

投稿類別：工程技術類

篇名：

智慧型馬達轉速控制系統

作者：

朱致緯。台北市立松山高級工農職業學校。電子科三年級仁班
孫肇弘。台北市立松山高級工農職業學校。電子科三年級仁班

指導老師：

陳茂璋 老師

壹●前言

一、研究動機

現今這個社會中，由於科技的發達，慢慢地走進自動化的趨勢，什麼東西都講求快速、便利，無線傳輸的運用也已經相當普遍了，我們日常生活中幾乎隨時都可以見到無線傳輸的運用，例如紅外線，在家中紅外線可運用在電視的遙控器或是冷氣的遙控器…等等家電產品。日常生活也有很多是利用「光感測」來使電器運作。

二、研究目的

透過這次研究，我們利用下列方式來控制馬達轉速：

(一)紅外線遙控系統：利用 HT-12E 與 HT-12D 編/解碼器傳送與接收資料，再將資料送至單晶片 89S52。

(二)光敏電阻控制系統：利用分壓電路再配合 LM339 比較器使輸出為 0 或 1，使紅外線系統有 OFF 與 ON 的功能。

最後利用以上兩點再配合 PWM 控制程式碼控制馬達的轉速。

貳●正文

一、理論探討

(一)紅外線編/解碼器

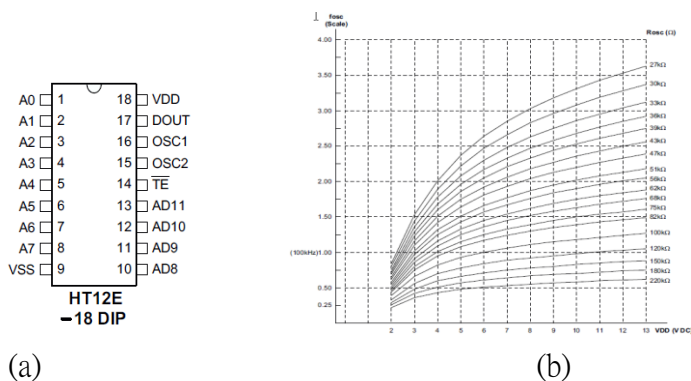
在紅外線傳輸上，HT12 系列的編/解碼 IC 是最常用的一種，其中編碼 IC 為 HT-12E，解碼 IC 為 HT-12D，只要編/解碼 IC 的密碼設定相同，就能使紅外線的訊號正確的傳送與接收。[註 7]

(二)HT-12E 特性

HT-12E 為一 12 位元編碼器，工作電壓範圍為 2.4V~12V，最大工作電流為 0.15mA~0.3mA，HT-12E 可以負責將並列輸入資料轉換成串列輸出，然後以串列的形式傳送給解碼 IC(HT-12D)，而且 HT-12E 能夠以 2^{12} 位元作編碼，其中 A0~A7 可以做密碼設定，

AD8~AD11 為並列輸入埠，其接腳如【圖一】(a)所示。

HT-12E 的使用上，一定要由時脈信號來控制整個運作，因此需要外加電阻以調整震盪時脈頻率，通常 HT-12D 的振盪頻率為 HT-12E 振盪頻率的 50 倍，所以電源不同時，要使用不同的電阻，其振盪頻率關係如【圖一】(b)所示。

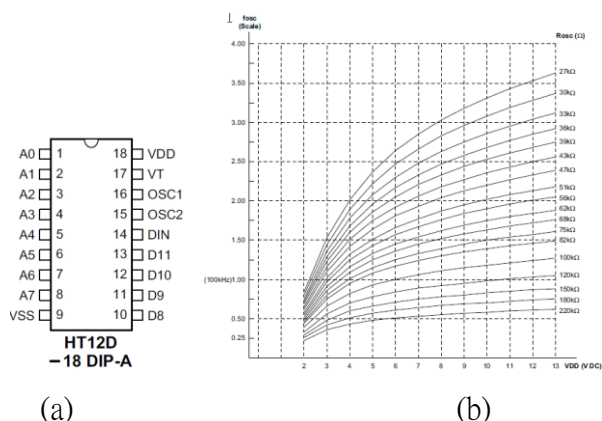


【圖一】 HT-12E 接腳圖與振盪頻率關係圖 [註 1]

(三)HT-12D 特性

HT-12D 為一 12 位元解碼器，工作電壓範圍為 2.4V~12V，最大工作電流為 0.2mA~0.4mA，HT-12D 可以負責將從 HT-12E 所收到的串列輸入的資料做解碼，並做並列的輸出，可以解碼 12 位元的資料，並對所接收的資料做 3 次確認，以確保資料接收的正確性，其中 pin14 為串列接收端，D8~D11 為並列輸出端，A0~A7 為密碼設定，設定時需要和 HT-12E 相同才能傳輸資料，其接腳如【圖二】(a)所示。[註 7]

HT-12D 在高準位的判斷可以在 3.5V~5V 之間，低準位的判斷上，可以在 0V~1V 之間，而且會在一定的時脈作 3 次確認，在確認後才將資料輸出，並在下一個資料未輸入前，將資料一直保持著，直到下一筆資料輸入方會改變。通常 HT-12E 的振盪頻率為 HT-12D 振盪頻率的 1/50 倍，所以電源不同時，要使用不同的電阻，其振盪頻率關係如【圖二】(b)所示。



【圖二】 HT12D 電阻值與振盪頻率關係圖 [註 2]

(四)紅外線接收模組

紅外線遙控接收模組，是將紅外線接收二極體及所需的信號放大、檢波、波形整形電路等電路積體化。此模組大都只有 3 支接腳，分別為 V_{cc} 、 Gnd 與 V_{out} ，其供應在 4.7V~5.3V。

使用紅外線遙控接收模組做紅外線接收器時，發射頻率需使用與紅外線接收模組相同之頻率。

(五)光敏電阻特性

光敏電阻是一種特殊的電阻，簡稱光電阻。它的電阻和光線的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。其外觀如【圖三】所示。

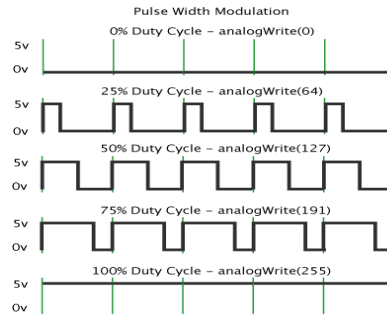


【圖三】光敏電阻外觀圖[註 3]

(六)直流馬達的 PWM 調速控制

脈波寬度調變(Pulse Width Modulate 簡稱 PWM)信號就是一連串可以調整脈波寬度的信號。脈寬調變是一種調變或改變某個方波的簡單方法。在他的基本形式上，方波工作週期(duty cycle)是根據輸入信號的變化而變化。

在直流馬達控制系統中，為了減少流經馬達繞線電流及降低功率消耗等目的，常常使用脈波寬度調變信號(PWM)來控制交換式功率元件的開與關動作時間。其最常使用的就是藉著改變輸出脈波或頻率來改變馬達的轉速。



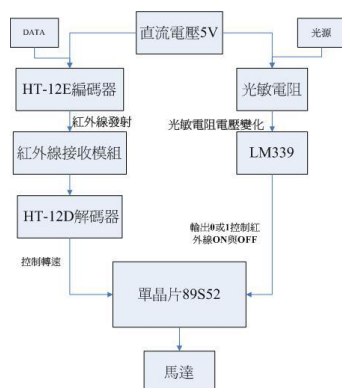
【圖四】 PWM 脈波寬度調變信號圖[註 4]

若將供應馬達的電源在一個固定週期做 ON 及 OFF 的控制，則 ON 的時間越長，馬達的轉速越快，反之越慢。此種 ON 與 OFF 比例控制速度的方法即稱為脈波寬度調變，ON 的期間稱為工作週期，以百分比表示。若直流馬達的供應電源電壓為 5V，乘以 20% 的工作週期即得到 1V 的輸出至馬達上，不同的工作週期對應出不同電壓讓直流馬達轉速產生不同的變化。

PWM 調速控制有如下的特點：

- 1.馬達損耗、發熱與雜訊小，以及避開機械共振。
- 2.系統動態特性好，回應頻率寬。
- 3.低速時電流脈動和轉速脈動都很小，穩速精度高。
- 4.具有四象限的運行能力，即馬達能驅動負載，也能制動負載，所以反應快。

二、電路方塊圖



【圖五】硬體電路方塊圖

說明：

(一)電源：提供 DC5V 的電壓輸出。

(二)紅外線：經由 HT-12E 編碼傳送資料至紅外線接收模組，再利用 HT-12D 解碼將訊號傳送至單晶片。

(三)光控電路：經由光敏電阻做分壓傳至 LM339 類比比較器，輸出 1 或 0，再送至單晶片 89S52 控制紅外線功能 ON 與 OFF。

(四)單晶片：將程式寫入單晶片 89S52，89S52 將程式輸出控制直流馬達，使直流馬達轉動與速度改變。

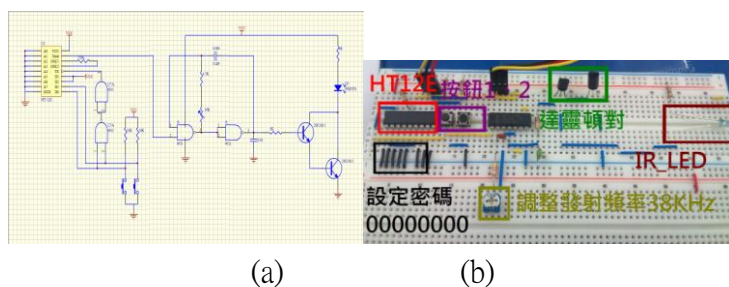
(五)馬達：經由 89S52 程式輸出控制轉速。

三、電路原理說明

由上述方塊圖【圖五】逐一分析電路

(一)紅外線發射電路

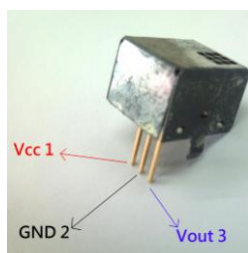
將 HT-12E 密碼 A0~A7 全部接地設定為 0。由於發射頻率需與紅外線接收模組規定頻率相同，所以我們利用可變電阻將發射頻率調整為 38KHz。第 14 腳 TE 必須為 0，方才能有效傳送。由於 HT-12E 內部有振盪電路，所以將第 15 腳與第 16 腳接一個 750K Ω 即可振盪。紅外線發射電路圖與實體圖如下【圖六】(a)、(b)所示：



【圖六】紅外線發射電路圖與實體圖

(二)紅外線接收電路

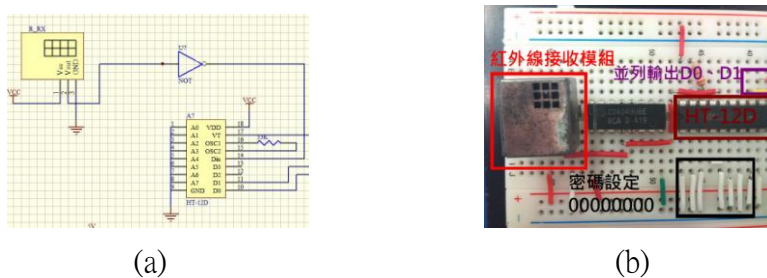
我們使用紅外線遙控接收模組(SE-8T11A)做紅外線接收器時，頻率需使用 38kHz，其頻率視紅外線接收模組而定，而不同的規格其腳位也不盡相同，SE-8T11A 第一腳為 Vcc、第二腳為 GND、第三腳為 Vout，【圖七】為 SE-8T11A 之腳位圖。



【圖七】SE-8T11A 腳位圖

將 HT-12D 密碼設定與 HT-12E 密碼相同 A0~A7 全接地設為 0，當第 17 腳 VT 輸出為高態時，輸出資料方為有效，由於 HT-12D 內部有振盪電路，所以將第 15 腳與第 16 腳接一個 33KΩ 即可振盪。

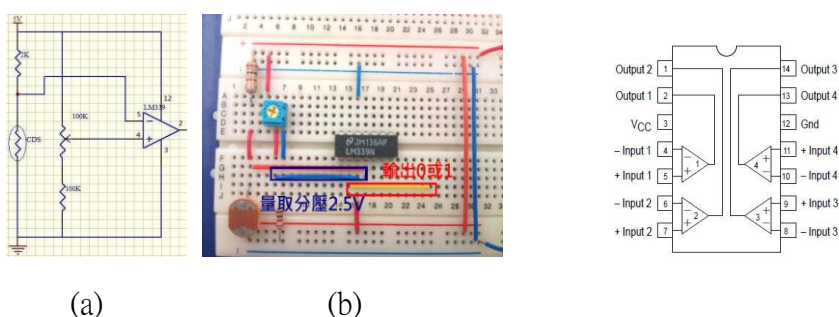
紅外線接收電路圖與實體圖如【圖八】(a)、(b)所示。



【圖八】紅外線接收電路圖與實體圖

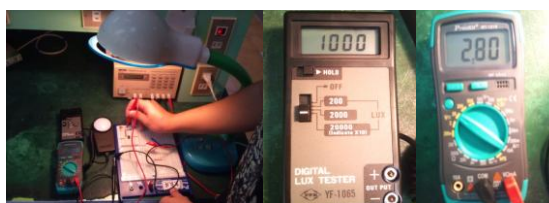
(三)光敏電阻應用電路

我們光敏電阻採用硫化鎘(Cds)在有光時電阻值為 $1.3K\Omega$ ，則 LM339 接腳 5 的電壓為 $0.98V$ 左右；若 Cds 在陰影時電阻值為 $10K\Omega$ ，則接腳 5 電壓為 $3.15V$ 左右。把 $100K\Omega$ 可變電阻適當的調整分壓後，量取的電壓為 $2.5V$ ；然後接入 LM339 後，就可以讓輸出為 1 或 0；當較亮的時候， $0.98V$ 小於 $2.5V$ ，類比較器輸出為 0；若在陰影的時候， $3.15V$ 大於 $2.5V$ ，則輸出為 1，【圖十】為 LM339 接腳圖。最後再利用輸出的 0 與 1 送至 89S52 決定紅外線是否 ON 或 OFF。[註 8]

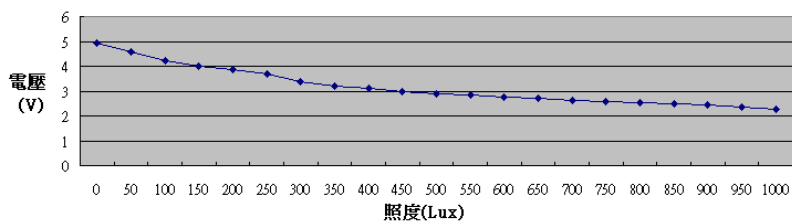


【圖九】光敏電阻電路圖與實體圖 【圖十】LM339 接腳圖 [註 5]

以下是我們用照度計測量光敏電阻在不同照度下電阻值的變化：



【圖十一】光敏電阻特性量測



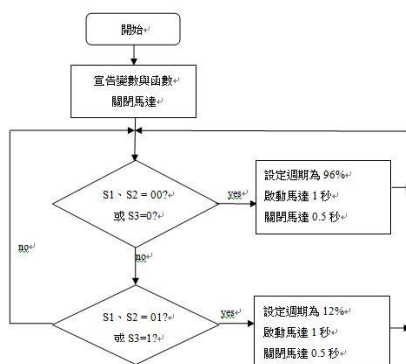
【圖十二】光敏電阻阻值變化圖

【表一】光敏電阻阻值變化數值

照度(Lux)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
電壓(V)	4.22	3.86	3.39	3.1	2.9	2.77	2.64	2.53	2.45	2.28

四、程式流程及主程式

(一) 流程圖



【圖十三】程式流程圖

(二) 主程式

```

#include <reg51.h>
sbit motor = P1^0; // 宣告直流馬達位置
sbit S1 = P0^0; // 宣告紅外線輸出bit01
sbit S2 = P0^1; // 宣告紅外線輸出bit02
sbit S3 = P0^2; // 宣告光感輸出
void delayms(int); // 宣告延遲函數
void output(int); // 宣告輸出函數
//=====
main()
{
    motor=0; // 關閉直流馬達
    P0=0xff; // 將P0掛載為輸入埠
    while(1) // 無窮迴圈
    {
        if (S1==0&S2==0|S3==0) // S1 S2 = 00 或 S3=0 轉速狀態一
            output(96); // 指定工作週期
        else if (S1==0&S2==1|S3==1) // S1 S2 = 01 或 S3=1 轉速狀態二
            output(12); // 指定工作週期
    }
} // 結束
// ===== 輸出函數 =====
void output(int on)
{
    char i;
    for (i=0;i<10;i++) // 迴圈
    {
        motor=1; // 輸出高態
        delayms(on); // 延遲on時間
        motor=0; // 輸出低態
        delayms(100-on); // 延遲100-on時間
    } // 結束
    delayms(500); // 馬達停止0.5秒
} // 延遲函數結束
    
```

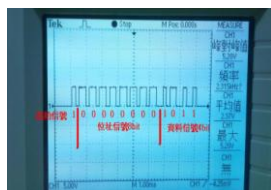
【圖十四】主程式程式碼[註 6]

五、研究過程結果

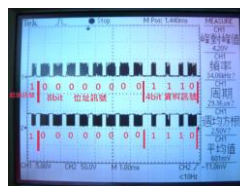
理解各部份的電路原理後，接著我們測試各方塊電路的功能，並觀察個別的波形。

(一) 紅外線發射電路波形

測量 HT12E 輸出波形，如下【圖十五】所示，在測量紅外線 LED 發射之波形如下【圖十六】所示。



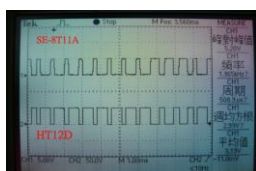
【圖十五】HT12E 輸出波形



【圖十六】紅外線 LED 發射波形

(二)紅外線接收電路波形

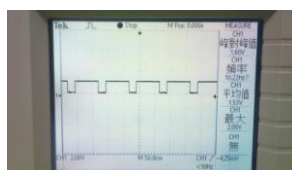
測量 SE-8T11A 之輸出波形。由於接收模組內部電路會將發射的信號反向，測得波形如下【圖十七】所示，所以我們再接一個 NOT 閘，將信號還原成發射信號後，再測量 HT12D 接收的輸入資料。



【圖十七】SE-8T11A 輸出波形與 HT12D 輸入波形

(三)PWM 轉速控制波形

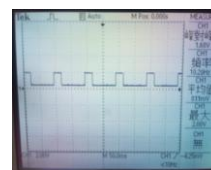
我們利用 PWM 改變方波工作週期來達到馬達轉速的不同，由下【圖十八】、【圖十九】、【圖二十】能看出其工作週期的差異。



【圖十八】工作週期 75%



【圖十九】工作週期 50%



【圖二十】工作週期 25%

參●結論

紅外線的發射與接收是否能夠順利，一切都取決紅外線發射頻率與紅外線接收模組的頻率是否相同，只要改變紅外線發射電路中無穩態振盪器的可變電阻即可，在測試中發現紅外線接收的距離只有數十公分而已，與預期中的三公尺有很大的落差，在詢問老師之後才知道那顆可變電阻的用意，最後才能順利的接收，只要38KHz調的越精準，接收的靈敏度越高。

經過前面的許多修改之後，準備要進行最後的階段—馬達轉速測試，但在接上馬達後，馬達居然一點動靜也沒有，於是先去量了89S52的輸出電壓，居然只有0.3V~0.4V，這時才突然想到以前有學過當我們要推動一個負載需要接一個緩衝器或一顆電晶體來放大它的電流，這樣才有足夠的電流來驅使馬達轉動，但接了電晶體之後還是不能使馬達轉動，後來請教了老師才知道是要加提升電阻提高它的電壓，經過了修改才使馬達能動作。

這是我們第一次接觸紅外線這塊領域，剛開始花了很多心思和時間在研究HT-12D跟HT-12E的工作原理跟傳輸方式，經過上網閱讀資料，加上老師的說明才了解電路的運作方式，但問題並沒有就因此結束，紅外線的傳輸距離太短、紅外線訊號不易被接收、馬達的推動電流不夠等問題接踵而來，在我們不斷的測試之下才一一的把問題排除掉，在其中也獲得了許多寶貴的經驗。在這次的實驗當中不僅增加了我們的專業知識，也訓練了我們自行解決問題的能力並嘗試去突破與克服，這些都是以後我們出去工作必備的能力。

肆●引註資料

[註 1] HT12A/HT12E 2¹² Series of Encoders 。2011 年 10 月 29 日。

http://www.ck.tp.edu.tw/~tech/robert/HT12E_DATA.pdf

[註 2] HT12D/HT12F 2¹² Series of Encoders 。2011 年 10 月 29 日。

http://www.ck.tp.edu.tw/~tech/robert/HT12D_DATA.pdf

[註 3] CDS 光敏電阻 PGM – 德鍵電子光敏電阻展傳感應光電的應用。2011 年 11 月 04 日。<http://www.token.com.tw/big5/resistors/resistors-cds.htm>

[註 4]Arduino analogWrite(PWM)。 2011 年 10 月 28 日。

<http://lusorobotica.com/index.php?topic=31.0>

[註 5] MOTOROLA LM339,LM339A 。2011 年 11 月 11 日。

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/motorola/MC3302P.pdf>

[註 6]張義和、王敏男、許宏昌、余春長(2009)。例說 89S51-C 語言第三版。台北縣：新文京開發出版股份有限公司。

[註 7]蕭柱惠(2009)。數位邏輯。台北縣：台科大圖書股份有限公司。

[註 8]徐慶堂、黃天祥(2010)。電子學。台北縣：台科大圖書股份有限公司。