

## 實驗十四

### C語言的超音波LCM實驗

#### 一、實驗目的：

- (1) 瞭解如何用C語言撰寫微控器程式
- (2) 瞭解Timer/Counter 工作原理進行距離量測。
- (3) 利用超音波模組實現測距的功能，將超音波反射的概念結合。

#### 二、實驗內容：

##### 1. Timer/Counter的基本原理：

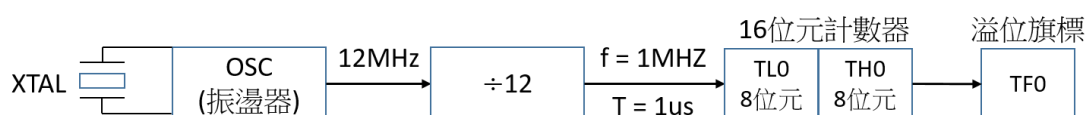
8051 內部共有兩個計時器(計數器)，分別為timer0 和 timer1，透過控制 TMOD 暫存器裡的 C/T 這個 BIT 可以決定是當作 TIMER 或是 COUNTER 來用。計時器和計數器並不相同，計時器是拿來計時間的，計數器是用來計算一個事件發生的次數，以下說明這兩種功能的差別：

(1) 計時器(TIMER)：利用微控器內部的system clock作為上數計數器的觸發源，每經過 12個 clock 計數值便會自動加一，當計數暫存器overflow之後便會由0 重新開始計數。由計數器overflow的次數或者是目前的計數值便可以得知實際的時間差值。

(2) 計數器(COUNTER)：利用外部的腳位T0(P3.4)或T1(P3.5)作為上數計數器的觸發源，其餘的功能與計時器完全相同。

##### 2. 計時器 0 工作於模式 1(16 位元)工作原理：

(參考單晶片微電腦 8051/8951 原理與應用(C 語言)第二版-蔡朝洋、蔡承佑 編著一書)



- (1) 由課本得知 TMOD 要設為 0x01
- (2) 使用 12MHz 之石英晶體，計時頻率為  $12\text{MHz} \div 12 = 1\text{MHz}$ ，單位為  $1\mu\text{s}$ ，也就是說，計時器被啟動後每隔  $1\mu\text{s}$  計數值就會+1
- (3) 每當計數值由 0xFFFF 再加一，除了會變成 0x0000 之外，也會使溢位旗標  $\text{TF0} = 1$

- (4) 我們想使計時器每隔 50ms 就使  $TF0 = 1$ ，也就是說  $50ms \div 1\mu s = 50000$ ，因此要設定  $(2^{16} = 65536) - 50000 = 15536 = 0x3CB0$ ，因此  $TH0 = 0x3C$ ， $TL0 = 0xB0$ 。亦可由下列方法做計算：

$$TH0 = (65536 - 50000)/256$$

$$TL0 = (65536 - 50000)\%256$$

## 2. C 語言撰寫說明與中斷寫法：

- (1) 需在程式開頭加入 `#include<reg51.h>` 或是 `#include "REG_MPC82G516.h"`
- (2) 腳位寫法，P1 就寫 P1，P1.2 就寫 P12，其他功能暫存器或旗標名稱寫法與本身一模一樣(例如: TMOD、TF0、TR0)
- (3) 16 進位寫法，以 0x 做開頭進行撰寫，例: TMOD=0x01;
- (4) 中斷函數的宣告格式如下所示：

```
void 中斷函數名稱 (void) interrupt 中斷編號
{
    中斷服務程式
}
```

說明：

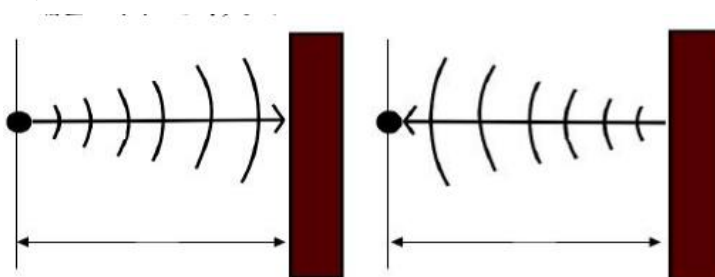
- a. 中斷函數沒有引數也沒有返回值，所以在宣告的格式中，引數及返回值的資料型態都是 void
- b. 中斷函數是在中斷請求產生時由 CPU 自動去執行，其他函數不可以呼叫中斷函數
- c. 各種中斷源的中斷編號

中斷編號	中斷源名稱	中斷向量位址
0	外部中斷 0	0003H
1	計時/計數器 0	000BH
2	外部中斷 1	0013H
3	計時/計數器 1	001BH
4	串列埠	0023H
5	計時/計數器 2	002BH

## 3. 超音波模組之工作原理：

在國中的時候，你一定算過如下之題目：

假設一物體不動並向一牆壁發出聲音，經過 5 秒之後聲音經過牆壁反射後物體接收到當初發出的音波，若實驗時的溫度為  $15^{\circ}\text{C}$ ，試問此物體和 牆壁之間的距離為多少？



由簡單的溫度和聲音速度的物理公式：

$$v = 331 + 0.6T \quad (\text{其中 } v \text{ 為聲音速度, } T \text{ 為攝氏溫度})$$

並且我們知道，在溫度為 15°C 空氣傳播聲音的速度大約為

$$v = 331 + 0.6 \times 15 = 340(m/s)$$

而聲音在行進其間並沒有經過其他介質，因此其速度將維持固定。

利用此結果我們可以計算出，聲音在傳到牆壁以及反射回物體的過程中，經過同樣的距離  $D$ ，所以可以經由速度和距離的關係：

$$v \times t = L \quad (\text{其中 } v \text{ 為聲音速度、} t \text{ 為經過時間、} L \text{ 為經過的距離})$$

可得到

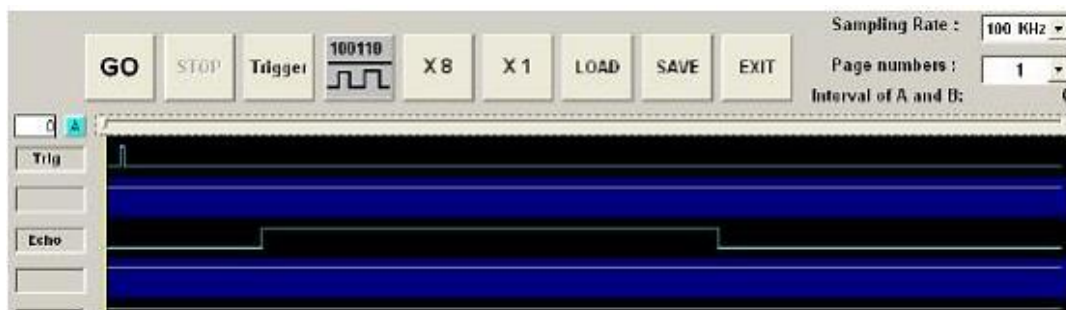
$$340 \times 5 = 2D \rightarrow D = 850(m)$$

因此物體與牆壁的距離為  $850 \div 2 = 425(m)$

好了，我們複習了國中非常基礎的題目，接下來看一下下面這張圖

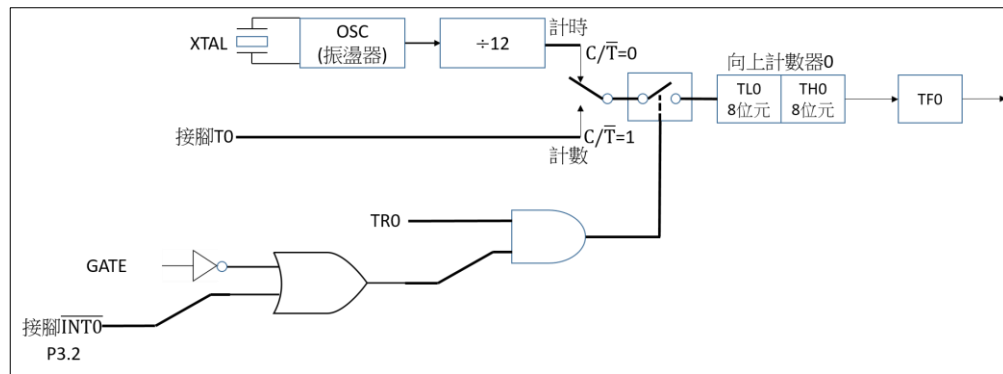


恩，它是一個超音波模組(腳位由左到右分別為 VCC、Trig、Echo、GND)，接著看下面這張圖



我們對 Trig 腳位輸入小脈波訊號(使用前面 Lab 所使用的指撥開關，並將 Trig 接到 JP07 左邊數來第二根腳位)，過一段時間後 Echo 腳位會變為 high，此時會打出超音波訊號，Echo 腳位的 high 會持續一段時間，直到超音波傳回來，腳位才會從 high 變為 low，因此，我們可以計算整個 Echo 腳位 high 的時間，便能得到聲音來回的時間，接著利用上面物理公式，即可算出距離。

## 二、實驗要求



上圖為計時/計數器0工作於模式1之方塊圖，請使用計時器(單位為 $1\mu s$ )的方式計算 Echo腳位的high所持續的時間，並計算出距離顯示在LCM顯示器上。

方法:

將TR0設為1，當Echo腳位(此腳位接到P3.2)變為high，計時器會開始計時，接著利用Falling Edge Trigger的方式，當Echo腳位從high變為low時，進入中斷，設TR0為0(暫停計時)，將值取出，換算時間，並搭配簡單距離換算公式，即可得到結果。

基本題:

顯示以公分為單位的距離(要到小數點第一位)。

進階題:

加入按鈕模組，當按下按鈕可以切換成以公尺為單位的距離(要到小數點第三位)。

#### 四、問題與討論：

1. 如何用C語言設定某腳位為input-only?
2. 在使用C語言時，有R0到R7這些暫存器嗎?
3. 如何使用C語言宣告變數，以及有哪些該注意的地方?
4. 組語有TABLE，那C語言該怎麼實踐?