

R 型火警受信總機監控系統之設計開發

黃登淵 杜光明 林春日

大葉大學電機工程學系

彰化縣大村鄉山腳路 112 號

摘要

近年來，火警受信總機的使用因法規日益嚴苛而逐漸地受到重視，傳統 P 型受信總機因配線、查線與人工成本較為高昂，因此本研究積極開發 R 型火警受信總機，以改善前述缺點，並期望將來能完全取代傳統 P 型受信總機之設計方式。本系統主要架構是將迴路控制單元，主控單元及中文 LCD 顯示單元組成可連線之 PC 圖控軟體，以便於進行整體性之操控。為實現前述目的，本文採取以下方法：第一、利用 dsPIC30F4011 微控制晶片從事迴路控制單元對外部中繼器（模組）及感知器信號之擷取與控制命令之執行；第二、利用 W78E52 微控制晶片從事主控單元對外部總機面板操作及警報故障輸出之操控；第三、利用 W77E58 微控制晶片從事警報故障之中文 LCD 顯示及迴路設定輸入；第四、利用視覺化程式 Delphi-Borland 軟體開發的中文圖控軟體藉由 PC 強大的運算，顯示及資料庫處理能力，運用視覺化程式設計即時資料之顯示並於系統發生故障或警報時發出警戒信號。研究結果顯示：本系統之架構可應用於許多設備狀態之監視與控制；此外，由於相關之微控制器體積小，價格便宜，因此可推廣應用於許多工業控制器及消費性電子產品上。

關鍵詞：微控制晶片，火警受信總機，視覺化程式，即時監控

Designing a Supervision and Control System for an R-Type Fire-Alarm Control Panel

DENG-YUAN HUANG, KUANG-MING TU and CHUN-JIN LIN

Department of Electrical Engineering, Da-Yeh University

112 Shan-Jiau Rd., Da-Tsuen, Changhua, Taiwan

ABSTRACT

In recent years, due to more rigid regulations, the usage of R-type fire-alarm control panels (R-type FACP) has been receiving increased attention. The development of an R-type FACP seeks to improve the routing and verification of the external circuit loop, which in turn can greatly reduce the cost of both routing and cable materials. This type of system is primarily composed of loop-control units, a main control unit and an LCD display unit, all of which are interconnected to operate with GUI-controlled PC software. The following methods are employed to ensure the normal operation of the R-type FACP. First, by using a dsPIC30F4011 micro-controller, the loop-control unit is used to read/write a signal from/to the external modules and sensors. Second, by using a W78E52 micro-controller, the main control unit is adopted to control the external fire-control panel



and to issue alarms when the system is distressed or has sensed fire, smoke, and/or a high temperature. Third, by means of a W77E58 micro-controller, the LCD panel can display the corresponding distress messages through appropriate settings. Finally, GUI-controlled software developed in Borland Delphi can display the different fire-alarm message and its corresponding location. This software can also display the real-time FACP data and issue an alarm signal when the system has received distress messages from external modules/sensors, or the FACP itself. Through a careful integration of this system, the results show the strong capacities of this architecture when applied to many industrial control systems. Furthermore, due to its smaller size and lower power consumption, the micro-controller can be applied to many industrial controllers and consumer electronics.

Key Words: micro-controller, fire-alarm control panel, visual programming design, real-time supervision and control

一、前言

火災依燃燒物質之不同可區分為四大類 [4]，A 類火災（普通火災）：由普通可燃物如木製品、紙纖維、棉、布、合成樹脂、橡膠、塑膠等所引起之火災稱之，通常建築物之火災即屬此類，此類火災可藉水或含水溶液之冷卻作用使燃燒物質溫度降低，以達到滅火之效果。B 類火災（油類火災）：由可燃液體如石油、或可燃性氣體如乙烷氣、乙炔氣、或可燃性油脂如塗料等引起之火災稱之，此類火災最有效的方法是掩蓋法來隔離氧氣，使之窒息。此外如移開可燃物或降低溫度亦可以達到滅火之效果。C 類火災（電氣火災）：由通電中之電氣設備，如電器、變壓器、電線、配電盤等引起之火災稱之，此類火災有時可用不導電的滅火劑來控制火勢，但如能截斷電源再視情況依 A 或 B 類火災處理，較為妥當。D 類火災（金屬火災）：由活性金屬如鎂、鉀、鋰、鈾、鈦等或其他禁水性物質燃燒引起之火災，因為前述物質燃燒溫度很高，通常只能採用特定金屬之滅火劑方能有效滅火。

然而只認識火災之分類及滅火的基本方法是不夠的，隨著二十一世紀的來臨，人們日益重視火災預防方面的問題，以確保生命財產之安全。火災之發生最重要的是早期預警之功能，由於火災發生前後之十多分鐘為逃生之關鍵時間點，而火警受信總機則可發揮早期預警之功能，讓人們於發生火災時能夠有充裕之時間逃生。

為了因應前述目的之要求，本研究乃積極開發火警受信總機監控系統，以期達到早期偵測與預防之功能，同時為改善傳統 P 型火警受信總機之缺點，本文提出 R 型火警受信總機之新架構，該架構可以有效地改善傳統 P 型火警受信總

機之缺點；總結而言，P 型相對於 R 型火警受信總機具有以下之缺點：（1）配線迴路均要回到總機，因此相對於 R 型總機（配線迴路只須連結到中繼器 / 模組即可）除比較浪費線材外，也需增加額外之人工配線成本；（2）當系統發生問題偵錯時，P 型總機之迴路查線成本也較 R 型總機高出許多。因此基於早期火災之偵測與預防，以確保民眾生命財產之安全，同時改善傳統 P 型火警受信總機之缺點，本研究乃積極開發 R 型火警受信總機，以提供業界更好的選擇，此乃本研究之主要目的與動機所在。

二、系統簡介

本文以實際裝設測試為研究主軸，依照火警警報設備總則 [2] 及火警受信總機 [1] 之 CNS 標準研究方向如下：迴路控制單元選擇使用 Microchip 公司生產之單晶片（型號 dsPIC30F4011）為研究對象，以 Apollo 傳輸協定傳輸訊息給中繼器（模組）[3] 及感知器，本系統每個迴路能同時監控 127 個模組或感知器，並具有資料攫取、儲存與分析之功能。圖 1 為 R 型火警受信總機功能方塊圖。由圖 1 可知，迴路處理單元首先自感知器或模組分別取得感測訊號或警報、故障訊號後，立即透過 RS-485 介面傳送至主控單元，經由主控單元分析處理後，再將對應訊息分別傳送至 LCD 顯示單元與 PC 圖控單元。此外，為達成監控之目的，主控單元亦會回拋迴路處理單元一個連動訊號，然後再由迴路處理單元將該訊號傳送至迴路上對應之控制模組。本系統架構各部份分述如下。

（一）個人電腦與發展環境

本系統硬體架構採用以微軟視窗軟體為工作平台之個



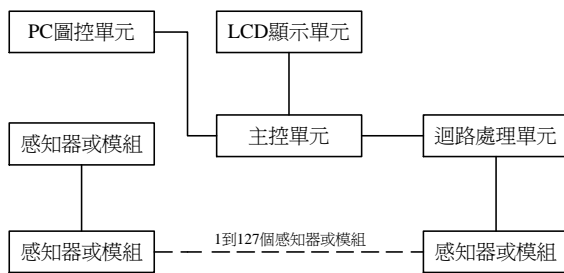


圖 1. R 型火警受信總機功能方塊圖

人電腦，並利用 Borland 公司開發之視覺化程式設計軟體 Delphi5.0 來設計圖控介面。在單晶片軟體開發方面，則採用 Microchip 公司研發之 MPLAB 7.1 之整合發展環境為開發單晶片之程式工具軟體，並用它來開發迴路處理單元，同時本研究亦採用 Intel 8051 系列之 2500AD-V5.03 編譯軟體來開發主控單元及中文 LCD 單元等。

(二) 微控制晶片模組

微控制晶片硬體架構依照程式匯流排與資料匯流排之設計不同，可區分成 Harvard 模式(見圖 2)與 Von Neumann 模式(見圖 3)兩種，其中 Harvard 架構因具有不同之程式匯流排與資料匯流排寬度，其執行效率比具有相同程式匯流排與資料匯流排寬度之 Von Neumann 架構為佳 [5-6]。

PIC 單晶片係由 Microchip Technology 公司 [7] 所研發製造，硬體設計採用 Harvard 架構，資料匯流排固定為 8 位

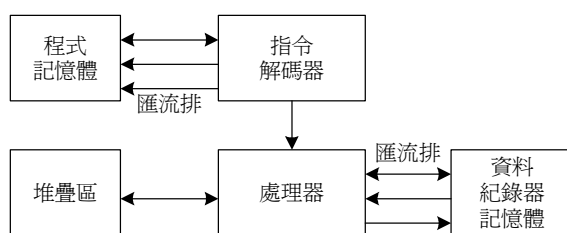


圖 2. Harvard 匯流排架構 [5]

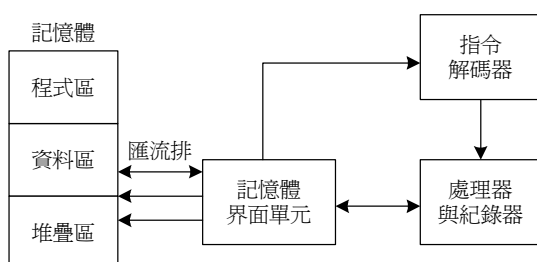


圖 3. Von Neumann 匯流排架構 [5]

元，但程式匯流排則依單晶片功能複雜性區分成 12、14 與 16 位元，本研究使用型號 dsPIC30F4011，其程式匯流排則為 16 位元。由於 PIC 單晶片採用精簡指令集 (reduced instruction set computing)，相對於 8051 採用 Von Neumann 架構與複雜指令集 (complex instruction set computing)，具有容易學習、容易使用之特性 [5-6]。

由圖 2 可知，Harvard 架構之程式記憶體、資料記憶體與堆疊記憶體分別存放在不同之記憶體區塊中，而且使用不同之匯流排來讀寫。但 Von Neumann 架構(見圖 3)其程式記憶體、資料記憶體及堆疊記憶體均置於同一個記憶體區塊中，而且使用同一組匯流排來進行讀寫。

本研究基於功能性考量，因此採用美商 Microchip 所開發之 dsPIC30F4011 單晶片微控制器做為本系統之控制核心。就功能考量，dsPIC30F4011 是屬於高階型 PIC 單晶片中功能最強、最齊全之產品，工作頻率最高可達 40 MHz，另外 dsPIC30F4011 採用 FLASH 程式記憶體，可以讓使用者輕易地修改程式，其內建 ICD (in circuit debug) 使其僅需搭配簡易外接 ICD 模組(燒錄器)，便能完成線上模擬及控制器成品。

「主控單元」為本系統之核心，本文採用國內華邦電子設計研發之單晶片微控制器 W77E58 [10] /W78E52 [11] 為本系統之核心架構，就功能考量，W77E58 是屬於 Turbo-51 Series 高階型單晶片，工作頻率最高可達 40 MHz，另外 W77E58/W78E52 採用 FLASH 程式記憶體，可以讓使用者輕易地修改程式，搭配燒錄器即可燒錄成品。

(三) Apollo 傳輸協定傳輸模組分析

由於 Apollo 通訊協定被廣泛地應用於火警受信監控系統上，因此本研究將應用該協定於迴路處理單元與感知器/模組間之通訊，做法是：由迴路處理單元送出掃描訊號給模組/感知器，因為傳輸的電源與訊號均為同一條傳輸線，所以每個感知器/模組傳送及回應之訊號均為固定週期(見圖 4)，其中總電壓值為 37 伏特，監視電壓為 17-28 伏特之間，而掃描脈衝電壓則介於 5 至 9 伏特之間。因採數位式傳輸，其脈衝依功能可分為傳出脈衝及傳回脈衝，以下將分別逐項說明。

1. 傳出脈衝 (11 個)：由迴路處理單元傳給模組/感知器來發佈控制指令及指出模組/感知器位址碼。傳出脈衝總共含有一個啓始脈衝，三個輸出指令位置脈衝及七個模組/感知器位址碼脈衝(見圖 5)。



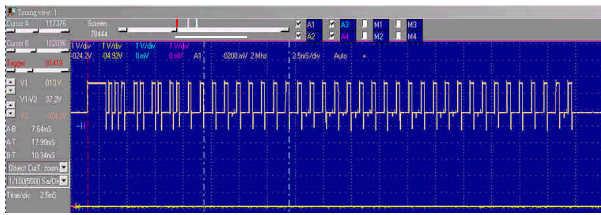


圖 4. Apollo 傳輸協定脈衝完整結構 (平常狀態)

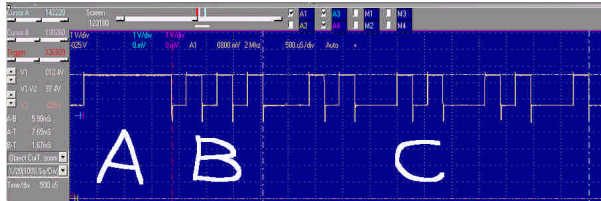


圖 5. 傳出脈衝 (11 個)

2. 傳回脈衝 (31 個)：由迴路處理單元傳出週期性訊號，如模組 / 感知器有動作時，則會回應相關動作值，並由脈波負值動作，傳回脈衝總共含有一個中斷位置脈衝，七個回應模擬值脈衝，三個輸入指令位置脈衝，三個設備類型位置脈衝，九個第二組回應模擬值脈衝及一個同位檢查碼脈衝 (見圖 6)。

以下將逐一說明圖 5 與圖 6 中訊號 A~J 所代表的意義如下：

- A：啓始脈衝，一個脈衝，必須維持 1.6ms 以上的脈波，模組 / 感知器才會認為是一連續訊號的啓始值。
- B：輸出指令位置，三個脈衝，控制模組 / 感知器的 LED 亮、滅、閃爍及控制模組 / 感知器動作或不動作。
- C：模組 / 感知器位址碼，七個脈衝，指出要掃描那一個中繼器 (模組) 或感知器，因為七個位址碼所以最多可掃描 127 個模組或感知器。其中：“0” 脈衝週期為負 250uS 正 250uS，“1” 脈衝週期為負 900uS 正 250uS。
- D：中斷位置：一個脈衝，此為掃描訊號，如有任何模組 /

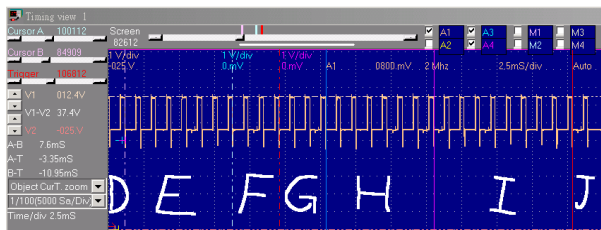


圖 6. 傳回脈衝 (31 個)

- 感知器有緊急事故發生，而且必須要第一優先處理時，此位元之負脈波會被模組 / 感知器下拉 5V-9V 左右。
- E：回應模擬值：七個脈衝，可回應模組 / 感知器目前之狀態，該狀態可為正常，故障，斷線或警報等。
- F：輸入指令位置：三個脈衝，可將目前模組 / 感知器上的 LED 亮或不亮的狀態回傳給迴路處理單元。
- G：設備類型位置：三個脈衝，表示目前此位置的模組 / 感知器為何種類型，其中“111”表示輸入輸出模組，“011”表示離子型感知器，“110”表示光電型感知器。
- H：回應位址值位置：模組 / 感知器的位址值。
- I：第二組回應位址值：九個脈衝，感知器回應目前狀態之回應值。
- J：同位檢查碼：本研究採取偶同位檢查。

(四) 迴路處理單元之硬體設計

本文利用 dsPIC30F4011 微控制器來進行迴路處理單元對外部模組或感知器信號之擷取與控制命令之執行。迴路處理單元主要功能是週期性地掃描外部模組或感知器，並將現在狀態經過電路 (電器特性轉換) 及程式處理後，再傳送給主控單元及中文 LCD 顯示板。圖 7 為迴路處理單元之訊號處理流程，當主電源電壓 (DC 40V) 由迴路處理單元輸入後，經過電壓調整電路 (見圖 8) 與控制輸出準位轉換電路 (見圖 9)，即可將輸出至模組或感知器之掃描訊號產生出來。

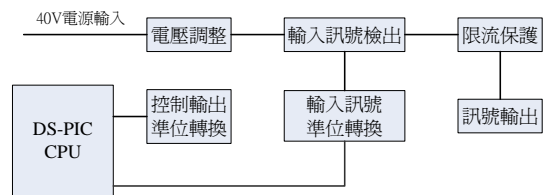


圖 7. 迴路處理單元之訊號處理流程

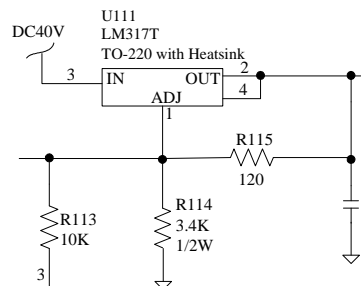


圖 8. 迴路處理單元之電壓調整電路



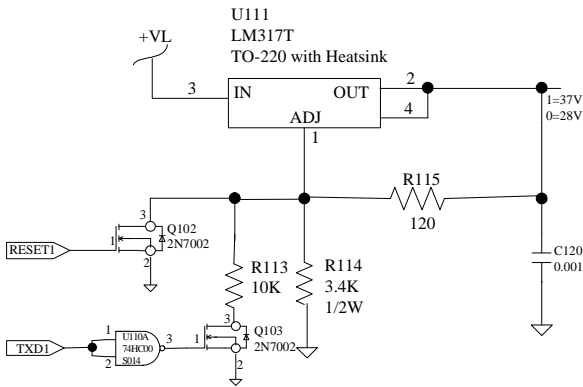


圖 9. 迴路處理單元之控制輸出準位轉換電路

同時，經過電壓調整電路輸出之訊號，可利用輸入訊號檢出電路（見圖 10）及準位轉換電路（見圖 11），將傳回之電壓值（28V-37V）轉換成 5V 之訊號準位。

緊接著，dsPIC30F4011 微控制器將解碼資料存入內建之記憶體中，等待主控單元來進行輪詢（polling）的動作，進而將目前狀態傳給主控單元及中文 LCD 顯示單元。此外，掃描模組或感知器之訊號需要有限流保護電路（見圖 12）來保護電壓調整及輸入訊號檢出電路。

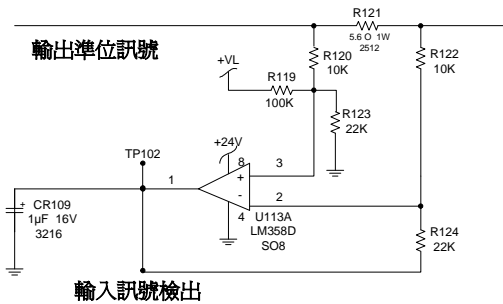


圖 10. 迴路處理單元之輸入訊號檢出電路

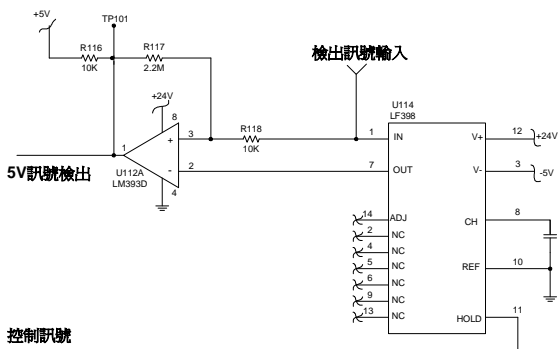


圖 11. 迴路處理單元之輸入訊號準位轉換電路

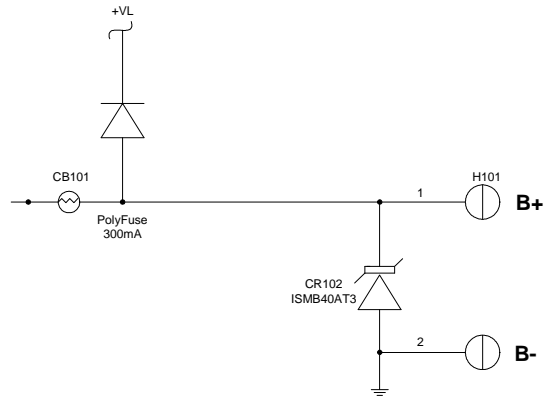


圖 12. 迴路處理單元之限流保護及訊號輸出電路

根據圖 8，LM317T [9] 之電壓調整由 R115 及 R114 來決定，其中 V_{out} 輸出電壓公式為： $V_{out}(2,4) = 1.25(1+R114/R115)$ 。

由圖 9 之電路設計可知：當 TXD1=1 時，輸出 $V_{out} = 37V$ ；相反地當 TXD1=0 時，輸出 $V_{out} = 28V$ ；其中若有重置訊號 RESET=1 時，輸出則為 $V_{out} = 0V$ 。

根據圖 10 之電路可知：電阻 R121 負責輸入檢知，而 U113A 則負責將訊號進行分離，同時檢出輸入訊號（TP102）。

由圖 11 電路可知：U114 (LF398) [8] 使用 sample 及 hold 之觀念來擷取「輸入開始波形」，並使用 U112A 來將輸入準位轉換為邏輯準位。

由圖 12 之電路可知：使用 PolyFuse 可將電流限制在 300mA 以下，其中訊號則經由 (B+) 及 (B-) 等路徑傳送給模組及感知器。

(五) 迴路處理單元之軟體架構

迴路處理單元主要功能為掃描外部模組或感知器，其透過 RS-485 介面傳輸方式與主控單元進行通訊，進而將外部模組或感知器之資訊傳回給主控單元及 LCD 顯示板。

掃描外部模組或感知器之程式架構如下：

1. 迴路處理單元參數設定，計時器參數設定及中斷設定。
2. 送出起始脈衝，使用計時器中斷方式。
3. 自資料庫擷取對應之輸出碼，並輸出三個脈衝。
4. 自資料庫擷取對應之模組 / 感知器對應碼，並輸出七個脈衝。
5. 送出中斷脈衝並判斷是否回應，若回應則被對應到的模組或感知器不送出傳回訊號，而由發送中斷訊號的模組來傳送訊號。如沒有回應則繼續下列步驟。



- 送出七個脈衝為回應模擬值，如沒有回應則會判斷此模組或感知器遺失或故障，將資料記錄到資料庫，回到步驟 2。如有回應則將回應值存入對應之資料庫中。
- 送出三個脈衝，讀回輸出指令位置值，如沒有回應則會判斷此模組或感知器遺失或故障，將資料記錄到資料庫，回到步驟 2。如有回應則將回應值存入對應資料庫。
- 送出三個脈衝設備型態值，如沒有回應則會判斷此模組或感知器遺失或故障，將資料記錄到資料庫，回到步驟 2。如有回應則將回應值存入對應資料庫。
- 送出七個脈衝設備位址值，如沒有回應則會判斷此模組或感知器遺失或故障，將資料記錄到資料庫，回到步驟 2。如有回應則將回應值存入對應資料庫。
- 送出九個脈衝第二組回應模擬值，如沒有回應則會判斷此模組或感知器遺失或故障，將資料記錄到資料庫，回到步驟 2。如有回應則將回應值存入對應資料庫。
- 送出一個脈衝檢查碼，如沒有回應則會判斷此模組或感知器遺失或故障，將資料記錄到資料庫，回到步驟 2。如有回應，則將回應值與相關資料進行比對，若比對正確，則此筆資料有效，如不正確，則放棄此筆資料。

(六) 中文 LCD 顯示板之功能說明及硬體線路

繪圖型 LCD 模組與控制晶片之選擇將決定軟體在顯示上之圖形編碼方式，接腳位置（出線接腳）決定硬體及軟體之對應輸出，是否有提供背光，在夜晚及光度不強的地方是否可以使人看得見顯示之內容。

本文使用的 LCD 顯示器為 240 點×128 點繪圖型顯示器，驅動控制晶片型號為 LC7981，目前不使用其內建字元，所有中文字型均可以使用下載模式來下載字型。此外，本文所使用之 LCD 顯示器可顯示八行中文字，其中每行可顯示十五個中文字，字型解析度為 16 pixel*16 pixel。

本系統之 CPU 採用 W77E58，其面板操控可分：1. 目前時間設定（使用 12C877A Real-Time Clock IC），2. 迴路資料下載（PC 端見圖 13），3. 中文字型資料下載（PC 端見圖 14），4. 歷史資料查詢，5. 警報故障查詢，6. 感知器模組迴路資料設定。迴路資料及字型資料由 PC 端（PC 端見圖 15）編輯相關設定資料由 PC 下載到中文 LCD 顯示板上。

(七) 主控單元控制板之功能說明及硬體設計

主控單元為火警受信總機之控制核心，具有連動火警發信器，火警警鈴，標示燈或其它附屬設備之功能。主控單元

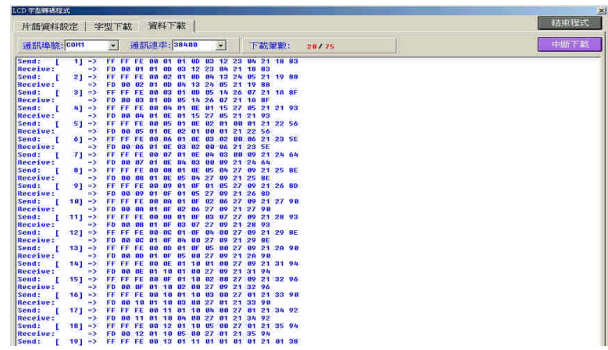


圖 13. 中文 LCD PC 端下載程式（迴路資料下載）

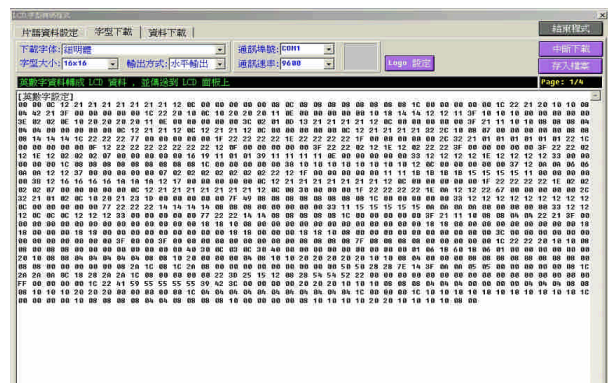


圖 14. 中文 LCD PC 端下載程式（字型資料下載）



圖 15. 中文 LCD PC 端下載程式（片語字型資料設定）

控制板之功能包含：（1）總機內部須裝設能同時開啓或關閉主電源雙擊之開關；（2）總機正面應裝設監視主電源之裝置，與復歸及音響等專用開關；（3）總機須有防止誤報功能，因此應設置蓄積開關。

當警報或故障發生時，主控單元依下列訊號進行對應之處理動作：（1）火警訊號：當受信總機收到火警訊號時，



首先點亮紅色火警表示燈，緊接著主音響裝置鳴響，同時標示出火警發生之警示區域；(2) 斷線或故障訊號：當「探測器迴路端」與「終端器」間發生斷路或故障時，首先點亮斷線表示燈，緊接著斷線音響鳴響，同時標示出斷線或故障發生之警示區域。

主控單元之硬體設計包括：(1) 火警受信總機面板燈號之設計(見圖 16)，設計項目包含 L1：電池測試，L2：斷線音響，L3：主音響，L4：地區音響，L5：蓄積指示，L6：警報斷線測試，L7：自動復歸，L8：手動復歸，L9：AC 電源，L10：電池電源，L11：電話燈，L12：開關未定位，L13：蓄積指示，L14：缺水燈，L15：斷線燈，L16：火警燈；(2) 火警受信總機面板開關之設計(見圖 17)，其設計項目包含：SW1：電池測試開關，SW2：斷線音響開關，SW3：主音響開關，SW4：地區音響開關，SW5：蓄積測試開關，SW6：警報斷線測試開關，SW7：自動復歸開關，SW8：手動復歸。

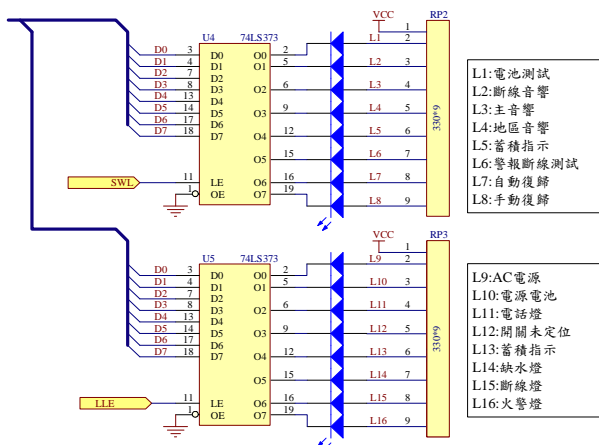


圖 16. 火警受信總機面板燈號線路圖

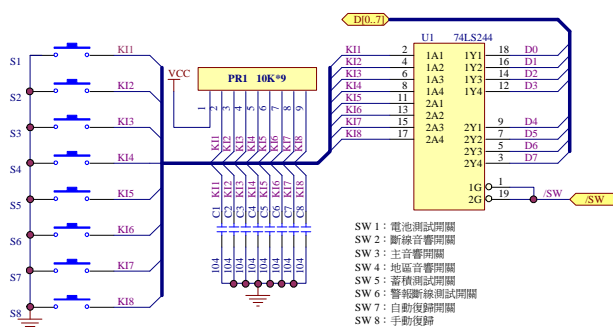


圖 17. 火警受信總機面板開關線路圖

三、系統整合與軟體規劃

本系統藉由個人電腦與微控制晶片之結合，透過 RS-232 通訊，了解火警受信總機目前狀態及警報故障資訊，如將多台火警受信總機利用 RS-485 特性將其連線則可進行整體之規劃、整合，以達到集中管理與即時監控之目的。本系統可分成硬體與軟體兩部份，系統規劃考慮如下：

1. 迴路處理單元與模組或感知器間之資料擷取、控制。
2. 總機與 PC 間 RS-232 連線之通訊協定規劃。
3. PC 圖控介面之設計，提供即時系統狀態。
4. 視覺化程式設計執行與測試。
5. 資料庫建立與系統分析。

四、系統實現與功能測試

本系統目前已完成 R 型火警受信總機之中文 LCD 顯示器，主控單元單機功能之操控，迴路處理單元之 PC 板佈線、PC 與總機間之通訊協定及模組 / 感知器與迴路處理單元之連線。其中系統實現與功能測試如下：

1. 迴路處理單元

迴路處理單元經由 terminal bus 傳送掃描訊息給模組 / 感知器，模組 / 感知器會回應警報或故障訊號，至於是警報或故障訊號，則由迴路處理單元核心處理器 dsPIC30F4011 來進行解碼，並將解碼後之訊息傳送至主控單元，並由主控單元進行對應訊息之動作。

2. 通訊協定

通訊方式採用 RS-232 全雙工傳輸方式來完成 PC 與總機間之資料通訊，進而達到監控火警受信總機及負載狀態之目的。在 PC 端，RS-232 傳輸係利用 Delphi 5.0 之 SPComm 控制物件來完成，本系統設定傳輸規格為非同步串列、傳輸速率 9600bps、無同位元檢查、八個資料位元與 1 個停止位元。當 PC 與總機間之通訊協定設定完成後，PC 端即可藉由 Delphi 5.0 之 SPComm 控制物件送出命令字串給總機端，以控制總機面板之開關及顯示狀態，而且亦可由總機端即時傳回模組 / 感知器之監視資料與狀態。

3. 資料輸出 (data output)

資料輸出包含：(1) 中文 LCD 輸出；(2) PC 圖控單元輸出；與 (3) 移報板輸出。中文 LCD 顯示器將總機狀態顯示於 LCD 面板上，亦可將警報訊息經移報板輸出至其他裝置；另外經由 RS-232 介面亦可將狀態資料傳送至 PC 端，並顯示在 PC 圖控單元上。



透過以上功能之整合，本研究已成功開發出 R 型火警受信總機之新架構，這種新架構相對於傳統型，至少具有以下幾個特色：(1) 由於 R 型火警受信總機採用「電壓脈衝」控制方式，相較於 P 型採用「電壓準位」之控制方式，具有配線更少之優點。(2) P 型火警受信總機採單機設計方式 (standalone)，而 R 型則採用 RS-232 通信之設計方式，故其具有遠端監控之功能，可讓使用者操控更加地便利。(3) R 型火警受信總機比起 P 型更具有電源功率損耗少與抗雜訊干擾之能力。由於 R 型火警受信總機具有以上優異之功能表現與特色，是本研究為何要積極開發此型火警受信總機之主要原因與目的，此亦為本研究之最主要貢獻。

五、結論

由於 P 型總機之配線迴路均要回到總機，因此相對於 R 型總機 (配線迴路只須連結到中繼器 / 模組即可) 除比較浪費線材外，也需增加額外之人工配線成本。同時當系統發生問題偵錯時，P 型總機之迴路查線成本也較 R 型總機高出許多。基於以上原因，本研究積極開發 R 型火警受信總機之監控系統。

R 型火警受信總機結合軟體、韌體及硬體之設計概念，將個人電腦、單晶片微控制器與感知器 (或模組) 三者整合為一，並實際建立實驗模組，經不斷地測試與驗證，R 型火警受信總機確實能發揮早期預警之功能，直接證實本系統設計之正確性。

參考文獻

1. 中華民國經濟部中央標準局 (民 75)，火警受信總機，中國國家標準 (CNS)，編號 8877，頁 1-3。
2. 中華民國經濟部中央標準局 (民 75)，火警警報設備總則，中國國家標準 (CNS)，編號 8873，頁 1-4。
3. 中華民國經濟部中央標準局 (民 75)，火警警報設備中繼器檢驗法，中國國家標準 (CNS)，編號 11038，頁 1-10。
4. 中華民國經濟部中央標準局 (民 91)，滅火器，中國國家標準 (CNS)，編號 1387，頁 1。
5. 施慶隆 (民 92)，PIC16F87X 微控制器原理實習與專題應用，頁 1-7，全華科技圖書股份有限公司，台北。
6. 趙春棠 (民 91)，PIC 單晶片學習密笈—以 PIC16F877 為例，頁 19-25，全威圖書股份有限公司，台北。
7. Microchip Technology Inc. (2005) dsPIC30F4011/4012 Data Sheet 40/44 pin 16 bit CMOS FLASH Digital Signal controllers (Data Sheet), Arizona, AZ.
8. National Semiconductor Corporation (2000) Monolithic Sample and Hold Circuit, LF398 (Data sheet), California, CA.
9. National Semiconductor Corporation (2004) 3-Terminal Adjustable Regulator, LM317T (Data sheet), California, CA.
10. Winbond Electronics Corporation (1999) Controller IC, 8-Bit Microcontroller, Turbo-51 Series, W77E58 (Data Sheet), Taipei.
11. Winbond Electronics Corporation (1999) Controller IC, 8-Bit Microcontroller, Turbo-51 Series, W78E52 (Data Sheet), Taipei.

收件：94.06.21 修正：94.09.29 接受：94.12.12

