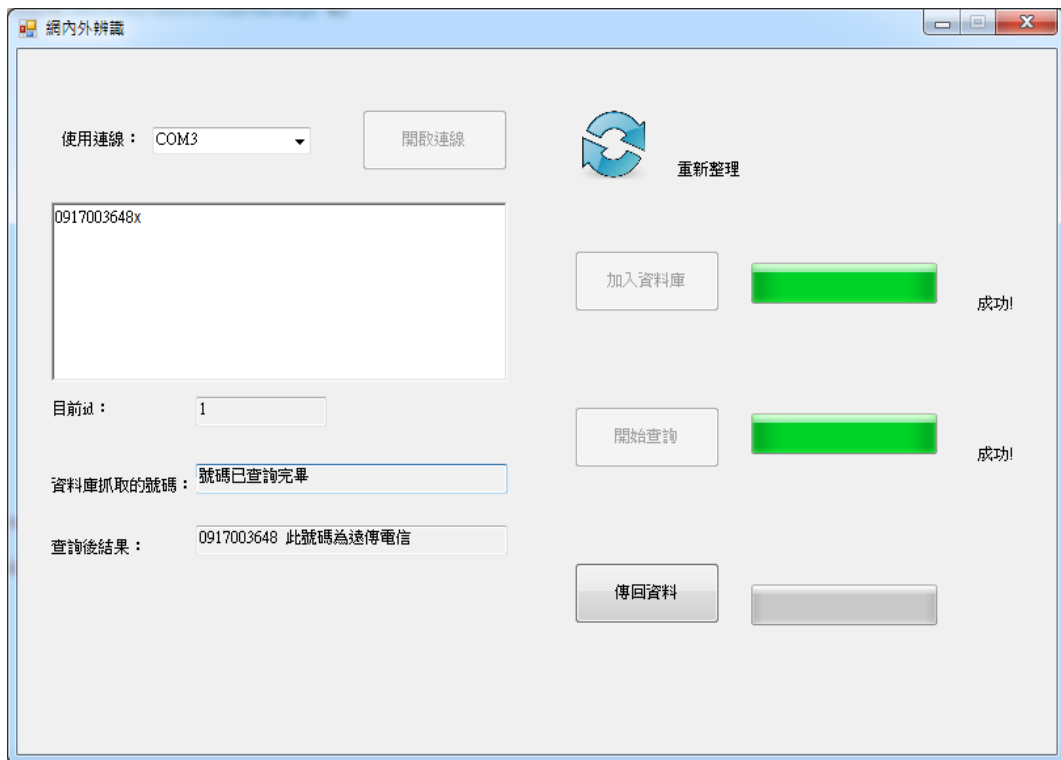


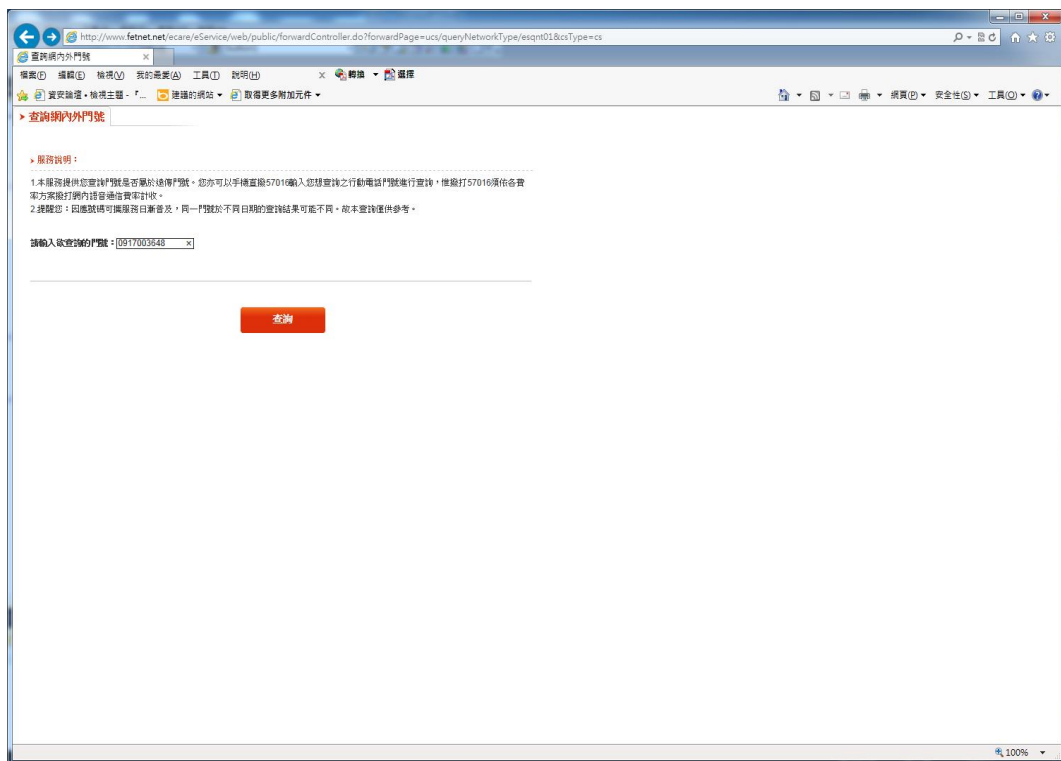
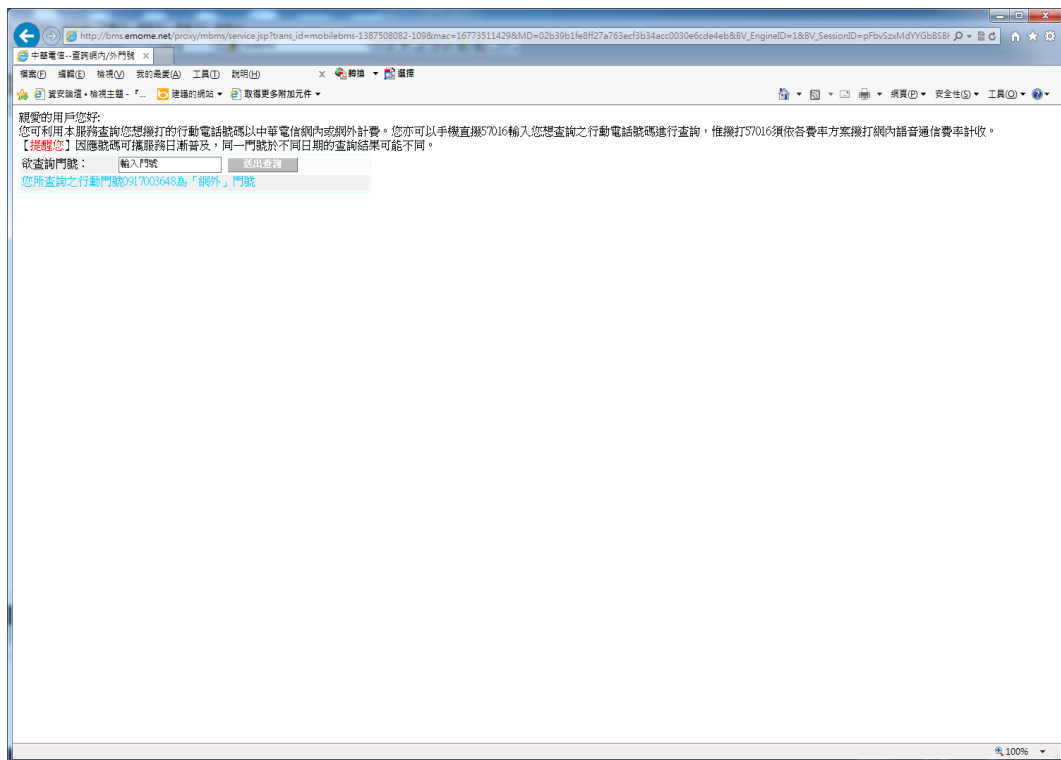




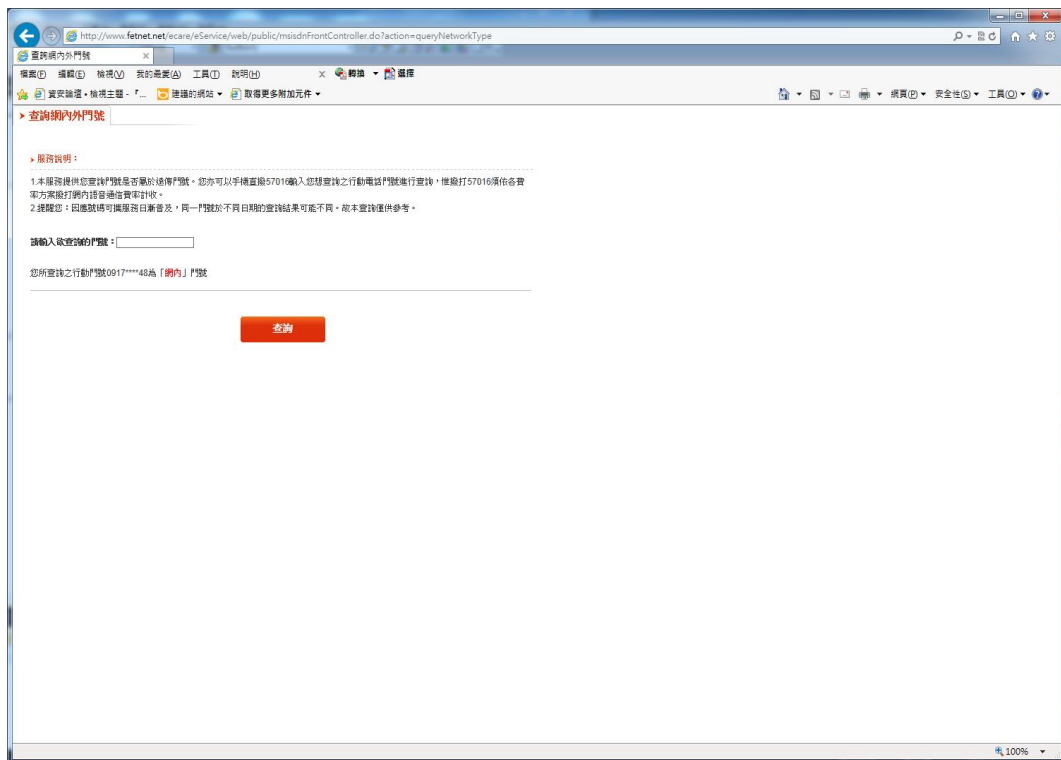












網內外辨識

使用連線： COM3

0917003648f

加入資料庫

目前id： 1

資料庫抓取的號碼： 號碼已查詢完畢

查詢後結果： 0917003648 此號碼為遠傳電信

## 六.專題開發過程問題討論

Q1. 使用 Altium designer 畫製電路圖時，某些 IC 元件像是繼電器 (RELAY)，在軟體裡面並沒有提供零件模型，造成沒有模型的零件在 PCB 板上無法顯示正確？

Ans: 需從廠商提供的 datasheet 製作正確的元件模型，並建置 library 提供電路使用。

Q2. 洗電路板過程中，蝕刻電路板時過太久會將電路板上的電路蝕刻掉？

Ans: 必須注意蝕刻劑蝕刻電路板的情況，以免造成洗出來的電路板不正確。

Q3. 為了能增加電話號碼的存取量，使用 E<sup>2</sup>PROM 當擴充記憶體，而 E<sup>2</sup>PROM 有兩種傳輸模式，第一種傳輸是 I2C，另外一種是 SPI 介面的模式，這兩種模式皆為低速傳輸，要從中選取何種高效能的介面？

Ans: I2C 是利用 SCL 和 SDA 以兩條線控制，可以雙向控制；SPI 則是使用 CS、CLK、DI 和 DO 四條線控制，不能雙向控制，所以較 I2C 容易撰寫程式。以這兩種控制方式分別進行實作範例練習。

Q4. 在 PCB 板上，因為使用 E<sup>2</sup>PROM 增加記憶體容量，過程中按照書上的電路連接，但是資料始終無法正確存入？

Ans: 最基本的解決方法是搜尋 E<sup>2</sup>PROM 的 data sheet，發現導致上述原因的重點在 E<sup>2</sup>PROM 上 ORG 的腳位，因為使用的是每 8bits 可用 128words 要接地，而書上是接 VCC，因此才會造成資料無法正確存入。

Q5. 無法讓自動輸入資料，並自動按按鈕？

Ans: 使用 WatiN。

WatiN 進行開發在 C# 中，主要是為了提供一個簡單的方式來自動執行你的網頁動作。

Q7. 當撰寫的軟體容量過大時，常會出現不可預期的錯誤？

Ans: 因超出微控制器的 ROM 存放空間，需把程式精簡或是使用更大容量的微控制器。

- Q8. 為何在開始記憶體程式撰寫，在顯示時會有字元在讀取時消失？
- Ans: 因為在設定位址時，沒考慮到多個字元，以至於在寫入時只在有限的位址寫入，造成在無法讀取更多的字元。

## 七.開發感想與未來應用

隨科技日益發展，資源相對減少許多，導致物價上漲，因此本次專題-智慧型電話轉接系設計與實現，以「節費」為出發點做為本次專題的目的。如何透過總機達到此專研的目的呢？其實只要搭配「網內互打」的觀念，且某些電信網內免費，如此就能省下可觀的費用。本次專題主要分四大部分：1.類比訊號轉數位訊號 2.記憶體存取 3.網路辨識電信 4.透過 3G 模組撥出電話。第一部分由於市話產生的是 DTMF 訊號，利用 IC(MT8870)解碼，即可將每組電話轉為數位訊號再傳入中央控制器；第二部分將每組資料透過中央控制器存入記憶體，當資料與存儲區比對，沒有重複的號碼就先存入暫存區，並由預設的電信撥出，此部分的傳輸方式分成兩種：I2C 與 SPI，主要差別於控制方式，但兩者的 SCK 都是控制的重點，前者是兩線控制，SDA 與 SCL 搭配使用才能讀寫資料，可以雙向傳輸，且可一對多；相反地，SPI 是四線傳輸，且每條線皆為單向傳輸若要做到一對多傳輸的話，必須利用 CS 選擇線來做選擇，CS 做為總開關並使用 SCK 配合 SDI 或 SDO 傳送資料和指令；第三部分則是由第二部分的預設電信撥出，因此並沒達到本次專題的目的「節費」，這就是第三部分的重要性，透過各家電信在網路上提供的網內外門號查詢的服務辨識門號，此部分程式為 C#，撰寫出此專題的控制介面並搭配 MYSQL 內的資料庫即可；最後一部分，將網路辨識完後的資料透過 relay 當開關，再由 3G 模組撥打出去。上述提及的皆是此專題的實現架構，過程中除了學會較簡單的是透過 ALL-100 把程式燒入到 IC 內外，比較不一樣的是洗板子。透過 Protel 繪製電路圖、拉元件與佈線到印出電路圖，皆是新的體驗；比較有趣的是曝光後，利用顯影劑與蝕刻劑將整個 PCB 板完成。雖然過程屢屢失敗，但學到更多方式能改善之前的錯誤。本專題的目的在未來非常之重要，響應現在非常夯的綠能，「節能省電」除了省荷包外，還保護目前人類居住的地球，相信世人會極力贊助與推廣。

## 八.參考文獻

- [1]. 葉修毓,"探討台灣號碼可攜服務--從固網市場到行動通訊市場",國立中正大學電訊傳播所,網路社會學通訊期刊
- [2]. 國家通訊傳播委員會,"台灣의行動電話號碼可攜式服務"
- [3]. 國家通訊傳播委員會,"行動通信網路業務用戶號碼核配現況"
- [4]. 于耀宗、魏士傑,"可規劃來電自動轉接系統",98學年度大學校院網路通訊軟體與創意應用競賽
- [5]. 陳和穎,"電話遙控家電",逢甲大學資訊工程學系專題報告
- [6]. 陳永盛、陳啟士 "遠端電話遙控之數位電路設計",德霖學報「第二十二期」,民國 97 年 6 月
- [7]. 賴麒文著,"C 與 8051 單晶片之開發環境實務與設計:實現網路化的構思",文魁資訊,2003[民 92]
- [8]. 賴麒文著,"C 與 8051 單晶片實務設計:使用 Keil C",文魁,2006[民 95]
- [9]. 林振漢著,"8051 單晶片實作:使用 C 語言",博碩文化,2004[民 93]
- [10]. 謝澄漢,徐發義,許佳興編著,"8051 C 語言實作寶典",宏友,2005[民 94]
- [11]. 張義和著,"全例說 Altium designer",新文京開發,2010[民 99]
- [12]. 資訊教育研究室著."Visual Basic 2010 從零開始",博碩文化,2011[民 100]
- [13]. 詹東功著,"微電腦控制實習(Visual Basic 串並列埠控制)",臺科大,2002[民 91]
- [14]. 圖片來源 <http://download.ithome.com.tw/article/index/id/1175>

## 附錄(一)、工作分配表

黃立洋:	進度規劃 硬體整合 文件整合 相關資料蒐集
柯力豪:	備料 硬體整合 硬體效能測試 相關資料蒐集
黃騫毅:	應用程式撰寫 應用程式&硬體連接測試 PCB 電路製作 相關資料蒐集
游維軒:	備料 PCB 電路製作 硬體效能測試 相關資料蒐集

## 附錄(二)、硬體電路圖

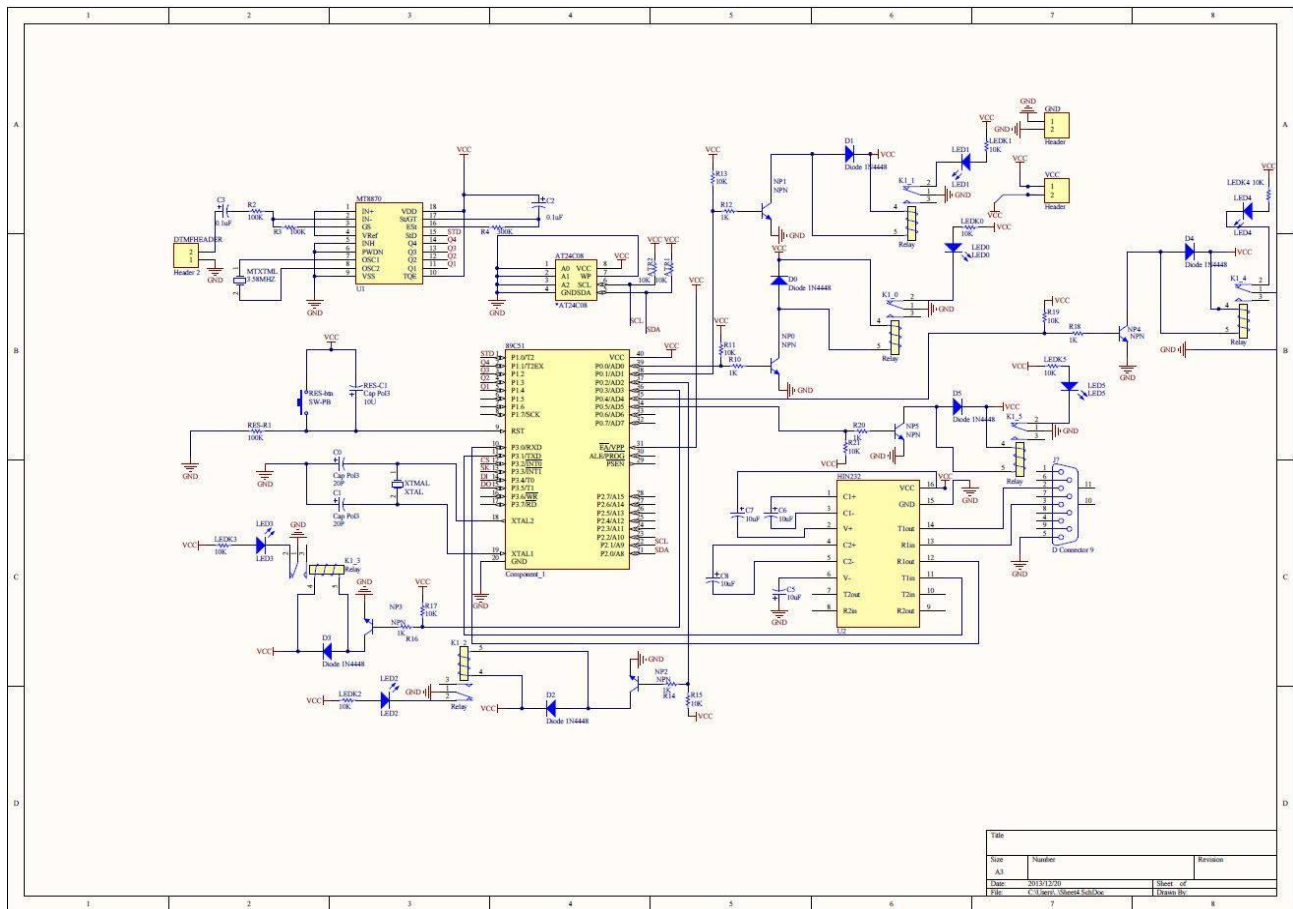


圖 40. 電路圖

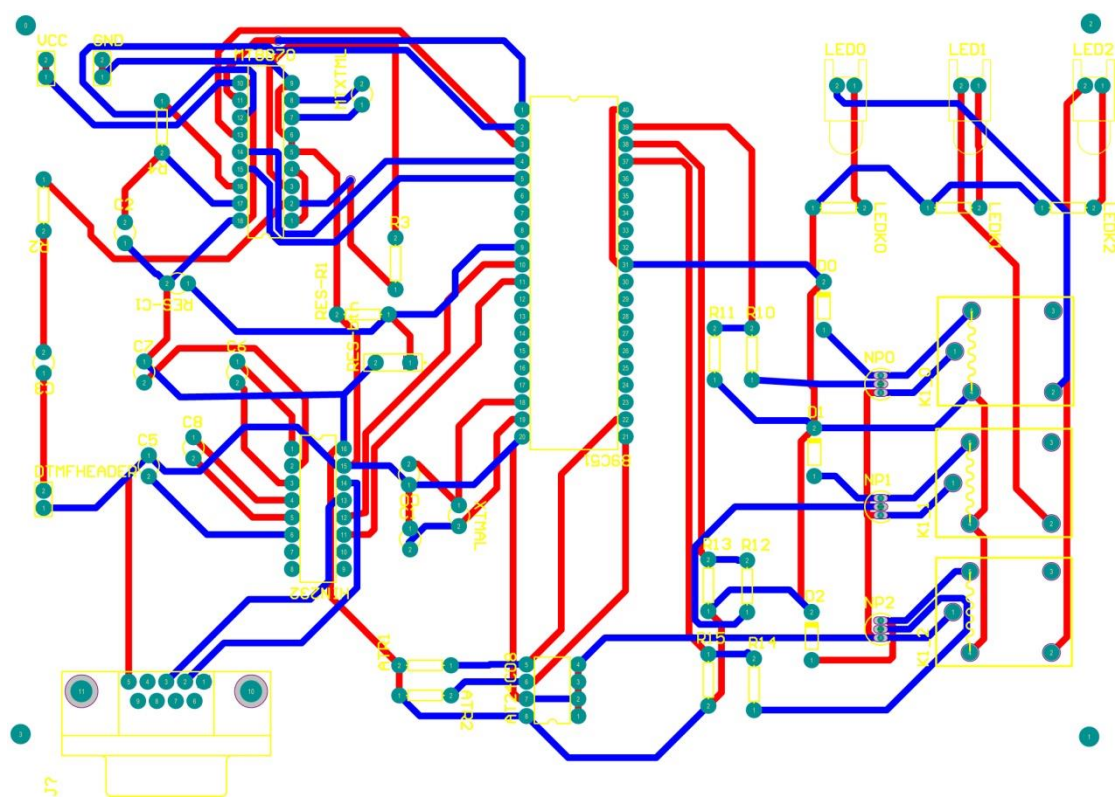


圖 41. Layout 圖