

中華民國第四十七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

智慧型停車場管理系統

學校名稱：國立曾文高級農工職業學校

作者： 職二 胡凱倫 職二 應德昭 職二 林哲民 職二 李軒豪	指導老師： 林怡君 葉見成
---	---------------------

關鍵詞：PLC VB

智慧型停車場管理系統

壹、摘要

本研究主旨在利用可程式控制器(PLC, Programmable Logic Controller)做為停車場控制的主體架構，搭配電子電路完成出入口閘門系統、車位顯示系統、車位偵測系統等三個系統，模擬整個停車場的停車及取車狀況。並設計VB(Visual Basic)圖控軟體與可程式控制器的通訊連線，將整個停車場該樓平面圖顯示畫面中，秀出空位所在及剩餘車位數等，達到在電腦上直接對停車場做監控的工作，為了達到高安全性的目標，在出入口處搭配攝影系統錄影存證，以便備查。

貳、研究動機

在現今有限的路邊停車位下，停車成爲一個大問題，尤其在大都市中，隨便停車非常容易被拖吊車拖走，如果在尋找車位的同時，有個停車場入口處不僅能顯示多少空車位，更能透過螢幕將停車場的平面圖顯示出來，讓駕駛者知道車輛的停放位置，如此一來，駕駛者便能方便找尋空車位停車，大大提高停車效率。所以希望能藉由電腦、通訊、感測、機電控制等，來改善現有的停車場系統，使其更加有效率以及人性化。

此外，由於對保全系統的重視以及紅外線攝影機的價格下滑，所以在停車場出入口裝設攝影機，自動追蹤監控過往車輛並錄影存證，可提供未來的查詢與佐證。

參、研究目的

基於前述研究背景與動機，本研究有以下幾個目的：

- 一、以駕駛者觀點設計出可靠之停車場自動化管理系統。
- 二、結合VB圖形監控系統讓駕駛者及停車場管理人員更能掌握車輛的情況。
- 三、利用攝影機自動監控來往車輛，達成高安全的停車環境。

本研究結合電腦控制裝置及具彈性編寫之應用軟體PLC所完成的停車場系統，具有價格低廉、系統單純穩定之特點。

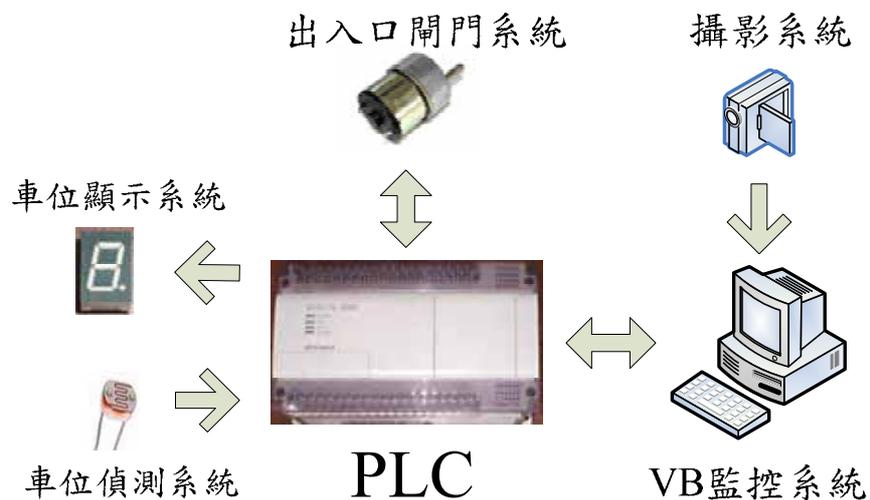
肆、研究設備及器材

設 備					工 具				
項次	名稱	規格	單位	數量	項次	名稱	規格	單位	數量
1	桌上型電腦	586 以上	台	1	1	尖嘴鉗	150mm (6")	支	1
2	PLC	FX2	台	1	2	斜口鉗	150mm(6")	支	1
3	攝影機	紅外線	台	2	3	剝線鉗	AWG 14-22	支	1
4	傳輸線	USB-PLC-422	條	1	4	電烙鐵	30W	支	1
5	視訊擷取卡	16 Port	個	1	5	麵包板	224x150x20mm 1680p	塊	1
6	三用電表	KT-998	台	1					
7	電源供應器	GW GPC-3030D	台	1					

材 料									
項次	名稱	規格	單位	數量	項次	名稱	規格	單位	數量
1	PCB萬用板	47 × 73 mm	片	3	12	電晶體(npn)	3904	個	12
2	PVC 導線	0.6mm	包	1	13	電晶體(pnp)	3906	個	4
3	PVC 導線	1.25mm ² ,黃色	卷	1	14	數位 IC	74LS04	個	2
4	光敏電阻	5mm	個	5	15	數位 IC	74LS02	個	3
5	七段顯示器	共陽顯示器	個	2	16	繼電器	6V,1a1b	個	6
6	壓接端子	1.25mm ² -3,Y型	包	1	17	束帶	2.5W×100L mm	包	1
7	高扭力馬達	HMS-NH35GBD	個	2	18	木條	15W×20L×2Hcm	片	5
8	電 阻	510 歐姆	個	7	19	木板	55W×65L×2Hcm	片	1
9	電 阻	1K 歐姆	個	4	20	按鈕開關	2PSPST OFF-(ON)	個	4
10	電 阻	3K 歐姆	個	2	21	光電開關	LS3-15MT(X)	個	2
11	電 阻	330 歐姆	個	7	22	微動開關	5A / AC250 3P 焊腳	個	4

伍、研究過程或方法

圖一為本研究的系統架構圖，以 PLC 為主控制端，另搭配出入口閘門系統、車位顯示系統、車位偵測系統、攝影系統、VB 監控系統等五個系統。PLC 透過出入口閘門系統來瞭解目前車輛進出情況，並送出訊號於車位顯示系統，顯示目前空位，再經由車位偵測系統來判斷該車位是否停有車輛，除了現場利用燈號之外，監控系統即會同步針對偵測結果顯示於螢幕上，告知駕駛者該車位佔用與否。因考慮保全問題，所以在出入口處加裝攝影機對來往車輛做紀錄，以便備查。



圖一 系統架構圖

在研究過程中，大致分為以下幾點做說明：

一、出入口閘門系統

在出入口柵欄方面，係利用 DC 強扭力直流減速馬達作為動力來源，如圖二，馬達工作電壓為 DC 5~12V，轉速約 50 ~ 150 rpm。此馬達的轉速較緩慢，但扭力強，可帶動閘門的轉動，符合本研究的需求。

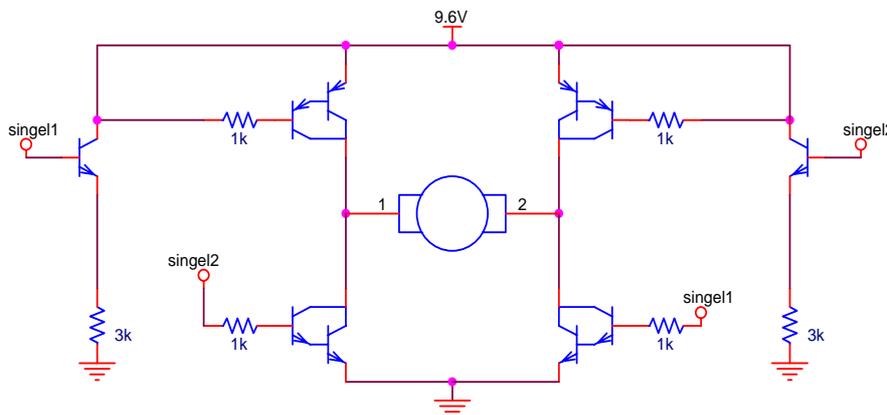


圖二 DC 強扭力直流減速馬達

本研究柵欄需上升及下降作用，所以必須控制馬達正反轉，再利用微動開關來偵測柵欄上升或下降的極限，送出訊號使馬達停止，馬達轉動角度大約上下 90 度的範圍。欲使馬達正反轉方式非常簡單，只需將馬達正負電壓相反即可。在本研究當中，利用 H 橋電路來當作馬達的驅動電路，如圖三，其原理如下：

利用輸入訊號準位的不同來控制馬達正反轉，當訊號一為高電位訊號、二為低電位時，馬達正轉，同理，當訊號一為低電位訊號、二為高電位時，馬達反轉。

出口及入口的馬達控制皆運用 H 橋電路的原理，入口處是將訊號一接至 PLC 輸出點 Y10，將訊號二接至 PLC 輸出點 Y11；出口處是將訊號一接至 PLC 輸出點 Y5，將訊號二接至 PLC 輸出點 Y6，分別撰寫程式來完成馬達正反轉的功能。



圖三 H 橋電路

二、車位偵測系統

在車位的偵測方面，利用光敏電阻其內阻依光照度不同而改變的特性，可當作該車位是否已停有車輛。

1.光敏電阻特性介紹

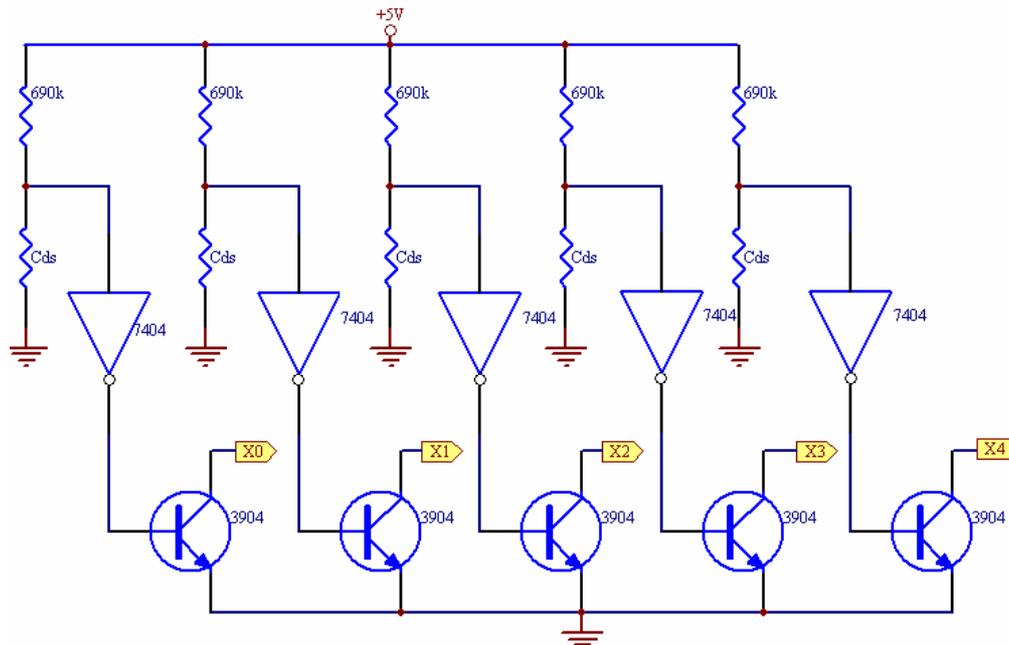
光敏電阻，如圖四，就是電阻率隨入射光的強弱而變化的電阻。理想狀況下，有光時，立即導電；無光時，立即截止，可是半導體對光子的吸收需有一個過程，需要照到一定的時間之後，才能累積到所需的光生載子流的濃度，而當光照停止後，載子流也會經過依段時間才會消失，所以會有一些的時間延遲，但此時間的延遲對本研究而言，是可以忽略的，因為駕駛者停車或開車的時間遠比電子元件延遲時間來的長[1]。



圖四 光敏電阻

2.光感電路動作原理

在本研究當中，是採用硫化鎘(cds)製程的光敏電阻，利用分壓電路可以算出光敏電阻改變時的電壓變化，再將此電壓透過 7404 送出 0 與 1 的訊號，進而改變 PLC 輸入端 X0~X4 的狀態，如圖五所示。



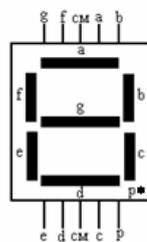
圖五 光感電路

三、車位顯示系統

停車場剩餘車位的多寡，是駕駛者決定是否要停車的主要依據，所以在本研究中使用七段顯示器來告知駕駛者目前的空位量。

1.七段顯示器介紹

七段顯示器就是把七個細長的LED排成”日”字型的”七段LED顯示器”(7-segment LED display)[2]，藉著控制一部分LED發亮，一部分LED熄滅，就能夠把0~9顯示出來，如下圖六所示。



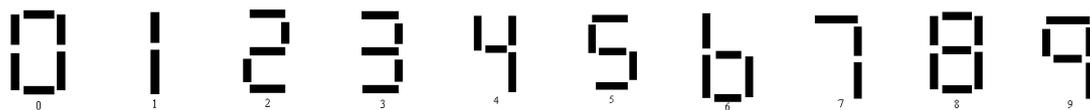
P : POINT 小數點

CM : COMMON 共同腳

圖六 七段顯示器

七段顯示器每個節段代表一個發光二極體 (LED)，依節段連接方式不同，共分為兩種。一為共陽極七段顯示器，也就是將每個 LED 的陽極接在一起成為共同腳，而各陰極即分別為 a.....g, p 之接腳，共同腳接正電源，將要顯示之節段接腳輸入低電位，相對之節段 LED 即可發光；另一為共陰極七段顯示器，即每個 LED 陰極接成共同腳接

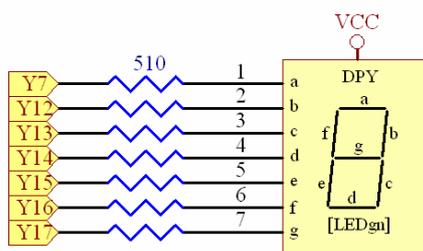
至地電位，而各相對顯示之 LED 接腳需接高電位。以下是七段顯示器顯示十進位數字。



因LED 工作電壓很小約為1~2V，而數位電路工作電壓為5V，如果要在數位電路上運用，必須限制流經LED的電流，以免LED 燒毀，此時只要串聯一個限流電阻，約幾百歐姆即可，

2.七段顯示器與 PLC 結合電路

本研究使用共陽極七段顯示器，所以共同腳要接高電壓，而其他的接腳則分別對應 PLC 輸出點 Y7、Y12~Y17 等點，如圖七，再由撰寫程式來完成顯示的功能。



圖七 七段顯示器與 PLC 結合電路

四、VB 圖形監控系統

圖八(a)、(b)為本研究所設計之 VB 圖形監控系統，為了使駕駛者及監控人員充分瞭解該停車場的資訊，所以將停車場平面圖顯示在螢幕上，同時也顯示時間、剩餘空位、及車輛的擺放位置，如此一來，透過此畫面，停車場資訊便一目了然。



圖(a)



圖(b)

圖八 VB 圖形監控系統

在電腦通訊模式(Computer Link)中，通訊方式是採用串列通訊，所以在本研究中，PLC 與 PC 之間是以全雙工的 RS-422 串列通訊埠來做溝通。設定完成 PLC 的串列通訊參數後，在 VB 的監控系統中，就可以利用 MSComm 元件來與 PLC 做資料的傳輸。在設定 MSComm 元件控制項屬性中，最重要的就是設定使用的串列通訊埠的編號，因為 PLC 接到 PC 串列埠編號與 PC 內部設定的編號不同則無法做溝通，在本研究中，串列埠設定為 COM1。

PLC 在電腦通訊過程中，PC 皆以固定的通訊資料格式來與 PLC 做資料的交換，利用指令 MSComm1.Output = SXD\$，可由 PC 端的 comm1 物件寫出字串 SXD\$至 PLC，利用 MSComm1.InputLen = resp_length% 指令，PC 可從 comm1 物件讀取來自 PLC 的回應字串 RXD\$。透過讀取與寫出兩指令，VB 就可以與 PLC 程式做溝通[3]。

在本研究中，VB 能同步偵測車位是否已停有車輛，是讀取 PLC 輸出點 Y0 到 Y4 是否為 ON，總共對應到 5 個車位。如果該車位有停車，PLC 透過光感測電路的訊號，使輸出點動作，則 VB 對應到的車位由空位顯示轉變成有車輛停放的圖案，可利用下面指令來做圖案的轉換：

```
If CInt(Mid$(disp_data$, 8, 1)) = 1 Then
    a0 = 0
    Picture3.Picture = LoadPicture("C:\c.jpg")  \\空車位圖案
Else
    a0 = 1
    Picture3.Picture = LoadPicture("C:\1.jpg")  \\已停車輛圖案
End If
```

因為 Visual Basic 設計的專案，若要執行它，如果都必須在 Visual Basic 程式設計編輯環境之下才能執行的話，很不方便，且不易流通。因此，在本研究中將其專案製作成執行檔(.EXE)，可以直接安裝在 Windows 作業環境下執行，如果不再執行，需按下圖八中的 END 按鍵跳開此執行檔。

五、攝影系統

因本研究希望將出入口的車輛做一個即時的紀錄，所以直接採用市售的視訊卡，總共可接 16 台攝影機。在本研究中，只需兩台攝影機即可，其餘可當未來擴充用。攝影過程如圖九。



圖九 出入口處之攝影畫面

陸、研究結果

圖十為本研究之實體圖，包含 PLC、VB 監控系統、攝影系統及停車場模擬系統。由圖可知，目前停車場尚未停車，故門口顯示尚有車位 5 位，監控畫面中並未有車輛停放。



圖十 系統實體圖

接下來實際測試此系統，先測試監控系統是否可對應到車位的停放，再來就是模擬停車狀況，第三則是模擬取車狀況，最後考慮到如果出口柵欄損壞，將導致車輛無法離開，所以利用開關的切換可將入口處當作出口處提供車輛的外出。如果要查閱錄影系統之監視畫面記錄，則可到影片所存的資料夾去調閱。以下就這四點的測試方面，作個說明：

一、監控系統與車位的對應

圖十一(a)與(c)為停車場實際不同停放車輛的情況，分別與圖(b)和圖(d)監控系統所顯示車位的停放一樣，故可以證明該監視系統可正確的指出該車位是否停有車輛。



圖(a)



圖(b)



圖(c)



圖(d)

圖十一 監控系統與車位的對應

二、停車模擬狀況

圖十二(a)按下入口的按鈕後，柵欄升起，同時尚有車位顯示從五位變為四位，等車輛進入後，柵欄會再自動下降。因為車子尚未停好，故監控系統還未顯示停有車輛，等車子到位後，監控系統顯示該車位已停有車輛，如圖(b)。圖(c)到圖(d)為車輛依序停車情況，等到停車場車輛已滿，柵欄便無法再升起，表示不能再進入停車，此時，監控系統清楚地顯示每個車位都有車輛，與該停車場車輛停放相同，如圖(e)和圖(f)。



圖(a)



圖(b)



圖(c)



圖(d)



圖(e)



圖(f)

圖十二 停車模擬圖

三、取車模擬狀況

駕駛者取車後，只要離開該車位，其監控系統就會顯示該車位是空位，如圖十三(a)、(b)所示，車輛要離開停車場，按下出口按鈕後，柵欄升起，同時門口顯示空位的數字就會加一，告知下一位欲停車的駕駛者多一位車位，等車子離開後，柵欄會再自動下降，如圖十三(c)至(f)所示。



圖(a)



圖(b)



圖(c)



圖(d)



圖(e)



圖(f)

圖十三 取車模擬圖

四、出口馬達損壞模擬

利用一個開關當作出口馬達損壞之模擬，如圖十四(a)，ON 代表馬達良好，OFF 代表馬達異常，造成車輛無法離開，只要按下出口備用按鈕，車輛即可從入口處離開，如圖十四(b)。



圖(a)



圖(b)

圖十四 出口備用按鈕

柒、討論

在整個研究過程當中，遇到的問題不計其數，但每次透過問題的解決，專業知識就增加許多。以下大約分為幾點做討論，先就 VB 軟體做初步的介紹，再探討問題發生及解決過程。

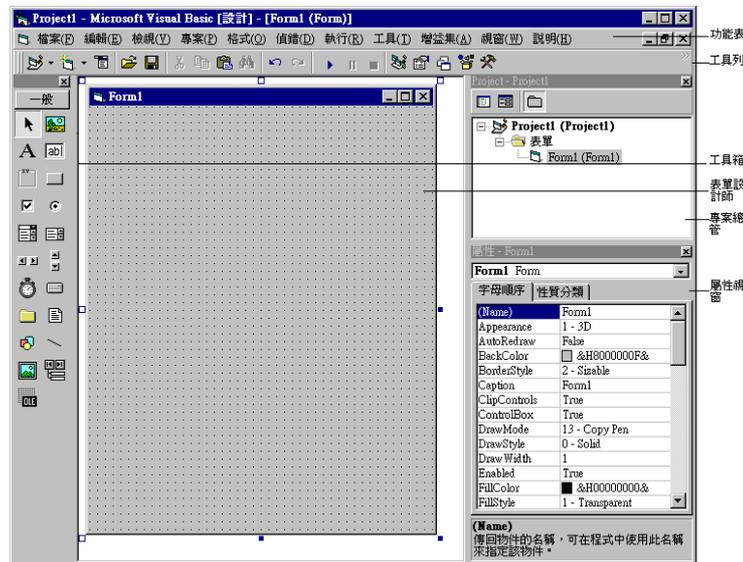
一、VB 介紹

提出本研究構想當初，有關 PLC 以及電路的製作，在機電整合實習以及電子實習課程中，授課老師都已完整的教導，所以在研究當中，比較能夠得心應手，而最不懂，最害怕的莫過就是 VB 程式，因為高階語言與 PLC 程式的撰寫差很多，因此從完全沒有概念下，慢慢學習到如何寫程式，這個過程當中，是成長最多的地方。以下就對 Visual Basic 做個概要性的討論：

Visual 指的是開發圖形使用者介面 (GUI) 的方法。不需撰寫大量程式碼來描述介面元件的外觀和配置，而只要把預先建立的物件添加到螢幕上的某一點即可，屬於物件導向的軟體 [4]。物件導向(Object oriented)就是把現實世界中的物體或現象，以更接近自然的形式在電腦世界中反映出來。每一個物件都有屬於自己的屬性(Property)和方法(Method)，屬性是物件特有的性質，物件與物件之間是藉由方法來傳遞訊息(Message)，每一個物件藉由事件(Event)作出適當的反應為其處理程序。Visual Basic 以原來的 BASIC 語言為基礎，做了更進一步的發展，至今包含了數百個陳述式、函數及關鍵字[5]。

建立 Visual Basic 應用程式有三個主要步驟，都需在圖十五 Visual Basic 應用程式的主畫面來完成：

1. 建立介面。
2. 設定屬性。
3. 撰寫程式碼。



圖十五 Visual Basic 應用程式主畫面

Visual Basic 利用專案 (Project) 來管理其應用程式，一個專案即是該應用程式所有相關檔案的集合，以一個專案檔(.vbp)來記錄這些相關的檔案資料與專案之基本屬性，這個專案檔的內容會隨著應用程式之發展而更動，通常一個專案可能包括：

- 表單檔 (.FRM)：每張表單(Form)個別存成一個檔案(.FRM)（若有二進位資料，則另有附檔.FRX），一個專案可以由多個表單組合而成，也就是說，一個專案內可以包含多個表單檔。
- 程式模組檔 (.BAS)：一個專案可以有許多個程式模組檔，每個程式模組儲存該專案必需用到的程式碼，這些程式碼獨立存檔而不附屬在某一表單內。

傳統的程式設計，寫程式者是主導整個程式的流程，使用者只能按照既定的流程來操作。VB 的設計觀念是將所有流程都交給使用者來主控，完全由使用者對視窗內所做出的動作或由系統事件來作決定，所以更具人性化，也更能貼切程式設計者所期望的。

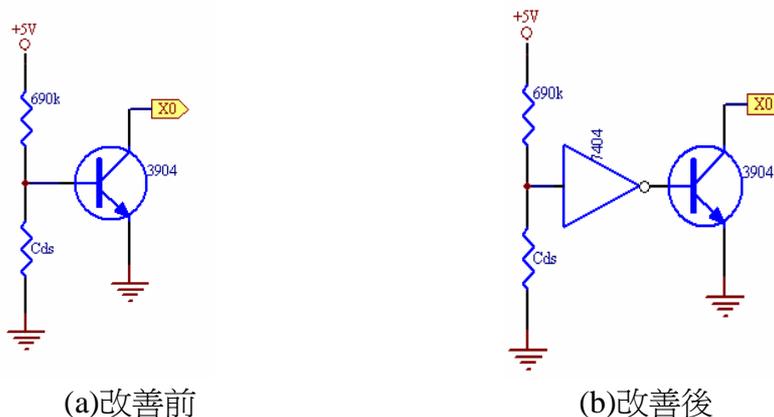
在本研究中，有提到 PLC 與 PC 之間的溝通，是利用 RS-422 通訊方式，以下就 RS-422 通訊方式來作說明：

RS-422 採用 2 組 RS-485 的線路以避免雜訊的干擾，並且採用 RS-232 的傳送端(TXD)及接收端(RXD)分別設置傳輸線的方式，故在 RS-422 中有設置傳送端(TXD)及接收端(RXD)共四條傳輸線，由此可知，RS-422 係採全雙工的通訊方式，不但可避免雜訊干擾的現象，且傳送與接收可同時進行，更增加了交信速度。所以 RS-422 可在嚴苛的環境下來進行通訊，但最好還是以鋼管來保護並且鋼管的本體必須接地[3]。

二、問題說明

- 1.問題：光敏電阻因光照度不同而使阻值改變，如果直接利用電阻和光敏電阻做分壓讓電晶體 ON、OFF，如圖十六(a)，將無法很明確的使電晶體只維持在飽和區或截止區中。

改善作法：在分壓處與電晶體間加入一個反相器，如圖十六(b)，讓輸入狀態明確定位在 0 與 1，如此一來，電晶體即會在飽和區與截止區互換，完成數位 ON-OFF 開關的功能。



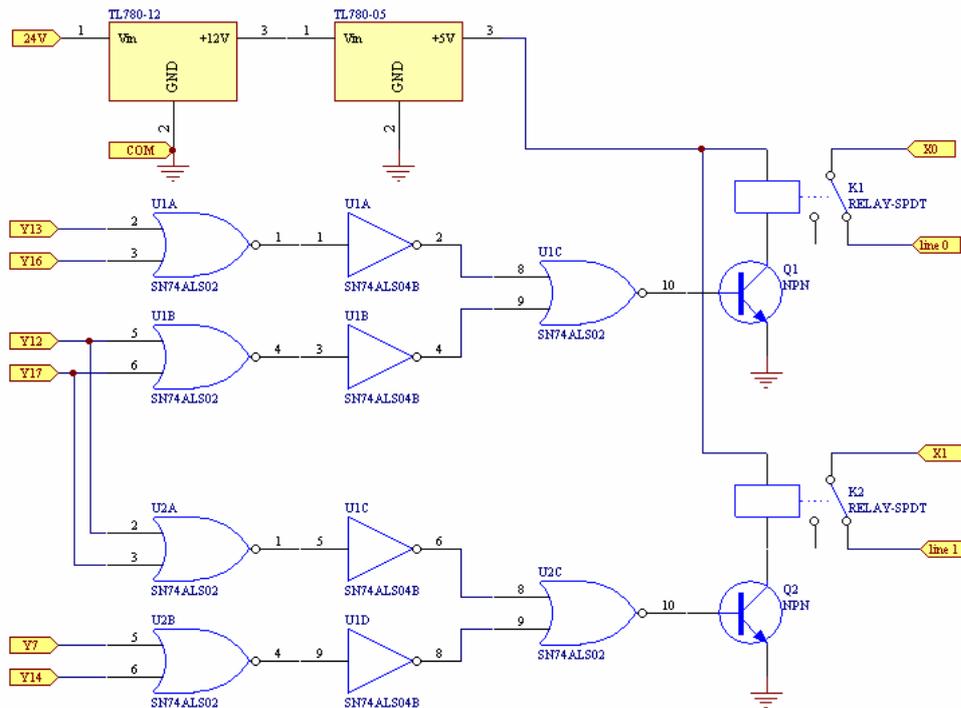
圖十六 光感電路改善

- 2.問題：最初利用 PLC 內部 Timer 來控制馬達正轉或反轉的時間，因馬達每次轉動的相角不同，故在相同的時間控制下，馬達轉動的位置會改變，無法真正表達出柵欄的作用。

改善作法：在本研究中，所需的柵欄啓閉角度大約 90°，因此在上下兩端各裝置一個微動開關，當馬達正轉帶動柵欄觸碰到上端的微動開關，此開關會送一訊號至 PLC，告知 PLC 柵欄已到達最上端，PLC 會將馬達停止，反轉情況亦然，如此一來，PLC 便能精確地控制柵欄啓閉角度約 90°。

3.問題：正常情況下，當停車場已滿時，入口柵欄不應升起再讓車子進入，但因 PLC VB 系統皆用串列阜 COM1 與電腦做溝通，所以當 PLC 與 VB 同時執行，會互相影響造成柵欄持續啓閉。

改善作法：PLC 與 VB 因共用串列阜，所以軟體改善不易，相較由硬體的切換較容易，最後決定利用繼電器來做切換。改善電路如圖十七所示。利用邏輯閘去判斷空車位的數量，當車位 0 位時，繼電器 1 會動作，使得入口柵欄無法升起；當車位 5 位時，繼電器 2 會動作，使得出口柵欄無法升起，完成本研究所需之動作。



圖十七 柵欄啓閉改善電路

捌、結論

本研究完成一個智慧型停車場系統，透過可程式控制器控制出入口開門系統、車位顯示系統、車位偵測系統等三個系統，可及時統計空車位的數量，再經由電腦通訊連線，透過 VB 圖形監控系統，將整個停車場該樓平面圖顯示於畫面中，秀出空位所在及剩餘車位數等，不僅讓欲停車的駕駛者一瀏覽畫面後，清楚明白空位位置，不須爲了找車位而傷透腦筋，管理人員更能透過此系統輕鬆管理停車場。此外，在出入口處搭配攝影系統錄影存證，成功達到本研究的目的。

玖、參考資料及其他

- [1]陳福春。感測器。台北：全華科技圖書。
- [2]http://elearning.stut.edu.tw/control/Micro/new_page_6.htm
- [3]郭昌榮(民 94)。FX 系列 PLC 之連線通訊及 VB 圖形監控。台北：全華科技圖書。
- [4]http://yes.nctu.edu.tw/wbe/90b_1639/Lecture/Ch11/Ch01_05.files/frame.htm
- [5]<http://yes.nctu.edu.tw/VB/>
- [6]彭錦銅。可程式控制實習-設計實務。台北：台科大科技圖書。

【評 語】

091008 智慧型停車場管理系統

1. 目標正確，實現構思亦佳，所展示作品亦能展現所規劃功能。
2. 所開發系統主要應用在大而複雜的停車場，但所展示作品，不論軟、硬體均以個位數車位為標的，與主要訴求對象，大而複雜的停車場系統有相當差異，宜加補強。
3. 可靠度與實務應用面的考量宜再加強。