

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

091008

『捷』足先登

學校名稱：臺北市立內湖高級工業職業學校

| | |
|---|------------------|
| 作者： 職二 康育庭 職二 黃瀨賢 職二 莊翰霖 職二 盧冠羽 | 指導老師： 楊明豐 |
|---|------------------|

關鍵詞：反射型紅外線感測器、除彈跳、

無線收發模組

摘要

我們以“捷運便利系統”來當作“『捷』足先登”的主要核心，完成以下三種創新及兩種改進措施：第一是車廂人數計算系統，當捷運上乘客眾多時，利用人數計算系統，統計每車廂人數，並且顯示在車廂以及候車站的顯示器上，使捷運車廂能充分利用並且快速疏通人潮。第二是列車所在位置顯示，當無法聽到列車上的廣播時，利用列車所在位置顯示，能夠清楚的知道列車的所在位置，以及進站剩餘時間。第三是候車線安全警示，當乘客超越了等候線時，會發出警告的閃光及鈴聲(或語音)，提醒乘客小心月台與鐵軌間間隙。本系統主要功能如下：

- 一、車廂人數統計
- 二、列車所在位置及離進站的剩餘時間顯示
- 三、候車線安全警示系統
- 四、空氣品質檢測與自動抽風
- 五、溫度感測與室內溫度調節

壹、 研究動機

本專題的研究動機，是基於我們常搭捷運的感想，首先是因捷運的便利、迅速、省時，常造成捷運的人潮，爲了不想人擠人，想要選擇較少人的車廂，但是候車站或捷運列車上，並沒有顯示每一車廂的人數多寡，於是只好任意選擇一個車廂。第二，有些聽不到廣播的旅客或是老人家，不知道本列車目前所在位置，有時可能會錯過搭乘時機。另外，偶有因越線而導致意外的事件發生如表 2 所示。表 1 所示爲本作品各部份電路所參考的教學單元。

| 序 | 電路名稱 | 相關教學科目(教學單元) |
|---|---------|--------------------------------------|
| 1 | 555 定時器 | 基本電學電子學、電子學實習 |
| 2 | 除彈跳電路 | 數位邏輯、數位邏輯實習 |
| 3 | 除頻電路 | 數位邏輯、數位邏輯實習、VHDL 數位電路實習 |
| 4 | 紅外線感測電路 | 電子學、電子學實習、感測器應用電路 |
| 5 | 人數計數電路 | 電子學、電子學實習、數位邏輯、數位邏輯實習 VHDL 數位電路實習 |
| 6 | 顯示電路 | 數位邏輯、數位邏輯實習 |
| 7 | 無線收發電路 | 數位邏輯、數位邏輯實習、電子學、電子學實習 |
| 8 | 語音 IC | 電子學、電子學實習、數位邏輯、數位邏輯實習 |

表1 電路與教材相關性

| 發生時間 | 地點 | 事由 | 傷亡狀況 |
|------------|-------------------------|------------------------------|------|
| 1998/07/01 | 淡水線中山站 | 一名旅客(女性,約40 歲左右)橫躺仰臥軌道遭電聯車撞擊 | 死亡 |
| 1998/08/24 | 台北車站往淡水線中山站隧道內袋型軌與正線交叉處 | 一名男子非法侵入遭電聯車撞擊並碰觸集電靴 | 死亡 |
| 1999/05/14 | 淡水線關渡站上行出隧道口附近 | 一名小孩找媽媽誤闖軌道遭電聯車撞擊 | 死亡 |
| 2000/12/10 | 淡水線士林站 | 一名男性旅客(警官)跳落軌道遭電聯車撞擊 | 死亡 |
| 2001/07/28 | 淡水線士林站 | 一名男性旅客闖入軌道遭列車撞擊 | 死亡 |
| 2002/11/03 | 板南線忠孝復興站 | 一名男性旅客跳落軌道遭列車撞擊 | 死亡 |
| 2003/10/13 | 中和線南勢角站 | 一名男性旅客跳落軌道遭列車撞擊 | 死亡 |

表2 台北捷運歷年人員闖入軌道死傷事件

資料來源 <http://www.vmit.org/conference/conference2003/A2/A2-1.pdf>

貳、 研究目的

- 一. 利用學校上課所學的專業技能，運用在日常生活當中，使我們的生活更方便。
- 二. 使捷運能夠快速的疏通人潮，有效利用每一個車廂的空間。
- 三. 候車站資訊板顯示列車目前所在位置及離進站剩餘時間，方更乘客有效利用時間。
- 四. 設置候車線安全警示裝置，降低捷運站尖峰時間的落軌意外事件發生。
- 五. 改善捷運站空氣品質。
- 六. 節省捷運站空調用電。

參、 研究設備及器材

一、研究設備：

| 序 | 設備名稱 | 規格 | 數量 |
|---|-----------|-----|----|
| 1 | 直流電源供應器 | 數位式 | 2 |
| 2 | 個人電腦 | 數位式 | 4 |
| 3 | 函數波信號產生器 | 數位式 | 2 |
| 4 | CPLD 介面電路 | | 4 |

表3 研究設備

二、研究手工具：

| 序 | 設備名稱 | 規格 | 數量 |
|---|------|-------|----|
| 1 | 電烙鐵 | 30W | 4 |
| 2 | 尖嘴鉗 | 電子用 | 4 |
| 3 | 斜口鉗 | 電子用 | 4 |
| 4 | 剝線鉗 | 電子用 | 4 |
| 5 | 麵包板 | 電子用 | 4 |
| 6 | 三用電表 | 類比、數位 | 4 |

表4 研究手工具

三、研究材料表：

| 序 | 設備名稱 | 規格 | 數量 |
|----|-------|--------|-----|
| 1 | 電阻器 | 47Ω | 2 |
| 2 | 電阻器 | 220Ω | 120 |
| 3 | 電阻器 | 470Ω | 6 |
| 4 | 電阻器 | 10kΩ | 20 |
| 5 | 電阻器 | 12 kΩ | 2 |
| 6 | 電阻器 | 47kΩ | 10 |
| 7 | 電阻器 | 120 kΩ | 2 |
| 8 | 半可變電阻 | 50 kΩ | 2 |
| 9 | 半可變電阻 | 500 kΩ | 1 |
| 10 | 電阻器 | 680 kΩ | 3 |
| 11 | 電阻器 | 1MΩ | 6 |
| 12 | 電容器 | 0.05μF | 2 |
| 13 | 電容器 | 0.1μF | 20 |

表5 研究材料

四、研究材料：

| 序 | 設備名稱 | 規格 | 數量 |
|----|----------|-----------------|----|
| 14 | 電容器 | 1 μ F | 20 |
| 15 | 七段顯示器 | 共陽極 | 12 |
| 16 | 無線收發模組 | 300-450MHZ | 6 |
| 17 | 指撥開關 | 8P | 18 |
| 18 | 排針 | 單排，40PIN | 10 |
| 19 | 排針 | 雙排，40PIN | 10 |
| 20 | 積體電路 | EPM7128SLC84-15 | 4 |
| 21 | 積體電路 | NE555 | 5 |
| 22 | 積體電路 | LM339 | 4 |
| 23 | 積體電路 | μ A741 | 5 |
| 24 | 積體電路 | HT-12D | 6 |
| 25 | 積體電路 | HT-12E | 6 |
| 26 | 積體電路 | 74LS47 | 12 |
| 27 | 積體電路 | 74HC04 | 1 |
| 28 | 積體電路 | 74LS00 | 1 |
| 29 | 發光二極體 | 紅色，5mm | 20 |
| 30 | 發光二極體 | 綠色，5mm | 2 |
| 31 | 發光二極體 | 黃色，5mm | 2 |
| 32 | 發光二極體 | 高亮度，紅色，3mm | 10 |
| 33 | 反型紅外線感測器 | PS6002 | 6 |
| 34 | 語音 IC | ISD2590 | 2 |
| 35 | 氣體感測器 | TGS2600 | 1 |
| 36 | 石英晶體 | 32768Hz | 2 |
| 37 | 電晶體 | CS9013 | 20 |
| 38 | 蜂鳴器 | DC5V | 1 |

表 5 研究材料(續)

肆、研究過程或方法

一、研究過程管制表

| 序 | 研究過程 | 預定完成時間 | 實際完成時間 |
|----|-----------|-------------|-------------|
| 1 | 收集資料，資料統整 | 10/19~2/11 | 10/19~2/11 |
| 2 | 小組討論，制訂主題 | 10/20~10/26 | 10/20~10/26 |
| 3 | 規劃流程 | 01/11~01/17 | 01/11~01/17 |
| 4 | 繪製方塊圖 | 11/26~12/02 | 11/26~12/02 |
| 5 | 電路設計 | 01/19~02/06 | 01/19~02/06 |
| 6 | 開材料單 | 11/16~11/22 | 11/16~11/22 |
| 7 | 製作電路 | 01/19~02/06 | 01/19~02/06 |
| 8 | 測試驗證 | 01/19~02/06 | 01/19~02/06 |
| 9 | 撰寫報告 | 01/26~02/15 | 01/26~02/15 |
| 10 | 修改報告 | 02/15~03/30 | 02/15~03/30 |
| 11 | 成品製作 | 02/06~03/30 | 02/06~03/30 |

表6 研究過程管制表

二、研究內容

本研究主要功能如下：

(一) 各車廂人數計算

乘客依序進、出車廂，進、出車門時，經由紅外線感測電路，計算車廂人數。

1. 各列車廂上顯示本車廂目前人數。
2. 候車站資訊板上顯示本列車所有車廂內目前人數。

(二) 列車所在位置及離進站剩餘時間顯示

1. 利用車站感測系統，感應列車進、出站狀態，並送回中央控制系統運算。
2. 將列車所在位置及離進站剩餘時間顯示於本列車所行經各車站的資訊板上。
3. 因場地限制，目前暫以 DIP SW 模擬列車進、出站。

(三) 越線安全警示

1. 當候車站乘客超越安全警示線時，觸動紅外線感測器，使閃燈及警報器(或語音)動作，提醒乘客注意自身或隨行小孩安全。
2. 當列車進站時，暫時關閉安全警示裝置，避免閃燈及警報器動作。

(四) 空氣品質檢測與自動抽風電路

1. 本電路利用氣體感測器檢測候車站內的空氣品質。
2. 當濃度超過所設定的標準時，自動開啓排煙風扇。

(五) 室內溫度調節電路

1. 本電路利用溫度感測器檢測候車站內的環境溫度。
2. 當溫度超過標準時，自動開啓冷卻風扇。

三、研究限制

1. 因為車門過大，以致於進出人數不一定為 1 人，影響人數計算的正確性。
2. 當列車行至地下時，無法以無線信號傳輸正確人數。
3. 因場地限制，僅能以開關來模擬列車進、出各站狀態。

四、相關知識

(一) 紅外線感測器

1. 不可見光（紅外線）LED

不可見光的紅外線應用非常廣泛，例如家中電器產品之遙控器、電梯監視器及國內高速公路電子收費系統（ETC）等。因為紅外線 LED 用途大多為光感測器的光源，故一般需再搭配受光元件，將光轉為電氣信號來用，其大小與光的強度和照射的面積成正比。

2. 紅外線感測工作原理

(1) 遮斷型紅外線感測：如圖 1 所示，投光部與接收部是分開處在不同位置，正常狀態投光光線直接入射接收部，當被測物進入偵測範圍時，會遮住入射光，使接收部產生脈波信號。

(2) 反射型紅外線感測：如圖 2 所示，投光部與接收部在同一封裝內，正常狀態無光線反射進入接收部，所以無訊號產生，物體進入範圍後，即有訊號產生。

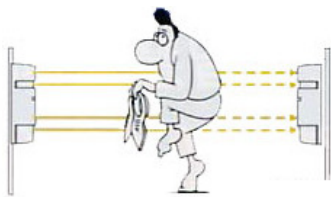


圖1 遮斷型紅外線感測

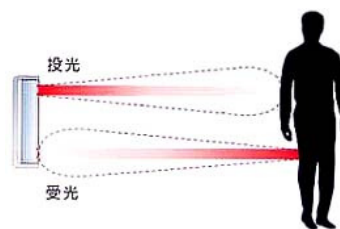


圖2 反射型紅外線感測

(二)彈跳現象

所謂開關彈跳就是機械式開關在轉換位置時所產生的雜訊，也就是在狀態轉換完畢、訊號穩定前接點的跳動所造成的訊號。在這段時間（setting time）裡面開關產生的雜訊類似圖 3 所示。若將這樣的訊號接至邏輯元件上，則會因為邏輯閘的反應速度遠比機械式開關快，而導致異常的結果。



圖3 開關產生的雜訊

(三) TG-11 無線收發模組

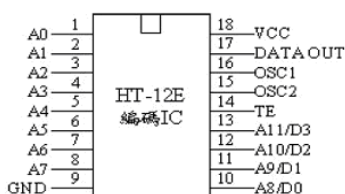
主要特性如下：

1. 具備 UHF 發射器與接收器，可做無線電傳輸控制應用。
2. 搭配編解碼 IC，使信號較不易受外界雜訊干擾。
3. 可搭配 DIP 開關裝置來設定 256 組密碼，避免互相干擾。
4. 頻率範圍為 300MHz 到 434MHz。

(四) HT-12E/HT-12D 編解碼 IC

主要特性如下：

1. 應用 CMOS 技術，具有省電、防雜訊等優點。
2. 工作電壓在 2V~12V。
3. 內含振盪電路，只需外加一只電阻，即可提供工作頻率。
4. HT-12E 編碼 IC 可以有 2 的 12 次方=4096 組密碼設定，並可傳送 4 個位元資料。
5. HT-12D 解碼 IC 具有 4 位元資料輸出，8 位元密碼設定，輸出資料具有栓鎖功能。



(a) HT-12E 編碼 IC



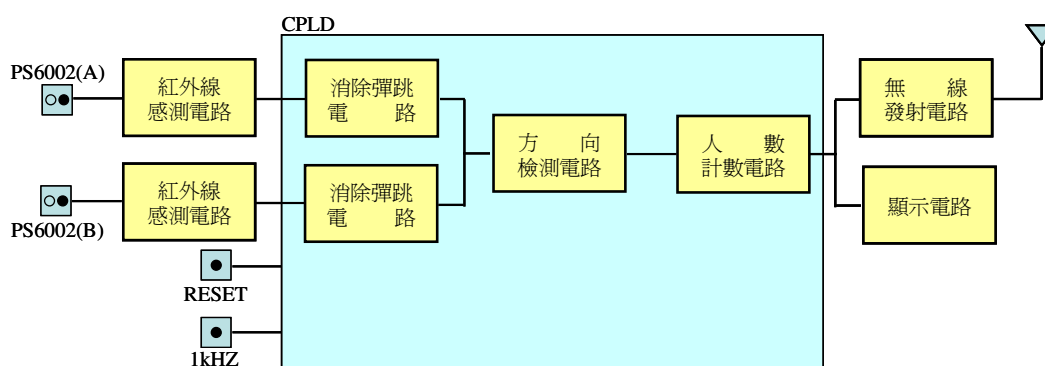
(b) HT-12D 解碼 IC

圖4 編解碼 IC

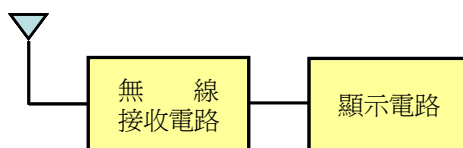
五、電路原理

(一) 人數計數系統方塊圖

如圖 5 所示，當紅外線感測器感測到乘客經過時，會將信號傳送至 CPLD 電路，爲了避免紅外線感測時的連續觸發情況，或是外部光源不穩定的影響，先由除彈跳電路減少錯誤率的發生。再由計數電路計算正確人數並顯示於外車廂上，最後經由無線發射電路發射至候車站的資訊板上顯示。判斷乘客進、出車門的方式，是在車門上方設置兩個反射型紅外線感測器，當乘客進入車廂時，先經過 PS6002(A)紅外線感測器，再經過 PS6002(B)紅外線感測器，計數值加 1，反之當乘客離開車廂時，先經過 PS6002(B)紅外線感測器，再經過 PS6002(A)紅外線感測器，計數值減 1。



(a) 車廂人數計數電路



(b) 候車站人數計數電路

圖5 人數計數系統方塊圖

(二) 列車位置系統方塊圖

如圖 6 所示，在每一站(第 1 站至第 N 站)設置紅外線感測器，感測列車進、出車站狀態，並將列車目前所在位置經由無線、有線或網路，傳送至每一站的資訊板上。因場地限制，以指撥開關來模擬列車目前所在位置。

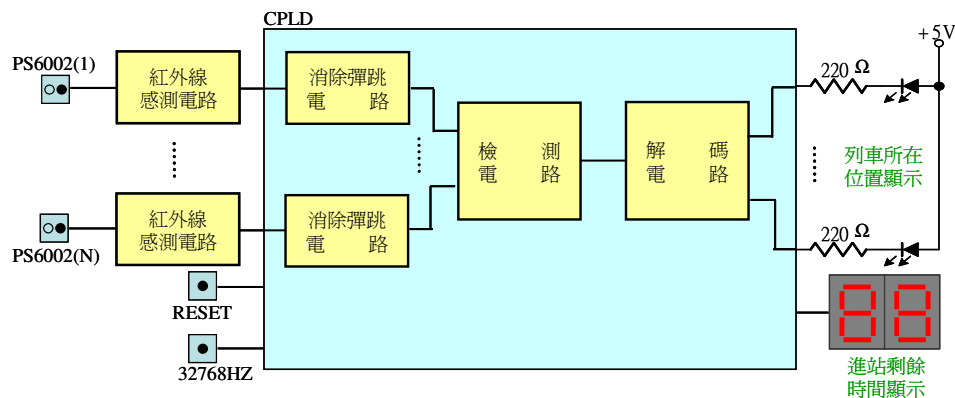
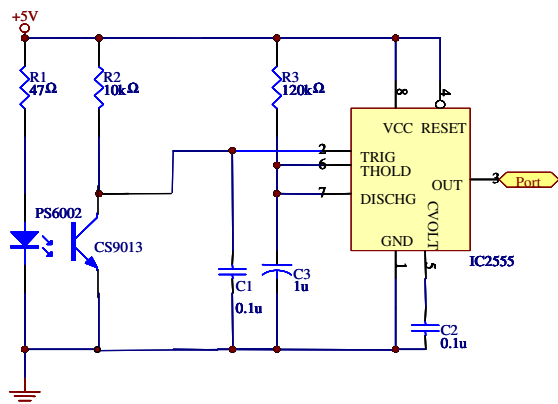


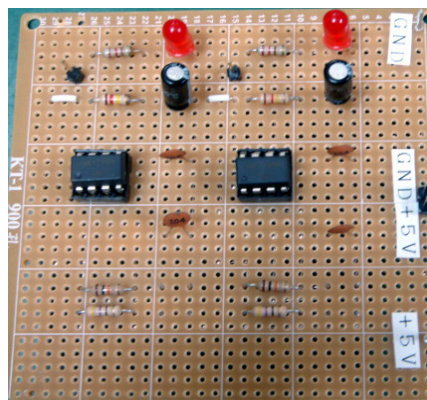
圖6 列車位置系統方塊圖

1. 紅外線感測電路

如圖 7 所示，利用 PS6002 反射型紅外線感測器或其它同型產品，偵測人員或物體的移動，當人員進、出車廂時，紅外線二極體的光源經由人員反射後，進入受光二極體，產生負脈波，加入 555 單穩態振盪器後，555 輸出端產生一正脈波($T=1.1R_3C_3$)。如果要達到較長距離的偵測時，投光元件可以使用交流脈波來驅動，再降低 R_1 值，以增加驅動電流。



(a) 電路圖



(b) 實體圖

圖7 紅外線感測電路

2. 脈波產生器

利用圖 8 所示之脈波產生電路，產生本系統所須之脈波信號。使用頻率為 32768Hz 的石英晶體產生所需的基頻脈波，再利用 CPLD 除頻電路，產生其它頻率的脈波信號。

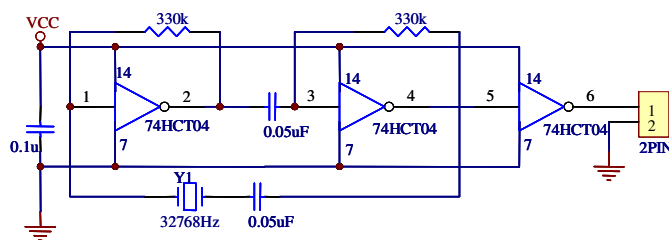


圖8 脈波產生電路

3. 除彈跳電路

如圖 9 所示，利用兩個 D 型正反器產生脈波延遲，在彈跳時間的不穩定狀態，兩個 D 型正反器輸出狀態不同，經由 AND 閘後 $J=0$ ，經由 NOR 閘後 $K=0$ ，對於 JK 正反器而言， $J=0$ 及 $K=0$ 時，輸出 Q 保持不變，如此即可避免輸出任意變化，而達到消除彈跳的目的。

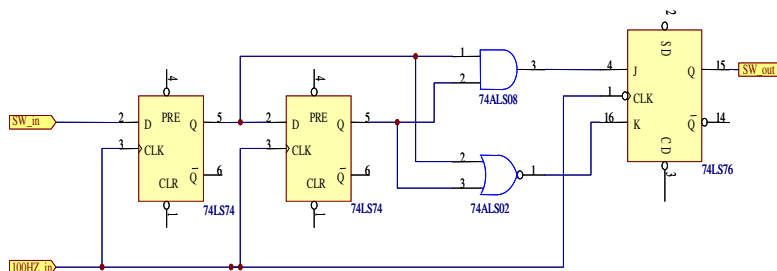


圖9 防彈跳電路

4. 顯示電路

圖 10 為七段顯示電路，利用 7447 BCD 對七段解碼器，將 BCD 值解碼後並推動共陽極七段顯示器顯示。

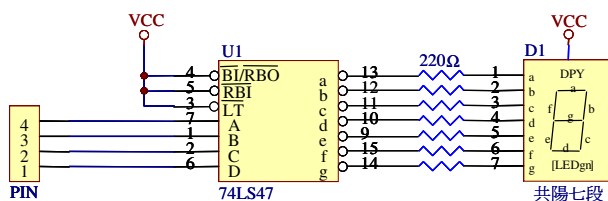


圖10 七段顯示器電路圖

5. 無線發射電路

如圖 11、圖 12 所示，使用 315MHz 頻率的發射模組，Pin1~Pin8 用來設定密碼，當發射模組與接收模組的密碼設定相同時才能進行收、發動作。利用兩組無線發射電路將車廂人數發射至候車站顯示板上顯示。

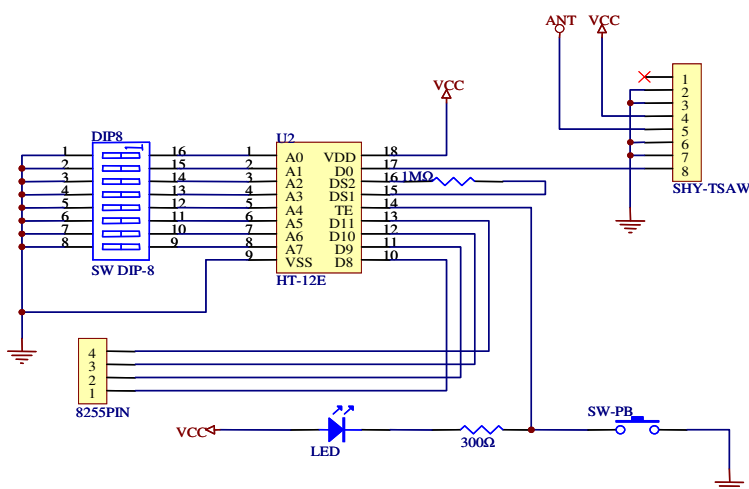


圖11 無線發射電路

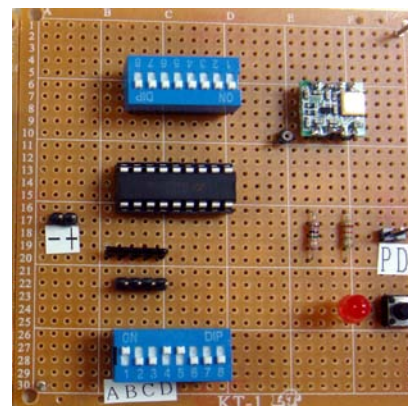


圖12 無線發射電路實體圖

6. 無線接收電路

如圖 13、圖 14 所示，使用 315MHz 頻率的接收模組，Pin1~Pin8 用來設定密碼，當發射模組與接收模組的密碼設定相同時才能進行收、發動作。HT-12D 解碼 IC 的 Pin10~Pin13 是控制訊號輸出腳位。

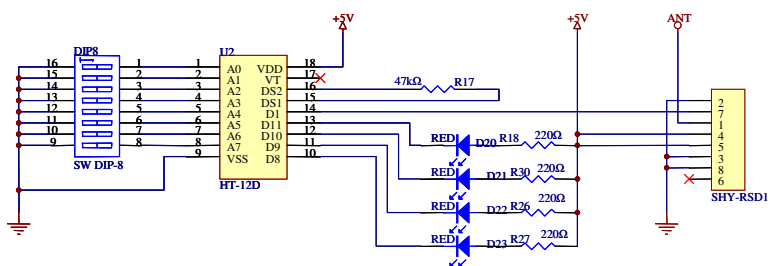


圖 13 無線接收電路

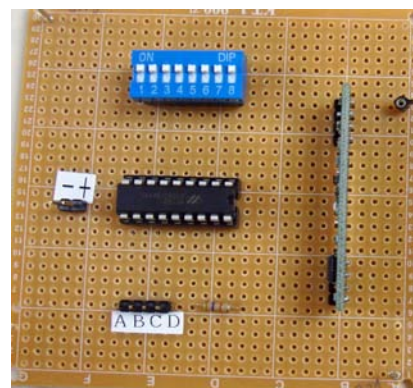


圖 14 無線接收電路實體圖

(三) 候車線安全警示電路

如圖 15 所示，當乘客超過警示線時，遮斷紅外線光，受光二極體因而截止，經由電晶體反相產生負脈波，輸入至 NE555 單穩態振盪器產生一脈波輸出($T=1.1RC$)，此一脈波再經由比較器輸出高電位，驅動電晶體導通，使蜂鳴器動作(或使語音 IC 動作)並且使警示燈閃爍。

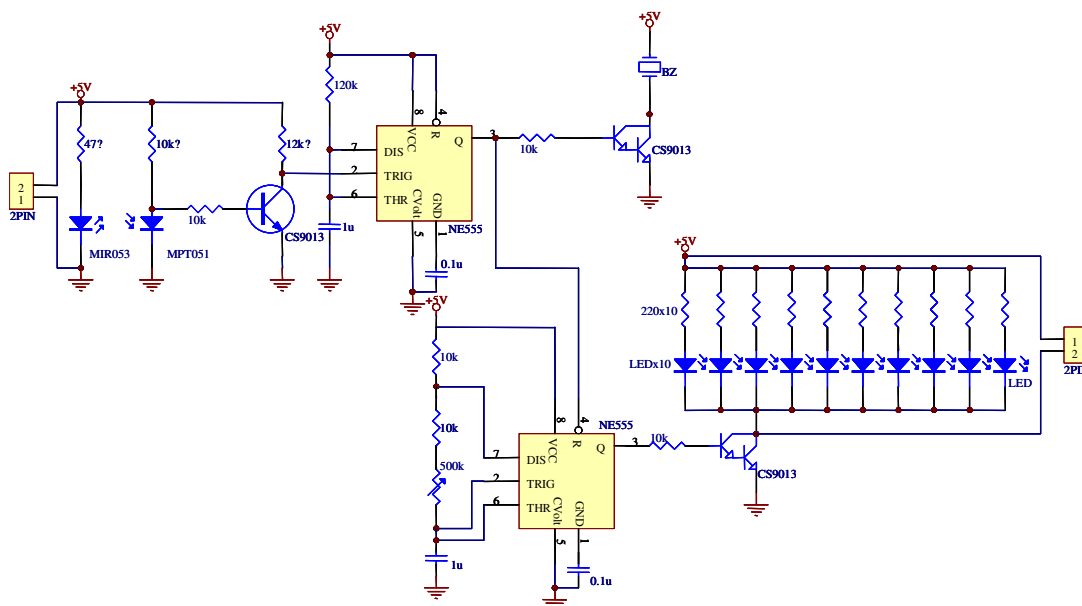


圖 15 候車線安全警示電路

(四) 空氣品質檢測與自動抽風電路

本電路包含氣體感測器、OPA 放大電路、比較電路、繼電器驅動電路及組合邏輯電路等五個部份。

1. 氣體感測器與 OPA 放大電路

如圖 16 所示，氣體感測器使用如圖 17 之 TGS2600 元件，其電阻值與氣體濃度呈對數反比變化關係。當氣體濃度增加時，氣體感測器阻值減少，使 $10k\Omega$ 壓降增加，此一變化電壓經由 OPA 放大器將信號放大以提高靈敏度。

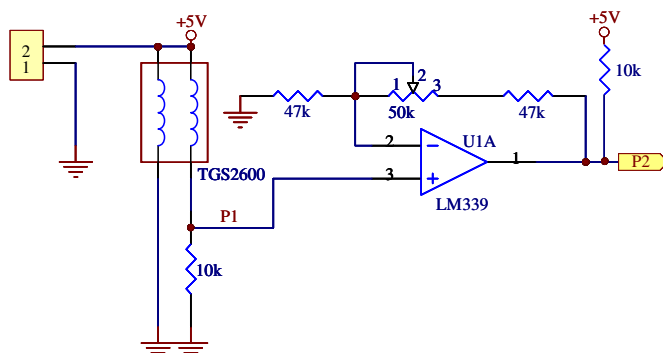


圖16 氣體感測器與 OPA 放大電路



圖17 TGS2600 氣體感測器

2. 比較電路、繼電器驅動電路及組合邏輯電路

如圖 18 所示，當氣體濃度增加時，加入比較器非反相輸入端的電壓增加，三個比較器的反相輸入端電壓，設計檢測低、中、高三種不同空氣濃度，當空氣濃度高於所設定的高濃度準位時，比較器輸出產生高電位，驅動電晶體導通，使繼電器動作，風扇(FAN)開始運轉，將濃煙排出。

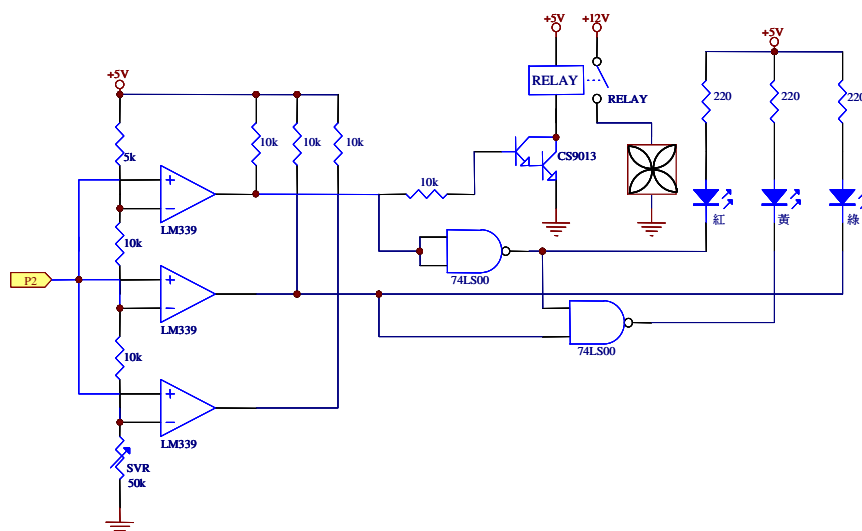


圖18 比較電路、繼電器驅動電路及組合邏輯電路

(五) 室內溫度調節電路

如圖 19 所示，使用 AD590 電流型溫度感測器，其實體如圖 20 所示。當溫度高於所設定的溫度值時，風扇開始轉動排熱，當風扇低於所設定的溫度值時，風扇停止轉動，以節省電力。

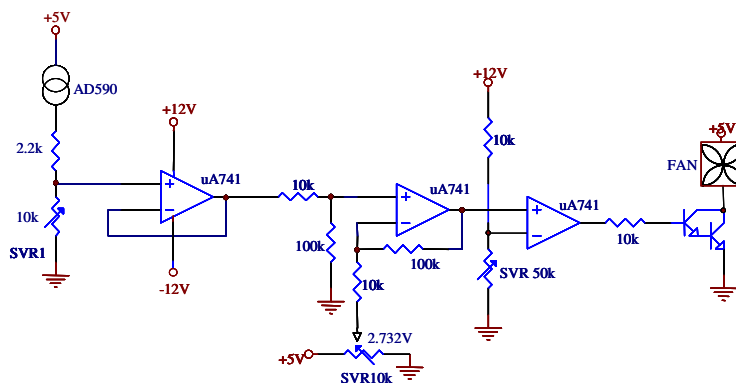


圖19 室內溫度調節電路



圖20 AD590 感測器

(六) CPLD 數位設計

1. VHDL 語法介紹

VHDL 是一種專門用來設計硬體電路的語言，語言程式之撰寫可分為兩部分，一為單體(Entity)，主要在定義 I/O 接腳。另一為電路外觀之描述及架構(Architecture)，主要在描述電路內部之功能。本系統電路主要使用 CPLD 來設計，部份電路使用圖形編輯(Graphic edit)，如圖 21、圖 22、圖 23、圖 24 所示電路，部份電路則使用 VHDL 程式編輯。

2. 列車人數計數電路(圖形編輯)

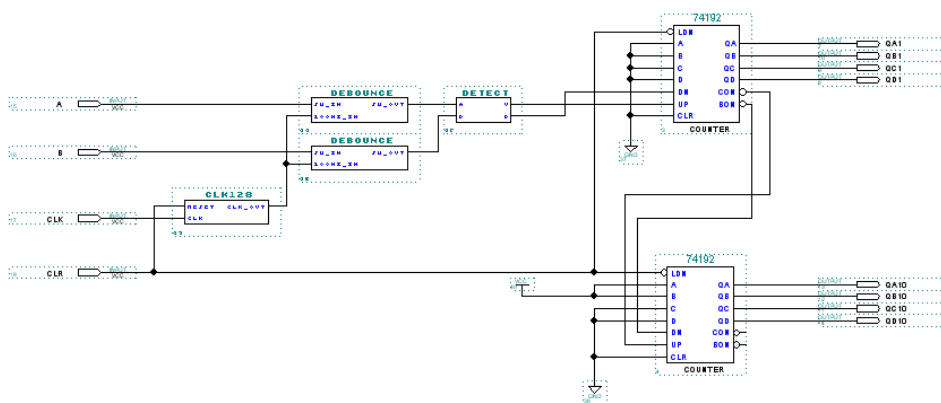


圖21 人數計數電路(Count.gdf)

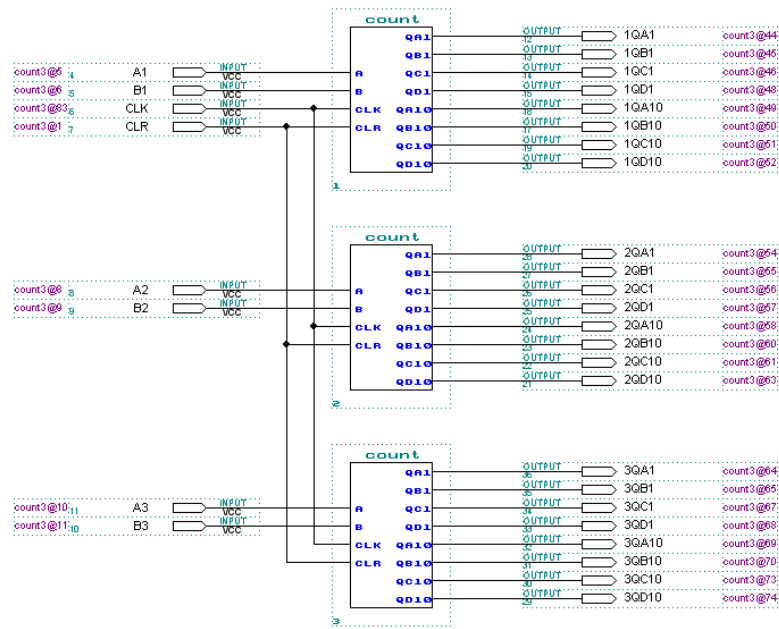


圖22 人數計數電路(Count3.gdf)

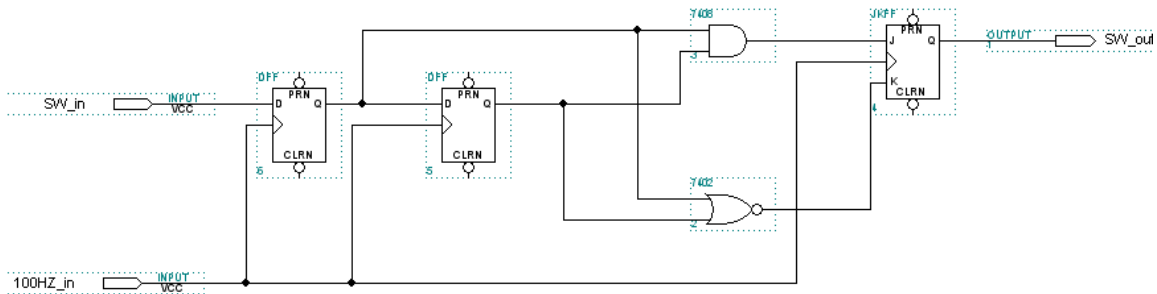


圖23 除彈跳電路(Debounce.gdf)

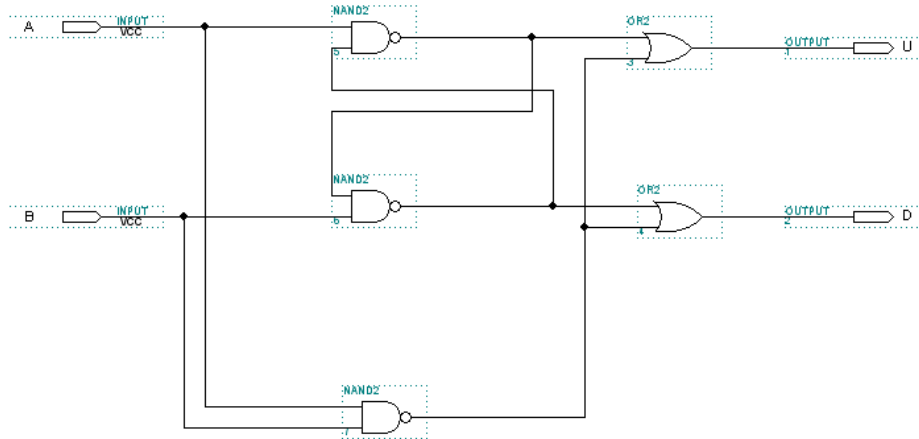


圖24 人員進、出檢測電路(Detect.gdf)

3. 列車所在地顯示電路(VHDL 程式編輯)

```

library ieee;                                --零件庫目錄 ieee
use ieee.std_logic_1164.all;                  --使用 logic_1164 零件庫
use ieee.std_logic_unsigned.all;             --使用 logic_unsigned 零件庫
use ieee.std_logic_arith.all;                --使用 std_logic_arith 零件庫
entity LED12 is                                --實體宣告
    port(RESET:in std_logic;                  --重置輸入腳
          CLK:in std_logic;                  --脈波輸入腳
          SW:in std_logic_vector(11 downto 0); --按鍵輸入腳
          ENABLE:out std_logic_vector(2 downto 1); --七段致能輸出腳
          SEGMENT:out std_logic_vector(6 downto 0); --七段資料輸出腳
          LED:out std_logic_vector(11 downto 0)); --LED 狀態輸出腳
end LED12;
architecture behavior of LED12 is
    signal DIVIDER:std_logic_vector(15 downto 1); --15 位元除頻器
    signal SCAN_CLK:std_logic;                    --七段掃描脈波
    signal FLASH_CLK:std_logic;                  --LED 閃爍脈波
    signal POSITION:std_logic_vector(2 downto 1); --七段致能信號
    signal COUNT:std_logic_vector(7 downto 0);  --進站剩餘時間
    signal BCD:std_logic_vector(3 downto 0);    --進站剩餘時間 BCD 值
begin
    --pluse                                    --除頻器
    process(CLK,RESET)
    begin
        if RESET='0' then                      --若 RESET=0，則
            DIVIDER<="0000000000000000";      --除頻器清除為 0
        elsif CLK'event and CLK='1' then      --每個脈波正緣，
            DIVIDER<=DIVIDER+1;              --除頻器上數加 1
        end if;
    end process;
    SCAN_CLK<=DIVIDER(5);                     --掃描脈波=32768/25=1024Hz
    FLASH_CLK<=DIVIDER(12);                  --LED 閃爍脈波=32768/212=8Hz
    --display                                  --顯示電路
    process(SW,RESET)
    begin
        LED<="111111111111";
        if RESET='0' then                     --RESET=0 時，
            COUNT<="00000000";              --進站剩餘時間為 00 分
            LED<="011111111111";            --列車位置燈號初始值第 11 站
        elsif SW(11)='0' then                 --列車位於第 11 站(終點站)
            COUNT<="00000000";              --進站剩餘時間為 00 分
            LED(11)<=FLASH_CLK;              --列車目前位置燈號閃爍
        elsif SW(10)='0' then                 --列車位於第 10 站
    
```

```

COUNT<="00000011";           --進站剩餘時間為 03 分
LED(10)<=FLASH_CLK;           --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(9)='0' then
COUNT<="00000101";           --列車位於第 9 站
LED(9)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 05 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(8)='0' then
COUNT<="00000111";           --列車位於第 8 站
LED(8)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 07 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(7)='0' then
COUNT<="00001001";           --列車位於第 7 站
LED(7)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 09 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(6)='0' then
COUNT<="00010001";           --列車位於第 6 站
LED(6)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 11 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(5)='0' then
COUNT<="00010011";           --列車位於第 5 站
LED(5)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 13 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(4)='0' then
COUNT<="00010101";           --列車位於第 4 站
LED(4)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 15 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(3)='0' then
COUNT<="00010111";           --列車位於第 3 站
LED(3)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 17 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(2)='0' then
COUNT<="00011001";           --列車位於第 2 站
LED(2)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 19 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(1)='0' then
COUNT<="00100001";           --列車位於第 1 站
LED(1)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 21 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
elsif SW(0)='0' then
COUNT<="00100011";           --列車位於第 0 站(起點站)
LED(0)<=FLASH_CLK;           --進站剩餘時間為 23 分
                                --列車目前位置燈號閃爍
end if;
end process;
process(SCAN_CLK,RESET)       --多工掃描
begin
if RESET='0' then
POSITION<="10";
elsif SCAN_CLK'event and SCAN_CLK='1' then
POSITION<=POSITION(1)&POSITION(2);
end if;
end process;
ENABLE<=POSITION;           --多工掃描信號

```

```

--muxplex                                --多工掃描電路
process(POSITION,COUNT)
begin
case POSITION is
when "01"=>                                --驅動十位數七段顯示器
    BCD<=COUNT(7 downto 4);              --十位數七段顯示資料
when "10"=>                                --驅動個位數七段顯示器
    BCD<=COUNT(3 downto 0);              --個位數七段顯示資料
when others=>
    BCD<="1111";
end case;
end process;
--decoder                                  --解碼電路
process(BCD)
begin
case BCD is
when "0000"=>
    SEGMENT<="0000001";                  --0(abcdefg)
when "0001"=>
    SEGMENT<="1001111";                  --1
when "0010"=>
    SEGMENT<="0010010";                  --2
when "0011"=>
    SEGMENT<="0000110";                  --3
when "0100"=>
    SEGMENT<="1001100";                  --4
when "0101"=>
    SEGMENT<="0100100";                  --5
when "0110"=>
    SEGMENT<="0100000";                  --6
when "0111"=>
    SEGMENT<="0001111";                  --7
when "1000"=>
    SEGMENT<="0000000";                  --8
when "1001"=>
    SEGMENT<="0000100";                  --9
when others=>
    SEGMENT<="1111111";                  --
end case;
end process;
end behavior;

```

伍、 研究結果

本系統所使用的無線收、發模組，天線長度與接收距離的關係實驗如下：

一、 無線接收模組天線長度比較的實驗結果

若將接收和發射的距離固定時〈參考距離為 50 公分〉，則天線長度與接收強度之關係如表 7 所示。由表 7 結果可知，當天線長度越長時，天線的接收度越好；反之，當天線長度越短時，天線的接收度就越差，甚至根本就接收不到，由於我們把參考距離設為 50 公分，無法分辨出天線 5 公分和 10 公分的差別，所以改用障礙物來做為無線傳撥的障礙，比較出天線長短的差別，實驗結果發現，天線的長短對於接收程度是成正比曲線的。

| 序 | 實驗一 | 實驗二 | 實驗三 |
|-------|--------------|-----------|------------|
| 控制變因 | 天線距離 50 公分 | | |
| 操縱變因 | 天線長度 3 公分 | 天線長度 5 公分 | 天線長度 10 公分 |
| 天線接收度 | 極差 | 優等 | 優等 |
| 障礙物 | 障礙物的寬度 35 公分 | | |
| | | 較差 | 良好 |

表7 天線長度與信號強度之關係 (距離固定)

二、 無線接收模組接收距離比較的實驗結果

若將接收和發射的天線長度固定時〈參考天線長度 5 公分〉，則接收距離與信號強度成度之關係如表 8 所示。由表 8 結果可知，當距離越短時，天線的接收度越好；反之，當距離長度越長時，天線的接收度就越差，甚至還會出現不穩定的狀況，經過實驗過程的觀察下，距離對於接收程度是成反比曲線的。

| | 實驗一 | 實驗二 |
|-------|------------|------------|
| 控制變因 | 天線長度 5 公分 | |
| 操縱變因 | 距離 90 公分以內 | 距離 90 公分以外 |
| 天線接收度 | 優等 | 極差 |
| 障礙物 | | |

表8 接收距離與信號強度之關係 (天線長度固定)

陸、 討論

發現問題與解決問題是本研究中最重要部份，以下將說明本電路在製作的過程中，所發現的問題與解決方法說明如下：

一、問題一：因為車門過大，以致於進出人數不一定為一個人，可能同時進、出很多人時，將造成人數統計的誤差。

解決方法：在車門設置更多的紅外線感測器，但相對成本提高。

二、問題二：捷運列車所在位置感測電路，易因雜訊而影響系統的穩定性。

解決方法：改用交換式電源供應器。

三、問題三：捷運列車目前所在位置經由無線收發系統易因列車行經地下時無法正常工作。

解決方法：未來將可改為有線或網路系統。

四、問題四：無線接收電路的電壓與七段顯示器的電壓不同，導致無法接收與正常運作。

解決方法：在每一個電路板的電源與地之間加 $0.1\mu\text{F}$ 濾波電容，消除雜訊。

五、問題五：超線警示電路中的紅外線發射距離不足。

解決方法：增加發射紅外線二極體的驅動電流，以增加發射距離。

六、問題六：人數計數電路動作不正常。

解決方法：在 555 振盪器輸出端連接 74HC04 提升電壓準位。

七、問題七：無線收發模組不穩定。

解決方法：改變內碼。

八、問題八：以 pretel 繪製電路圖時，沒有所需的元件。

解決方法：使用自製元件功能。

九、問題九：蜂鳴器無法動作。

解決方法：使用達寧頓電路提高驅動電流。

十、問題十：部份比較器無法正常工作。

解決方法：降低比較電壓，因過高的比較電壓不正常。

柒、 結論

“『捷』足先登”是智慧型捷運系統控制的實現，讓我們能有效的運用捷運車廂的空間。所以本專題研究以”紅外線感測”完成了下列三種創新。

一、車廂人數計算

當捷運上人數眾多時，利用車廂人數計算得知每一車廂的人數，而達到快速的疏通人潮及有效利用每一個車廂的空間。本系統不只是有效利用車廂空間，而且對於人類的大眾交通工具的發展有絕大的幫助。

二、列車所在地顯示

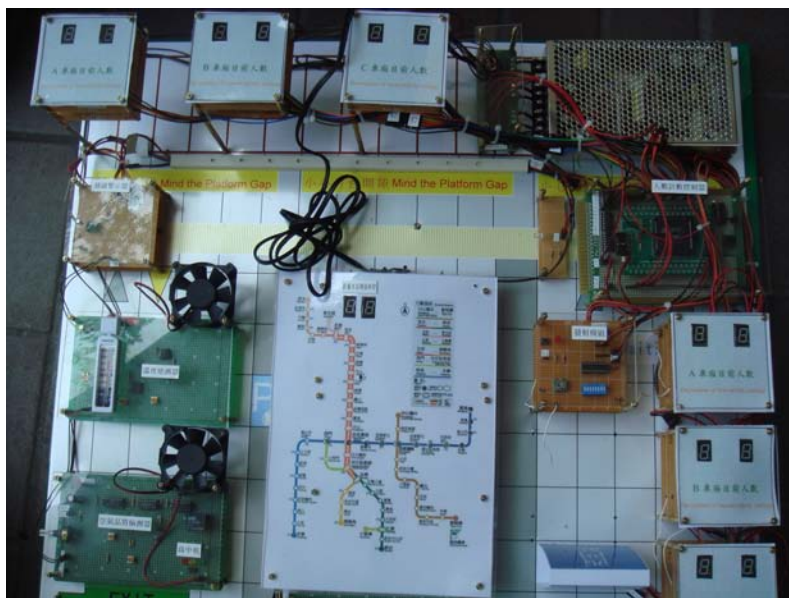
當聽不見捷運的廣播時，利用資訊板上的資訊，清楚知道列車目前所在位置及離進站剩餘時間，使乘客更能有效利用時間。

三、超線警示裝置

紅外線感測系統部份，用以感測是否有人越過月台上的安全範圍，但在列車進站時，必須關閉本系統，才不會發出鳴叫聲。

四、未來展望

本組未來將繼續深入探討“捷運控制系統”這個主題，期望能完成更多元化、更智慧的捷運系統。



捌、 參考資料及其他

- 一、 江賢龍、周玉崑(民 95)。基礎電子實習 I、II。台科大圖書。
- 二、 徐慶堂、黃天祥 (民 94)。電子學 I、II。台科大圖書。
- 三、 盧正川、張益順(民 94)。數位邏輯實習。旗立圖書。
- 四、 李月娥(民 96)。數位邏輯。碁峰圖書
- 五、 陳慶逸、林柏辰(民 94)。VHDL 數位電路實習與專題設計。文魁圖書。

【評語】 091008

本項作品解決之問題具實用價值以及迫切性。且實作具完整性。但作者並無提出其作法之有效性，亦即預期之效果是否佳。