



作者：蔡宗成(2002-05-23)；推薦：徐業良(2002-5-27)。

單晶片實習－無線電收發模組應用

現今社會大眾對於無線傳輸、控制的需求日益提升，舉凡手機、家電遙控、到最近流行的無線區域網路，足可說明無線傳輸的需求與所帶來的便利性。本文介紹使用單晶片搭配無線電收發模組電路，透過電腦可無線操控高達 16 組 ON/OFF 開關。建議閱讀本文之前先閱讀本實驗室網站「無線電收發模組電路製作介紹」【1】一文。

1. 無線電收發模組電路簡介

TG-11 無線收發模組【2】由發射器和接收器所組成，系統特性如下：

- (1) 具備 UHF 發射接收電路，可做無線電傳輸及控制等相關應用。
- (2) 搭配編、解碼 IC，不易受外界雜訊干擾。
- (3) 可搭配 DIP 開關裝置來調整密碼設定。
- (4) 頻率範圍從 300MHz 到 434MHz。

圖 1 與圖 2 是 TG-11 無線電收發模組的外觀與相關接腳說明。此產品是市面上常見的無線傳輸模組，製造廠商眾多，型號與規格不盡相同，詳細說明請參閱製造廠商所提供的產品資料手冊。

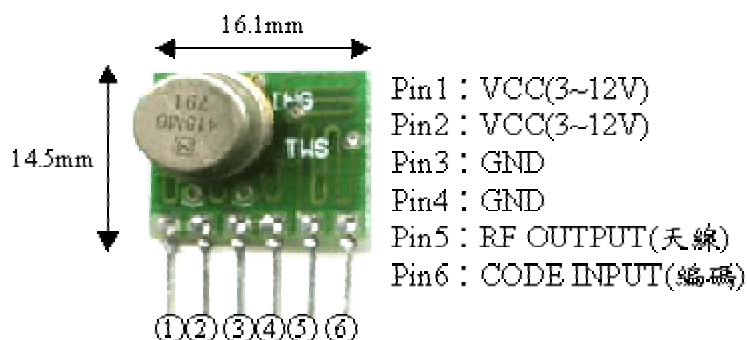


圖 1. 發射模組外觀與接腳說明

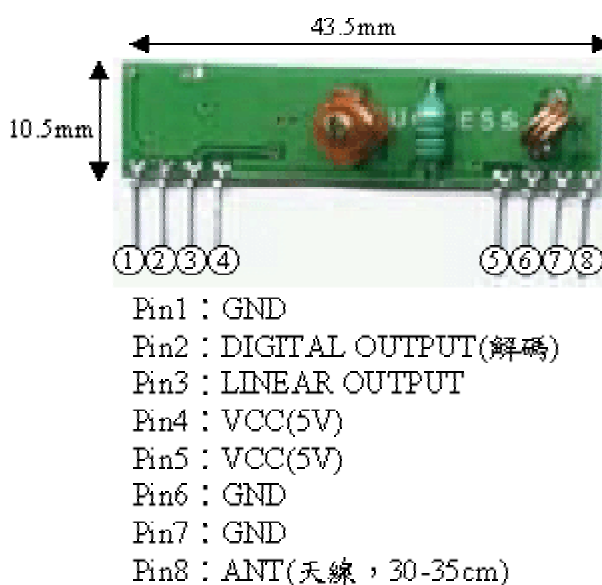


圖 2. 接收模組外觀與接腳說明

無線收發模組必須搭配編、解碼 IC，將所設定的密碼與資料一同傳送與接收，以避免外部雜訊干擾，常用 IC 為 HT-12【3】，有一系列編、解碼 IC，其中 HT-12D(Decoder)與 HT-12E(Encoder)的主要特性如下：

- (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(OSC1 與 OSC2)，一般而言，根據產品資料手冊建議，解碼 IC 的工作頻率約為編碼 IC 的 50 倍，則編碼 IC 連接 1MΩ，解碼 IC 連接 33KΩ 即可。

- (4) HT-12E 編碼 IC 有 $2^8=256$ 組密碼設定，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，輸出資料具有拴鎖功能。

HT-12E 編碼 IC 的接腳說明如圖 5，Pin1~Pin8(A0~A7)作為 8 位元=256 組密碼設定，Pin10~Pin13(D0~D3)作為 4 位元資料輸入，也就是說設定一組密碼後，編碼 IC 會將此密碼與資料一同傳送出去，當接收端所設定的密碼相同時，讀取 4 位元資料。編碼 IC 的 Pin17(DATA OUT)是資料發送端，連接圖 1 發射模組的 Pin6(CODE INPUT)；Pin15(OSC2)與 Pin16(OSC1)連接電阻產生工作頻率；Pin14(TE)為編碼致能接腳，當 TE 接腳為低電位“0”時，將 A0~A7 所設定的密碼與 D0~D3 的 4 位元資料進行編碼組合，由 DATA OUT 端以串列資料傳送出去，假如 TE 接腳為高電位“1”時則停止編碼與傳送，此 TE 接腳狀態可由單晶片予以控制，在「無線電收發模組電路製作介紹」一文中，將 TE 接腳直接接地，使其低電位，讓編碼 IC 一直進行編碼、傳送動作。

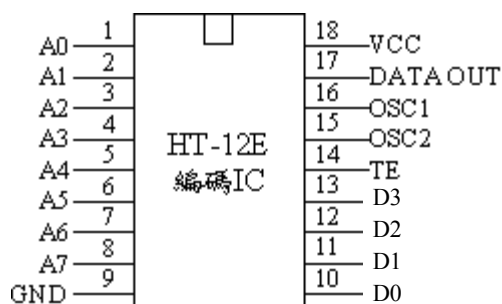


圖 5. HT-12E 編碼 IC 接腳圖

HT-12D 解碼 IC 的接腳說明如圖 6，同樣原理，Pin1~Pin8(A0~A7)作為 8 位元=256 組密碼設定，Pin10~Pin13(D0~D3)作為 4 位元資料輸出，當發射端與接收端密碼相同時，編碼電路所傳送的 4 位元資料會顯示在解碼電路 4 位元資料輸出接腳，解碼 IC 的 Pin14(DATA IN)為資料接收端，連接圖 2 接收模組的 Pin2(DIGITAL OUTPUT)；Pin15(OSC2)與 Pin16(OSC1)連接電阻產生工作頻率；Pin17(VT)為解碼致能接腳，當接收電路接收到串列資料時，解碼 IC 會連續核對密碼四次，當密碼相同時，使得 VT 解碼致能接腳呈現高電位“1”，並將 4 位元資料送至 Pin10~Pin13(D0~D3)，密碼錯誤

時，VT 解碼致能接腳呈現低電位“0”，保留原始資料，也就是拴鎖功能，此 VT 接腳狀態變化可由單晶片讀取，由程式判斷何時讀取 4 位元資料。



圖 6. HT-12D 解碼 IC 接腳圖

2. 單晶片搭配無線電收發模組電路

2.1 基本架構

以單晶片搭配無線電收發模組電路之基本作動原理，在發射端，單晶片控制編碼 IC 的 TE 腳位狀態，決定何時將 8 位元密碼與 4 位元資料進行編碼組合後一起以串列方式傳送出去，在接收端，單晶片判斷解碼 IC 的 VT 腳位何時為高電位或低電位，高電位時，表示前 8 位元的密碼正確，接著讀取後 4 位元資料，低電位時表示密碼錯誤，並將前一次 4 位元資料拴鎖住，等待下一次動作。在「無線電收發模組電路製作介紹」一文中，無線電收發模組電路並無搭配單晶片，所以只能四組 ON/OFF 訊號，所能控制的開關有限，但搭配單晶片與程式判斷便能有 $2^4=16$ 組訊號，使得可應用的範圍增加。

單晶片搭配無線電收發模組電路的基本架構如圖 7，電腦透過 RS232 與 Client 端單晶片進行訊號傳輸溝通，經由無線電收發模組以無線電發射密碼與資料，在 Server 端的單晶片連續核對密碼是否正確，再將資料輸出，並顯示在 16 組 LED 燈上。發射器與接收器基本電路圖如圖 8。

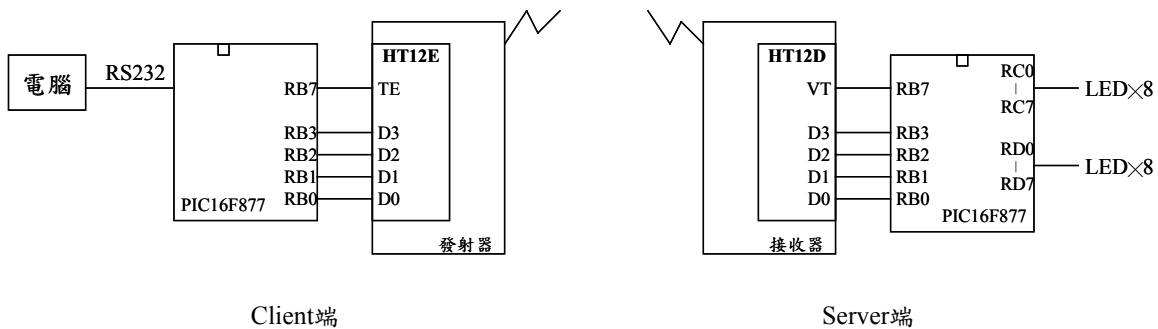


圖 7. 單晶片搭配無線電收發模組電路基本架構

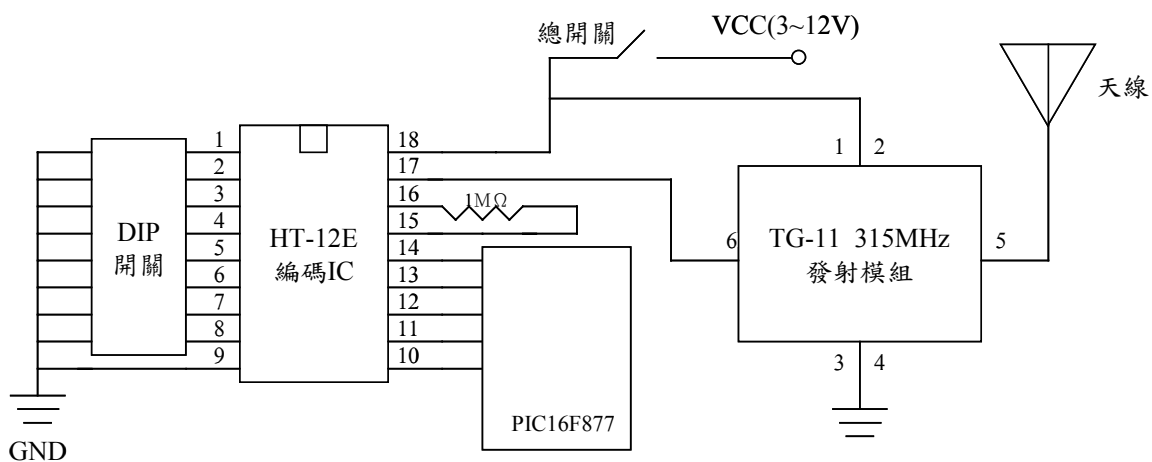


圖 8(a). 發射器電路

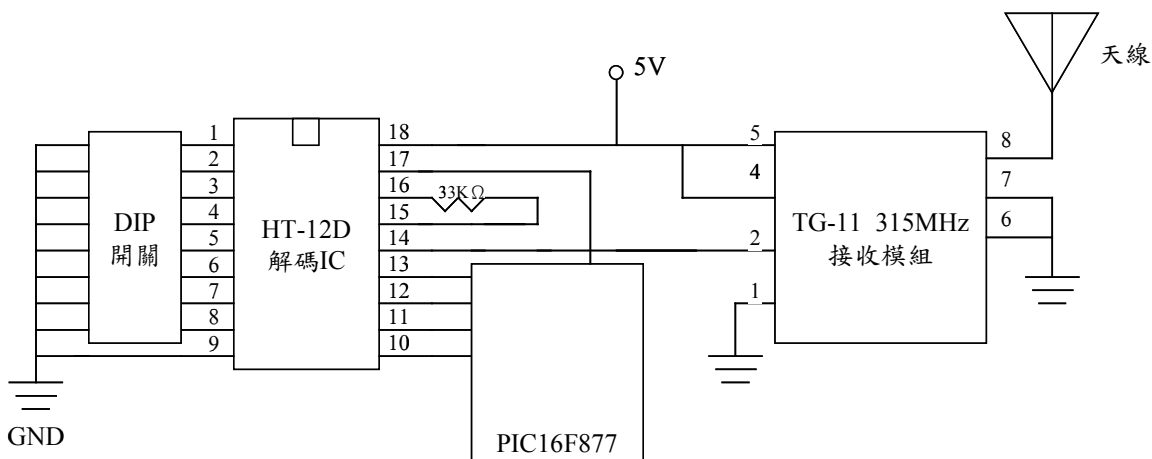


圖 8(b). 接收器電路

2.2 Client 端程式介紹

Client 端程式包括 VB 與 PIC 程式，VB 程式是使用者輸入訊號的人機介面，PIC 程式接收 VB 程式所傳送過來的控制指令，經過發射器將密碼與資料傳送至另一端，圖 9 為 PIC 程式說明，程式流程設定一 while 迴圈，連續等待電腦經由 RS232 所傳送過來的指令，使用 IF 語法判斷 16 種不同指令，並輸出至 PortB，其中 PortB 中的 RB0~RB3 連接發射器的 D0~D3 作為傳輸管道，RB7 連接 TE 腳位以控制何時進行編碼、傳送動作。圖 9 程式內容相關指令說明如下：

set_tris_b(value)

value 是 8 位元數值，“1”代表輸入(input)腳位，“0”代表輸出(output)腳位，例如要設定 RB0~RB2 為輸入腳位，RB3~RB7 為輸出腳位，二進位表示為 00000111，換算成十六進位為 0x07，所以 set_tris_b(0b00000111)也等於 set_tris_b(0x07)。

output_high(pin)

pin 內容是欲令其呈現高電位狀態，例如 output_high(Pin_B3)便是控制 PortB 的第四支腳位為高電位狀態。

getc()

用法：value = getc()，接收自 RS232 所傳來的值，value 是 8 位元字串。圖 9 中將 getc()指令放置於一 for 迴圈裡，並定義一 vb_cmd[]變數矩陣，當 for 迴圈裡的 i 值為 0 時，使用者輸入的第一個字元存入 vb_cmd[0]裡，i 值加 1，等待使用者輸入第二個字元存入 vb_cmd[1]裡，直到 i 值大於 2 時，跳出 for 迴圈。

atoi()

用法：ivalue = atoi(*string*)，將 string 轉換成 8 位元整數 ivalue，圖 9 中，aaa 為自行定義的 8 位元整數，vb_cmd 內容為字串，使用 atoi 指令轉換後，存入 aaa 變數中。

output_b(value)

value 內容是 8 位元變數，例如 `output_b(0b00010010)=output_b(0x12)` 則 PortB 的第二支與第五支腳位呈現高電位，圖 9 中，使用 if 判斷 RS232 傳送哪一個控制指令，再使用 `output_b()` 指令與發射器溝通，使用第一支傳送 4 位元資料，並使用第八支腳位控制發射器的 TE 腳位狀態，當第八支腳位輸出“0”時，TE 腳位呈現低電位，便開始進行編碼與傳送動作，反之則停止；而此 if 判斷式設定為只能接收 0~15 等 16 種條件，超出範圍者不予傳送。

Client 端除了 PIC 程式外還包括 VB 應用程式，VB 語言要使用 RS232 埠來進行資料的傳輸必須引用相關設定與物件，詳細說明與步驟請參考「單晶片實習－VB 與 RS232 之應用」一文，圖 10 為 VB 程式介面與其程式碼說明，引用 MSComm 通訊控制項，設定其屬性與參數，例如通訊埠代號、鮑率等；放置一按鈕物件作為傳送鈕，文字框可讓使用者輸入 0~15 等 16 種不同的數字指令，此 VB 程式內容簡單易懂，可依照本身需求修改，例如加入網際網路功能、智慧型判斷等，有非常多的應用。

```

/* TC_RAD1.C          by T.C.Tsai,          2002/05/23
/ PIC with Radio control Client_PIC
*/
#include <16F877.H>
#fuses HS, NOWDT, NOBROWNOUT, NOPROTECT
#use delay(clock=2000000)
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7)
#include <stdlib.h> // for function atoi(), atol(), atof(), etc.

char vb_cmd[2]; // vb sncd to Client_PIC
int i;
int0 aaa; // char to number

#org 0x0800 // fixed address for main(), written in YZ_ICP
main()
{
set_tris_b(0x00); // set PortB I/O port direction, 1 is input, 0 is output
output_high(Pin_B7); // set Encoder_IC's TE is high, not convey data first.

while (TRUE)
{
for(i=0; i<2; i++)
{ vb_cmd[i] = 0;
while( ( vb_cmd[i] = getc() ) == 0);
}
aaa = atoi(vb_cmd); // aaa is an 8 bit int.
if (aaa==0)
output_b(0b00000000);
else if(aaa==1)
output_b(0b00000001);
else if(aaa==2)
output_b(0b00000010);
else if(aaa==3)
output_b(0b00000011);
else if(aaa==4)
output_b(0b00000100);
else if(aaa==5)
output_b(0b00000101);
else if(aaa==6)
output_b(0b00000110);
else if(aaa==7)
output_b(0b00000111);
else if(aaa==8)
output_b(0b00001000);
else if(aaa==9)
output_b(0b00001001);
else if(aaa==10)
output_b(0b00001010);
else if(aaa==11)
output_b(0b00001011);
else if(aaa==12)
output_b(0b00001100);
else if(aaa==13)
output_b(0b00001101);
else if(aaa==14)
output_b(0b00001110);
else if(aaa==15)
output_b(0b00001111);
else
output_high(Pin_B7); // set Encoder_IC's TE is high,
}
}

```

圖 9. Client 端 PIC 程式說明

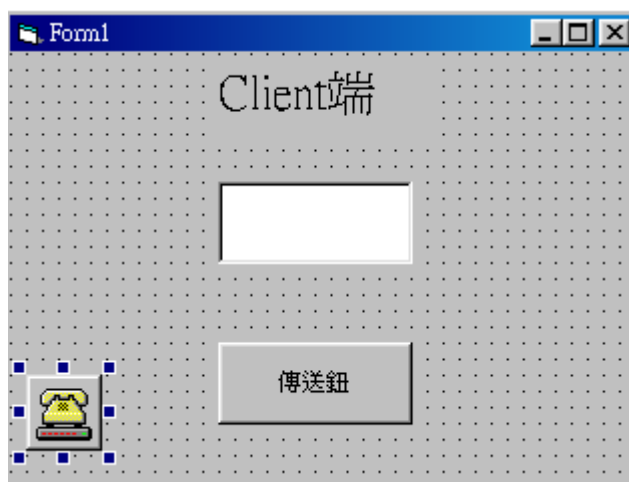


圖 10(a). Client 端 VB 介面

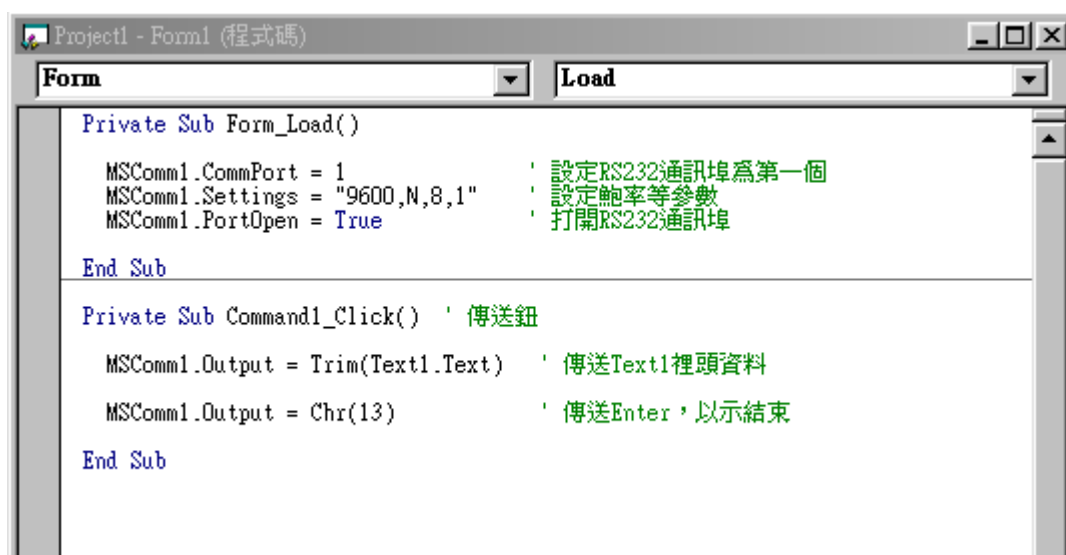


圖 10(b). Client 端 VB 原始程式碼

2.3 Server 端程式介紹

Server 端包括 PIC 單晶片與無線電接收器，無線電接收器接收到 8 位元密碼與 4 位元資料後，經過核對比較正確，解碼 IC 的 VT 腳位會呈現高電位狀態，反之低電位，由此狀態來決定 Server 端單晶片的程式流程，再用 if 判斷由 4 位元資料所組成的 16 種不同的條件，例如 0b10001101 或 0b10000010 等等，接著輸出至 PortC 與 PortD 總共 16 支腳位，分別控制其對應的 LED 燈使之進行閃爍動作，也可依照本身設計需求，輸出訊號控制其他設備，例如遙控機器人、電燈、冷氣機等。

```

/* TC_RAD2.C          by T.C.Tsai,          2002/05/23
/ PIC with Radio control Server_PIC
*/
#include <16F877.H>
#fuses HS, NOWDT, NOBROWNOUT, NOPROTECT
#use delay(clock=2000000)
//#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7) // this function is not used in this project

#org 0x0000 // fixed address for main(), written in YZ_ICP
main()
{
int data; // define "data" from input
set_tris_b(0xFF); // set PortB I/O port direction, 1 is input, 0 is output
set_tris_c(0x00); // set PortC I/O port direction
set_tris_d(0x00); // set PortD I/O port direction

while (TRUE)
{
while (!input(PIN_B7)); // waits for RB7 to go high, so the code is right
{
// prepare to receive 4 bits data
data = input_b(); // data is an 8 bits

if (data==0b10000000)
{
output_high(Pin_C0);
delay_ms(500);
output_low(Pin_C0);
delay_ms(500);
}
else if(data==0b10000001)
{
output_high(Pin_C1);
delay_ms(500);
output_low(Pin_C1);
delay_ms(500);
}
else if(data==0b10000010)
{
output_high(Pin_C2);
delay_ms(500);
output_low(Pin_C2);
delay_ms(500);
}
else if(data==0b10000011)
{
output_high(Pin_C3);
delay_ms(500);
output_low(Pin_C3);
delay_ms(500);
}
else if(data==0b10000100)
{
output_high(Pin_C4);
delay_ms(500);
output_low(Pin_C4);
delay_ms(500);
}
else if(data==0b10000101)
{
output_high(Pin_C5);
delay_ms(500);
output_low(Pin_C5);
delay_ms(500);
}
else if(data==0b10000110)
{
output_high(Pin_C6);
delay_ms(500);
output_low(Pin_C6);
delay_ms(500);
}
}
}
}

```

圖 11. Server 端 PIC 程式碼說明

圖 11 相關指令說明如下：

While Loop

CCS C 語言迴圈指令，用法如下：

```
while (expression)
    statement ;
    OR
while (expression)
{
    statement ;
}
```

input_b()

用法：*value* = input_b()，*value* 是 8 位元數值，一次讀取 PortB 的 8 支接腳腳位狀態，並存入指定的變數裡，可使用在其他 PortA~PortE。

If-else statements

CCS C 語言判斷指令，用法如下：

```
If (expression)
    statement1 ;
else
    statement2 ;
    OR
If (expression1)
{
    statement(s)
}
else if (expression2)
{
    statement(s)
}
else
{
    statement(s)
}
```

參考資料

- 【1】 蔡宗成、黃凱、鄧嘉峰、胡正鈺、陳明周 著，無線電收發模組電路製作介紹，<http://designer.mech.yzu.edu.tw/>，最佳化設計實驗室。
- 【2】 <http://www.wenshing.com.tw/chinahome.htm>，文星電子。
- 【3】 <http://www.holtek.com.tw>，盛群半導體。