

# 智慧型平交道監控系統

蔡加春<sup>[1]\*</sup> 陳裕益<sup>[2]</sup> 蘇建宇<sup>[2]</sup>

**摘要：**平交道是鐵路系統與公路系統兩大鐵公路的交界區域，也是最容易發生交通事故之處，且平交道往往一發生事故就造成重大的損傷。本文為設計一套智慧型平交道監控系統，透過紅外線發射器與接收器偵測電車到來、離開及平交道上是否有障礙物體等，並經由微控制器軟硬體系統的控制，配合警示燈、警笛的啟動及障礙物偵測等做智慧型的監控，提早警示列車司機做預防可能車禍的發生。實驗結果顯示，當前段紅外線偵測約 1 秒後，確認 900 米外的電車將要通過平交道，並回報監控系統即時放下柵欄、開啟警示燈與警示鈴及啟動平交道紅外線障礙偵測，如偵測無障礙物，電車順利通過平交道，直到後段紅外線偵測確認電車已離開 300 米，關閉平交道障礙偵測、警示燈與警示鈴，進而重新偵測電車來向；如偵測有障礙物，立即啟動緊急警示燈與警示鈴，通知列車長於 600 米外緊急踩剎車，做緊急應變及防止意外發生。

**關鍵字：**平交道，紅外線偵測，智慧型監控系統

## An Intelligent System for Monitoring Level Crossing

Chia-Chun Tsai<sup>[1]\*</sup>, Yu-Yi Chen<sup>[2]</sup> and Jian-Yu Su<sup>[2]</sup>

**Abstract:** The intersection of railway and highway is a critical level crossing that is an easier place to cause any accident. Eventhough, it will be a big disaster once the accident was occurred. In this paper, we design an intelligent monitor system of railway level crossing to monitor any cases occurred on the crossing area to prevent any possible accidents. The system install the various infrared detectors to detect whether a train to go through or leave the level crossing and detect whether any object in the crossing. With the help of microcontroller hardware and software, the system can show all the detected cases with the alarm and warning indicator. Experimental results show that a train is closing to the level crossing in 900 meters, the alarm bell and warning light should be turned on until the train leaves 300 meters away from the crossing. During the period, if any object stucked in the level crossing, the system immediately start the emergency case to turn on the highlight alarm bell and light to tell the driver to stop the train to avoid any accident. If the stuck situation has been ruled out and the train leaves the level crossing, the system continues to intelligently monitor it.

**Keywords:** Level crossing, Infrared detection, Intelligent monitoring system.

---

<sup>[1]</sup> 南華大學資工系教授 (\*通訊作者 E-mail: [chun@mail.nhu.edu.tw](mailto:chun@mail.nhu.edu.tw))

Professor, Department of Computer Science and Information Engineering, Nanhua University, Chiayi County 622, Taiwan

<sup>[2]</sup> 南華大學資工系系友

Alumni, Department of Computer Science and Information Engineering, Nanhua University, Chiayi County 622, Taiwan

## 一、緒論

鐵路系統一直是台灣陸路上重要的運輸系統之一，分布廣泛於整個台灣，平交道的數量也不容小覷，每天電車南北向的行駛，平均一天有 46 萬次的乘客，一旦發生事故，不但會造成生命的損失、列車損壞、列車延遲及列車停駛等，都會為國家、人民、交通帶來重大的損害[1]；如民國 86 年 04 月 03 日烏日學田路平交道意外重大事故[2]，一列由高雄發車自強號 1012 次，撞上一輛卡在平交道上動彈不得的砂石車，造成了卡車司機和列車隨車機務員兩人死亡，21 人受傷，損失 1794 萬元。

根據交通部鐵路管理局對平交道事故統計，從民國 83 年至民國 100 年平均約有 67 起平交道重大事故[3]，其中 8 起事故為汽機車熄火或卡在平交道上，38 起事故為搶越或闖越平交道所發生的事故。

觀察一般平交道，除非是人多的地方或大路交叉口有人員配置與 24 小時管控，其餘一般人口稀少的地方或小路交叉口都無配置人看管。而在沒有人員配置的地方，可能因為視線不佳或者人煙過少，遇有突發狀況或前方臨時有事故發生時，往往沒辦法及時告知電車司機前有狀況發生，而來不及應變與剎車，防止事故發生。如能讓平交道有智慧型察覺平交道上狀況不安全時，能以最快速度告知電車司機，才得以有足夠的時間做到驅除或減速；本文就是想研發一個智慧型平交道監控系統能做到能補足這狀況，讓不管是視線不好或者有無人員監控的地方，也能做到回報電車前方路況的作用。

本系統透過紅外線訊號偵測電車即將通過平交道並啟動平交道上的障礙偵測電路，偵測平交道並確認是否有任何物體阻礙火車所通過的平交道上，如果偵測得知範圍內有障礙物阻擋，則立即傳回訊號給中央監控啟動警報而通知電車，讓電車能夠有充足時間開始減速煞車以降低車禍與災害的發生，並且即時通知鄰近車站趕來排除障礙物與維護平交道避免造成的重大傷害及損失，若前方路況安全，如偵測無障礙物，電車順利通過平交道直到後段紅外線偵測確認電車已離開，並關閉障礙偵測與警報燈鈴。本系統具有下列特點：

1. 偵測列車是否通過平交道和已離開平交道。
2. 一般警告燈與警笛用來警告周圍民眾列車即將通過平交道。
3. 掃描平交道上是否有障礙物或是會造成傷害的停留物。
4. 緊急警示閃燈與警笛用來警示列車長平交道上是否有異狀而因應，如小客車卡在平交道上、行人徘徊在平交道上等。

本文接下來的內容，第二節介紹系統架構與系統流程，第三節詳細敘述系統架構所包含之硬體電路設計，第四節說明如何規劃軟體流程與設計以搭配硬體電路，第五節呈現系統實作與實驗結果，最後一節為結論與未來展望。

## 二、系統架構

如圖 1 所示為本文所提出的智慧型平交道監控系統之系統架構圖，本系統由八個方塊圖所組成，每個方塊圖的功能概略敘述如下：

1. 紅外線電車到來偵測：利用紅外線發射器(LIR053)與接收器(LIR043)，當紅外線接收器被遮攔時則傳遞訊號給邏輯控制，判斷電車即將經過平交道，並立即啟動障礙偵測電路、平交道警示燈電路與平交道警示鈴電路。
2. 中央監控邏輯電路：透過組合語言軟體程式做偵測與訊號控制，透過紅

外線電車到來偵測電路與平交道障礙偵測電路所得來訊號，以判斷狀況而做出相對應的電路啟動、關閉及繼續找持偵測動作。

3. 平交道警示燈電路：當電車被偵測到的時候啟動此電路，並用 LED 閃爍的方式來告知附近民眾，電車即將通過平交道。
4. 平交道警示鈴電路：利用蜂鳴器發出警告聲，當電車即將通過平交道時啟動此電路，並響起其鈴聲告知附近民眾，電車即將通過平交道。
5. 平交道障礙偵測電路：在平交道上布滿紅外線偵測，當有阻礙物阻擋到紅外線接收路徑時傳回訊號給邏輯控制去判斷應對的電路控制。為了避免判斷錯誤，並不是有遮斷就馬上傳回數據，而是在遮斷 1-2 秒後重新判斷與確認平交道狀況，如果平交道最外兩邊紅外線同時被遮斷則判定目前平交道是電車正在行駛通過。
6. 平交道障礙物警告燈：架設於平交道後方 900 米，當障礙偵測判斷有障礙物體阻擋在平交道上，立即啟動警報燈，以紅燈快速閃爍的方式告知電車長平交道上有阻礙物，提醒開始減速煞車，避免造成事故的發生。
7. 平交道障礙物警告鈴：架設於平交道後方 900 米，當障礙偵測判斷有障礙物體阻擋在平交道上立即啟動警報鈴，利用警鈴聲音的方式告知電車長平交道上有阻礙物，提醒開始減速煞車，避免造成事故的發生。
8. 紅外線電車離開偵測：架設於平交道後方 300 米，利用紅外線發射與接收器電路，當紅外線接收器沒有接收到紅外線則傳遞訊號給控制邏輯，得知電車已離開平交道，立即將平交道警報電路關閉，並重回紅外線電車到來偵測。

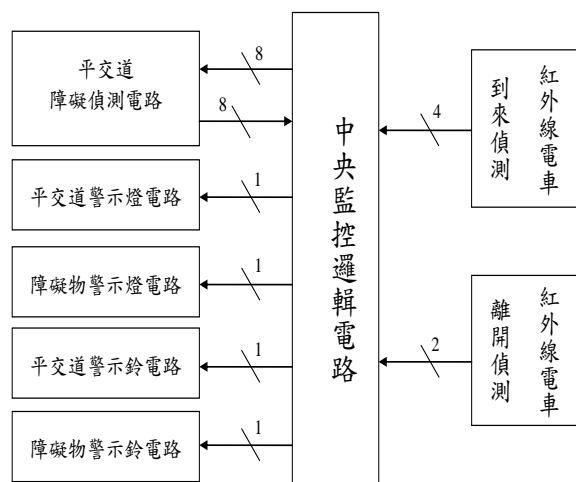


圖 1 系統架構圖

如圖 2 所示為本文所提出的智慧型平交道監控系統之系統流程圖，為讓紅外線電車到來偵測電路是否偵測到有電車到來時，傳送訊息給中央監控邏輯電路以通知是否啟動平交道上平交道警示鈴與警示燈。若沒偵測到則繼續保持偵測狀態；若偵測到有電車到來時，則通知中央監控邏輯電路以啟動一般平交道警示燈(警示燈 1)、平交道警示鈴(警示鈴 1)及平交道紅外線障礙偵測等運作，紅外線障礙偵測開始檢查與偵測平交道上是否有障礙物。若偵測到有任何物體存在於平交道時，則經由中央監控邏輯電路以啟動鐵軌上的障礙物警示燈(警示燈 2)，通知電車於前方平交道有物體存在，提醒減速慢行或緊急剎車之行動，且在平交道響起障礙物警示鈴(警示鈴 2)，警示平交道附近民眾勿靠近；如果未偵測到有任何物體存在於平交道或偵測到障礙物體已移除時，障礙物警示燈(警

示燈 2)與障礙物警示鈴(警示鈴 2)則關閉，繼續偵測電車是否正在通過平交道，在電車通過期間則先關閉紅外線障礙偵測的動作，以避免誤將電車判斷成障礙物。當紅外線電車離開偵測電路偵測到電車通過後時，則關閉一般平交道警示燈(警示燈 1)與平交道警示鈴(警示鈴 1)，並重新回到紅外線電車到來偵測之系統開始流程。

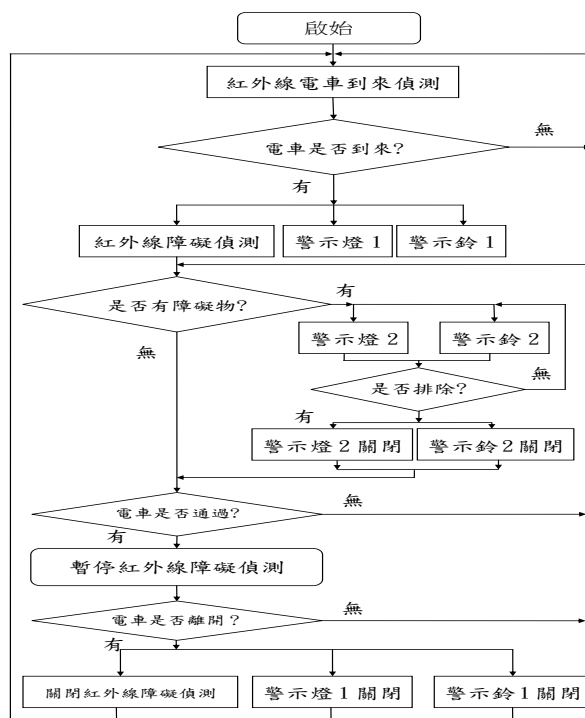


圖 2 系統流程圖

如圖 3 所示為智慧型平交道監控系統之平面配置圖，兩組紅外線偵測電路可偵測電車由南至北或北至南之方向到來或離開，八組紅外線偵測電路交叉配置可偵測平交道上是否到障礙物。這些偵測資訊可經由中央監控邏輯電路以達到智慧型監控目標。

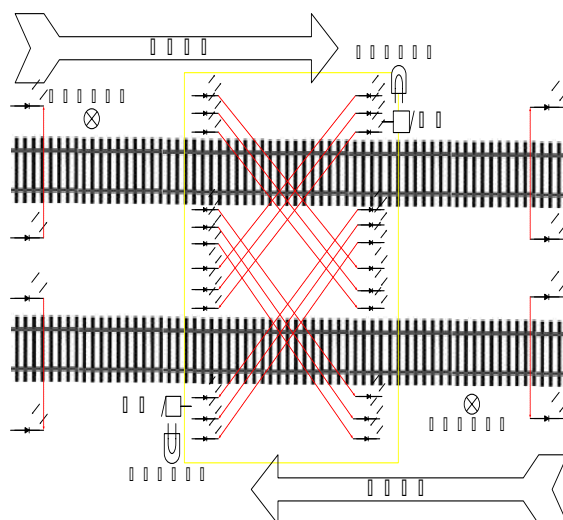


圖 3 系統平面配置圖

### 三、硬體電路設計

如第二節所述之系統架構圖由八個硬體電路方塊圖組成，在此將分別介紹這些實體電路如下。

## A. 中央監控邏輯電路

依本系統架構之需求，主要邏輯控制為紅外線偵測與訊息接收及警示訊號與警鈴之控制，可藉由 MSC-51 單晶片控制邏輯電路[4]來擔任，MSC-51 具有 4KB 內部程式記憶體、128B 內部資料記憶體、及四組可位元定址 I/O port(每組 port 有 8 個 I/Os)，工作頻率達 12MHz，可結合軟硬控制透過組合語言程式設計來監控與判斷訊號的發送與接收即可達到需求。如圖 4 所示為 MSC-51 單晶片與紅外線偵測與警示訊號所組成之中央監控邏輯控制電路，Port1 作為紅外線偵測電車到來或離開之輸入信息，Port2 作為紅外線偵測平交道上是否有障礙物體之輸入信息，Port3 作為經紅外線偵測電車到來或離開及紅外線偵測平交道上障礙物體之輸出警示鈴與警示燈。

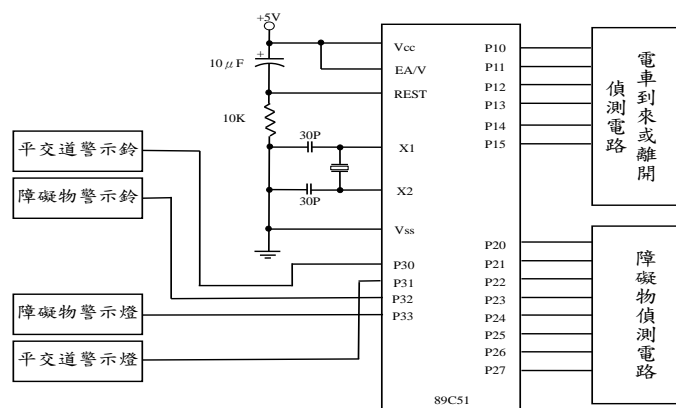


圖 4 中央監控邏輯電路

## B. 紅外線電車到來或離開偵測電路

如圖 5 所示為紅外線偵測電車到來與離開等兩組獨立相同電路，偵測功能主要由兩組紅外線發射與接收二極體所組成。當電車由北向南或由南向北行駛，依照兩組紅外線發射與接收二極體偵測次序來判斷電車是由北向南或由南向北行駛，同時可判斷電車為到站或離站。紅外線光發射端為經由電晶體驅動，一組紅外線光接收端為接至 MSC-51 之 Port1.0 與 Port1.1 或 Port1.2 與 Port1.3 (視電車是由北向南或由南向北)，及另一組紅外線光接收端為接至 Port1.4 或 Port1.5 (視電車是由北向南或由南向北)，當作輸入端接腳以接收訊息，利用兩組紅外線發射與接收判斷電車到來是為了增加準確度，多設定一個更遠的接收端 (約一節車廂內的距離) 來確定訊號不是單純的被其他物體遮擋住，如：被鳥類或突然被檢查人員遮住。平時這輸入接腳均為低電位 (邏輯準位為 Lo 或 0)，當有任何一組紅外線發射與接收二極體偵測到電車將到來或正離開時，則有任何一隻輸入接腳為高電位 (邏輯準位為 Hi 或 1)，可立即啟動一般或障礙物警示燈與警示鈴，達到及時警示的功能，直到電車完全離開平交道而給予輸出信號為 1 而關閉此電路。

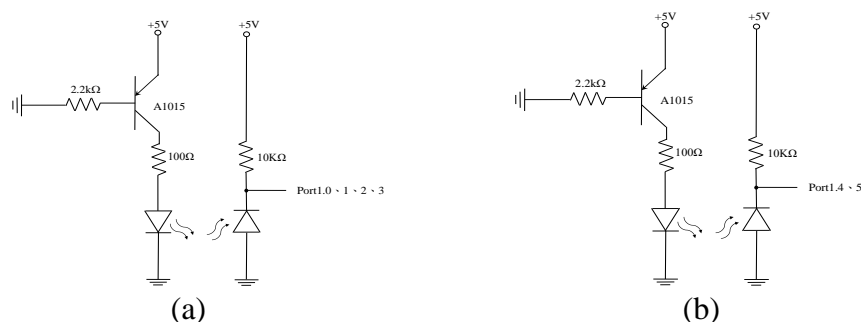


圖 5 紅外線電車(a)到來與(b)離開偵測電路

### C. 平交道障礙偵測電路

如圖 6 所示為平交道障礙偵測電路，主要由八組紅外線發射與接收二極體所組成，圖中的右方電路為八組經由電晶體驅動之紅外線光發射，圖中的左方電路為紅外線光接收，八組接收端連接至單晶片 MSC-51 之 Port2.0 至 Port2.7 當作輸入端接腳以接收訊息，作為判斷是否有障礙物在平交道上。平時這八隻輸入接腳均為低電位(邏輯準位為 Lo 或 0)，當有任何一組紅外線發射與接收二極體偵測到障礙物時，這八隻輸入接腳有任何一隻輸入接腳為高電位(邏輯準位為 Hi 或 1)，則可判斷有障礙物在平交道上，可立即啟動障礙物警示燈與障礙物警示鈴，達到及時警示的功能。

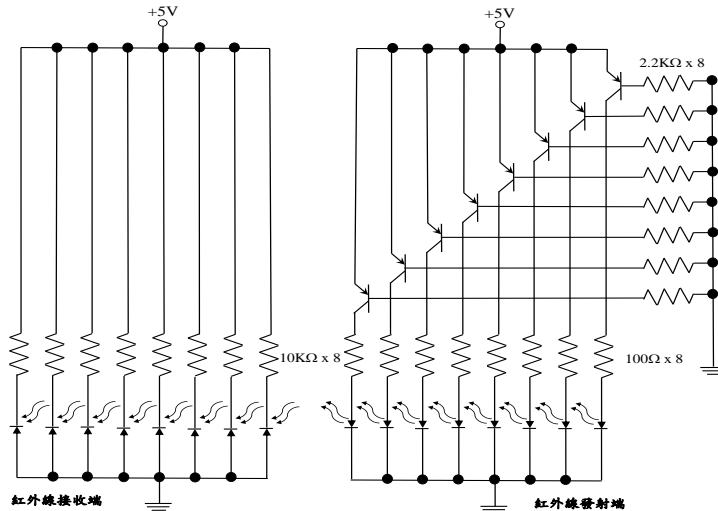


圖 6 平交道障礙物偵測電路

### D. 平交道警示鈴或障礙物警示鈴電路

如圖 7 所示為平交道警示鈴或障礙物警示鈴等兩組獨立相同電路，警示鈴主要是以蜂鳴器為主。平時未偵測到任何信號時，單晶片 MSC-51 之 Port3.0 與 Port3.2 輸出信號均為 1，兩組警示鈴蜂鳴器均為關閉而不產生聲響。當一組紅外線偵測到電車準備進站來時，透過單晶片 MSC-51 收到此訊號，並給予 Port3.0 輸出信號為 0，經由電晶體 A1015 放大器驅動，使平交道警示鈴蜂鳴器產生很大的聲響，直到火車離開平交道再給予 Port3.0 輸出信號為 1 而關閉此電路；當另一組紅外線偵測到平交道有任何障礙物體時，透過單晶片 MSC-51 收到此訊號，並給予 Port3.2 輸出信號為 0，經由電晶體 A1015 放大器驅動，使障礙物警示鈴蜂鳴器產生很大的聲響，警示鈴通知車長前面平交道上有任何障礙物阻礙電車通過，應立即進行減速制車的動作，直到障礙物排除再給予 Port3.2 輸出信號為 1 而關閉此電路。

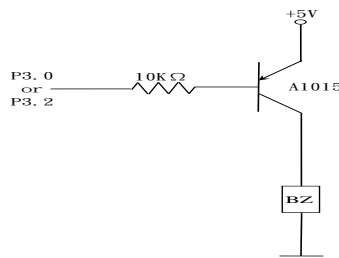


圖 7 平交道警示鈴或障礙物警示鈴之電路

### E. 平交道警示燈或障礙物警示燈電路

如圖 8 所視為平交道警示燈或障礙物警示燈等兩組獨立相同電路，警示燈

主要是以兩顆高亮度 LED 產生交互閃爍為主，電路組成由兩顆電晶體 C1815 與兩組 RC 充放電路形成不穩態多諧振盪電路(Astable multivibrator)，R 選擇  $100\text{K}\Omega$  或  $10\text{K}\Omega$ ，則分別為產生 LED 低速度或高速度交互閃爍。平時未偵測到任何信號時，單晶片 MSC-51 之 Port3.1 與 Port3.3 輸出信號均為 1，兩組不穩態多諧振盪電路警示燈 LED 均為關閉而不產生閃光。當一組紅外線偵測到電車準備進站來時，透過單晶片 MSC-51 收到此訊號，並給予 Port3.1 輸出信號為 0，使不穩態多諧振盪電路警示燈 LED 產生低速度交互閃爍，以警告周圍民眾電車即將經過平交道，直到火車離開平交道再給予 Port3.1 輸出信號為 1 而關閉此電路；當另一組紅外線偵測到平交道有任何障礙物體時，透過單晶片 MSC-51 收到此訊號，並給予 Port3.3 輸出信號為 0，使不穩態多諧振盪電路警示燈 LED 產生高速度交互閃爍，警示燈通知車長前面平交道上有任何障礙物阻礙電車通過，應立即進行減速制車的動作，直到障礙物排除給予 Port3.3 輸出信號為 1 而關閉此電路。

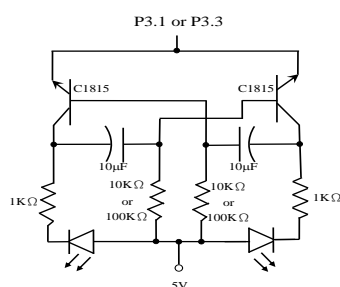
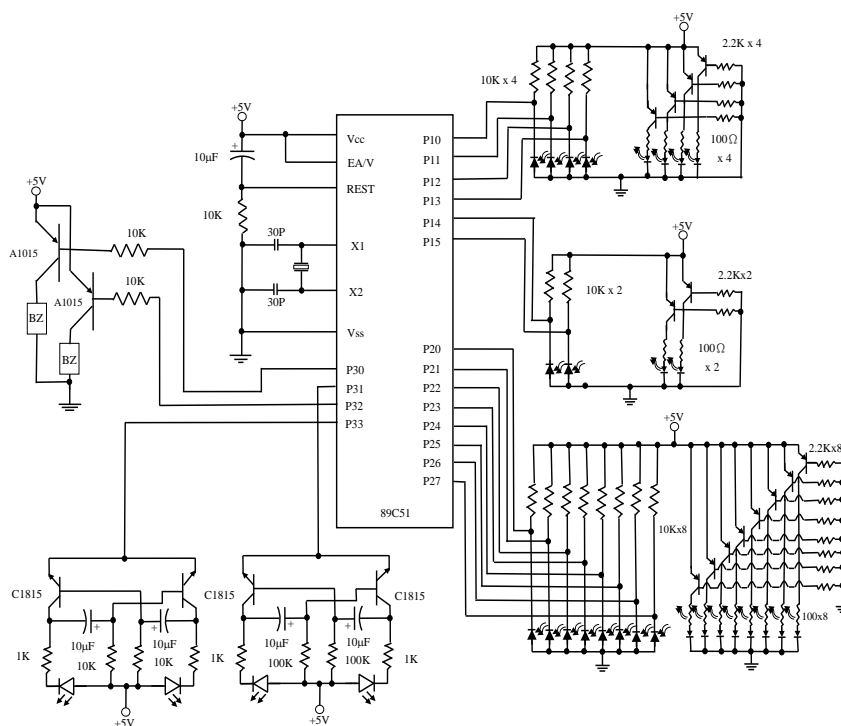


圖 8 平交道警示燈或障礙物警告警示燈電路

## F. 完整電路

本系統架構圖經由八個電路方塊圖組成，主要電路由 MCS-51 單晶片透過組合語言程式接收與發送訊號，來判斷平交道狀況並且啟動與關閉電路及偵測平交道上的狀況。綜合以上各硬體電路設計，如圖 9 所示為 MSC-51 單晶片與紅外線偵測與警示訊號所組成之完整邏輯控制電路。



#### 四、軟體規劃設計

依圖 2 系統流程圖而規劃與設計其組合語言程式碼架構如圖 10 所示。首先程式碼進行初始化，設定 Port3.0~Port3.3 輸出信號初始值之警示燈與警示鈴為關閉不動作。主程式的第一個動作是反覆不停掃描 8051 之 Port1.0~Port1.3(視火車方向而定)，當掃描判斷成功時，由 Controlone.1 或 Controlone.2 之信號值為 1 來判斷火車是由北向南或由南向北。當偵測成功之後，即判斷為火車即將經過平交道，於是進入 Detection 副程式，此副程式的功能為不停地掃描 Port2.0~Port2.7 判斷是否有障礙物在平交道上而阻擋紅外線接收，當掃描接收到任一訊號為 1 時，則不斷地清除 Port3.0 與 Port3.1 輸出信號為 0 啟動，維持啟動平交道警示鈴與平交道警示燈；如果有物體阻礙 Port2.0~Port2.7 上掃描接收訊號為 0 時，則跳至 Detection2 副程式，Detection2 副程式功能主要是繼續掃描 Port2.0~Port2.7 是否排除障礙物，並且不斷清除 Port3.2 與 Port3.3 使障礙物警示鈴與警示燈維持啟動，直到障礙物排除則會跳至 Remove 副程式，將 Port3.2 與 Port3.3 輸出信號為 1 來關閉障礙物警示鈴與警示燈，並且跳回 Detection 副程式繼續掃描 Port2.0~Port2.7，直到 Port1.4~Port1.5(視火車方向而定)掃描到訊號 0 時，則跳回第一主程式繼續起始掃描 Port1.0~Port1.3(視火車方向而定)的迴圈。

Controlone EQU 20H; LED0 REG P3.0;平交道警示燈 MD0 REG P3.1;平交道警示鈴 LED1 REG P3.2;障礙物警示燈 MD1 REG P3.3;障礙物警示鈴 ORG 00H START: Mov Controlone,#00H CLR Controlone.1 CLR Controlone.2 SETB LED0 SETB MD0 RLSN: SETB P1.0 JNB P1.0,RLSS CALL DELAY1S;北向南火車偵測 SETB P1.0 JNB P1.0,RLSN SETB Controlone.1 JMP NTOS RLSS: SETB P1.2 JNB P1.2,START CALL DELAY1S;南向北火車偵測 SETB P1.2 JNB P1.2,RLSS SETB Controlone.2 JMP STON NTOS: SETB P1.1;北向南火車二次偵測 JNB P1.1,START CALL DELAY2S SETB P1.1 JNB P1.1,NTOS JNB Controlone.1,START CALL Detection STON: SETB P1.3;南向北火車二次偵測 JNB P1.3,START CALL DELAY2S SETB P1.3 JNB P1.3,STON JNB Controlone.2,START CALL Detection	Detection: CLR LED0;啟動障礙偵測掃描每 組紅外線，同時啟動警示燈與警示鈴 CLR MD0 D1: SETB P2.0 JNB P2.0,D2 CALL DELAY2S SETB P2.0 JNB P2.0,D1 JMP Detection2 D2: SETB P2.1 JNB P2.1,D3 CALL DELAY2S SETB P2.1 JNB P2.1,D2 JMP Detection2 D3: SETB P2.2 JNB P2.2,D4 CALL DELAY2S SETB P2.2 JNB P2.2,D3 JMP Detection2 D4: SETB P2.3 JNB P2.3,D5 CALL DELAY2S SETB P2.3 JNB P2.3,D4 JMP Detection2 D5: SETB P2.4 JNB P2.4,D6 CALL DELAY2S SETB P2.4 JNB P2.4,D5 JMP Detection2 D6: SETB P2.5 JNB P2.5,D7 CALL DELAY2S SETB P2.5 JNB P2.5,D6 JMP Detection2 D7: SETB P2.6 JNB P2.6,D8 CALL DELAY2S SETB P2.6 JNB P2.6,D7 JMP Detection2 D8: SETB P2.7 JNB P2.7,NL CALL DELAY2S SETB P2.7 JNB P2.7,D8 JMP Detection2 NL: SETB P1.4 JNB P1.4,SL CALL DELAY2S SETB P1.4 JNB P1.4,NL JMP START SL: SETB P1.5 JNB P1.5,Detection CALL DELAY2S SETB P1.5 JNB P1.5,SL JMP START	Detection2: CLR LED1;偵測到障礙物，繼續 掃描障礙物是否還在，啟動緊急警示燈與鈴 CLR MD1 D21: SETB P2.0 JNB P2.0,D22 CALL DELAY2S SETB P2.0 JNB P2.0,D21 JMP Detection2 D22: SETB P2.1 JNB P2.1,D23 CALL DELAY2S SETB P2.1 JNB P2.1,D22 JMP Detection2 D23: SETB P2.2 JNB P2.2,D24 CALL DELAY2S SETB P2.2 JNB P2.2,D23 JMP Detection2 D24: SETB P2.3 JNB P2.3,D25 CALL DELAY2S SETB P2.3 JNB P2.3,D24 JMP Detection2 D25: SETB P2.4 JNB P2.4,D26 CALL DELAY2S SETB P2.4 JNB P2.4,D25 JMP Detection2 D26: SETB P2.5 JNB P2.5,D27 CALL DELAY2S SETB P2.5 JNB P2.5,D26 JMP Detection2 D27: SETB P2.6 JNB P2.6,D28 CALL DELAY2S SETB P2.6 JNB P2.6,D27 JMP Detection2 D28: SETB P2.7 JNB P2.7,Remove CALL DELAY2S SETB P2.7 JNB P2.7,D28 JMP Detection2 Remove: SETB LED1;當排除時障礙物時 SETB MD1 JMP Detection
---	---	---

圖 10 軟體規劃與設計之組合語言程式碼架構

#### 五、系統實作與實驗結果

如圖 11 所示為直接於麵包板上接線與裝配之系統實作電路，中間為中央監控單晶片 MSC-51 電路及兩組驅動警示燈與警示鈴，左方為八組紅外線偵測障礙物之發射與接收電路，右方為各三組紅外線偵電車到來或離開之發射與接收電路。偵測電路是利用紅外線接收器(LIR043)訊號的高低電壓做為判斷，當低電位時表示沒有障礙物擋住紅外線接收器，反之當訊號為高電位時則表示有障礙物擋住紅外線，當紅外線被擋住約 0.5 秒立即啟動警示燈(LED 閃爍燈)和警示鈴(蜂鳴器 MD)，LED 閃爍燈利用電容(10 $\mu$ F)交叉連接電晶體(C1815)做震盪進行閃爍；蜂鳴器 MD 是利用電晶體(A1015)作為放大當接地端低電位時而啟動響聲。



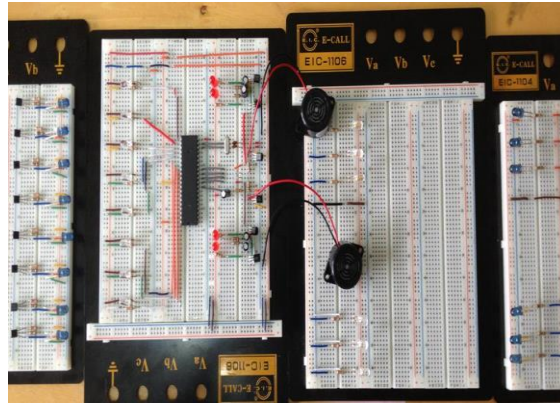


圖 11 系統實作各組件的布置

實測功能為如圖 12 所示，當火車由南向北或由北向南時，當前段紅外線偵測約 1 秒後，確認電車將要通過平交道，回報控制單晶片即時開啟平交道警示燈 LED 低速度閃爍、平交道警示鈴蜂鳴器 MD 響聲及啟動平交道紅外線障礙偵測，立即進行偵測。如偵測無障礙物，電車順利通過平交道，直到後段紅外線偵測確認電車通過，並關閉平交道警示燈、警示鈴與障礙物偵測，重新偵測電車來向。

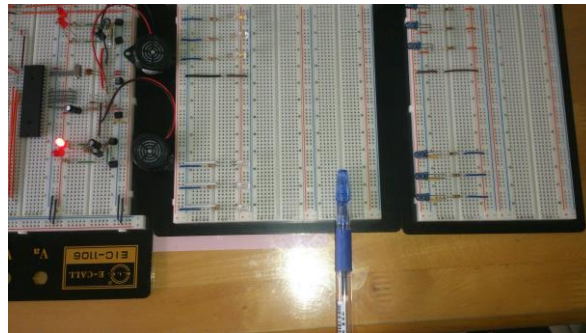


圖 12 火車遮斷南向北或北向南的紅外線接收器而啟動平交道 LED 警示燈與 MD 警示鈴

如圖 13 所示如偵測有障礙物，立即啟動緊急警示燈 LED 高速度閃爍與警示鈴蜂鳴器 MD 響聲，通知列車長平交道上有障礙物，立即提醒減速剎車動作。



圖 13 偵測有障礙物而啟動平交道緊急 LED 警示燈與 MD 警示鈴

如表 1 為實驗結果，預估紅外線偵測電車與平交道距離 900 公尺(此距離可隨電車平均速度增加而增加)，則至少需要 700 公尺的煞車距離才能安全煞車，判斷電車到來的反應時間為 1 秒，且立即確認並啟動平交道警示鈴、平交道警示燈、及立即啟動障礙物偵測，當障礙物偵測確認物體存在後將障礙物警示鈴與警示燈立即啟動，若障礙物已排除則將障礙物警示燈與警示鈴關閉，再確認

電車完全離開平交道 300 公尺後，重新開始偵測電車到來。

表 1 實驗結果

紅外線偵測 電車到來或離開	平交道 警示燈	平交道 警示鈴	紅外線偵測 平交道障礙物	障礙物 警示燈	障礙物 警示鈴
偵測電車到來 (與平交道距離 900M)	立即啟動	立即啟動	立即啟動	關閉	關閉
電車至平交道間隔 (剎車有效距離 700M)	啟動中	啟動中	啟動中	關閉	關閉
當偵測到障礙物	啟動中	啟動中	持續偵測	立即啟動	立即啟動
偵測障礙物移除	啟動中	啟動中	持續偵測	關閉	關閉
偵測電車離開 (距離平交道 300M)	關閉	關閉	關閉	關閉	關閉

## 六、結論與展望

本文實作一個智慧型平交道監控系統，作為拋磚引玉的警示，期能鐵路局重視智慧型平交道監控系統的投資與設置，預防平交道重大事故的發生，多一層確保民眾生命財產的保障。本系統以 MSC-51 單晶片搭配軟體程式設計，將紅外線發射接收器偵測到物體後，控制 LED 閃爍燈及蜂鳴器的啟動與關閉，未來希望能解決因應起霧、下雨或烈陽的日子，避免天氣因素干擾改用熱感紅外線偵測，改變警示鈴聲音凸顯平交道與障礙物警告的不同，以及隨著網路發達和手機發展，也可以增加無線影像傳輸即時現場狀況給列車長及車站。

## 參考文獻

- 〔1〕 唐鵬州，2006 年 7 月，「平交道模擬模式構建與肇事風險分析」。
- 〔2〕 交通部台灣鐵路管理局，1997 年 04 月 3 日，「平交道事故統計」。
- 〔3〕 曹明正、呂素麗、洪榮志，2012 年 07 月 25 日，「綜合報導」，中國時報。
- 〔4〕 楊明豐，2010 年，「8051 單晶片設計實務：組合語言」，基峰出版社。