

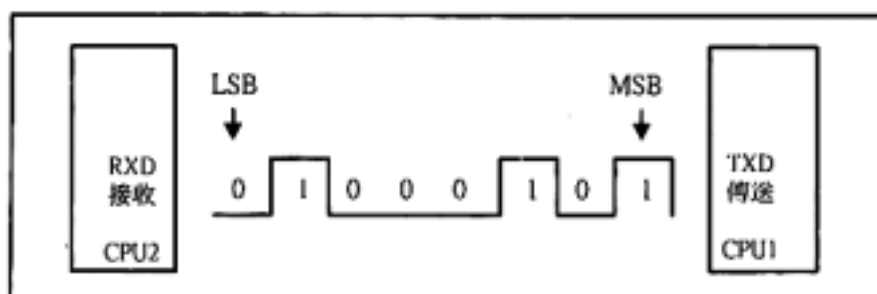
## 實驗五:8051 串列傳輸

8051 內部提供的串列傳輸介面，是一種“非同步式串列資料傳輸”(Universal Asynchronous Receiver Transmitter，簡稱 UART)。

- **UART 資料傳送方式**

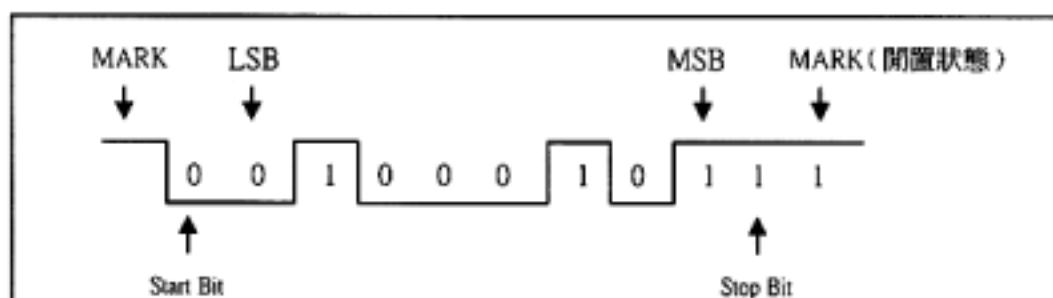
串列傳輸是透過一條傳輸線將資料傳送出去，傳送的方法是使用分時傳送方式，由傳送端每隔一段時間將一 Bit 的資料狀態傳送出去，直到這筆 8Bit 資料傳送完畢為止，如此即完成了一筆資料的傳送工作。而接收端也必須以同樣速度，以分時的方式一個 bit 接一個 bit 的讀入。如下圖所示。

圖一:串列傳送 “10100010” 資料時的脈波



- **UART 資料傳送的同步問題**

UART 的同步方式，是在 8 個資料位元的前面加上一個同步用的起始位元 (Start bit)，以及在 8 個資料位元後面再加上另一個同步用的停止位元 (Stop bit)。並且規定起始位元為“0”，停止位元為“1”。下圖是 UART 傳送一個 byte 的標準樣式。



上圖中可以看到，UART 每傳一個 byte 需花 10 個 bit 的時間(8 個為資料位元及 2 個同步位元)，此種工作效率雖然不高，但是卻可大大提高了串列傳輸的可靠性。

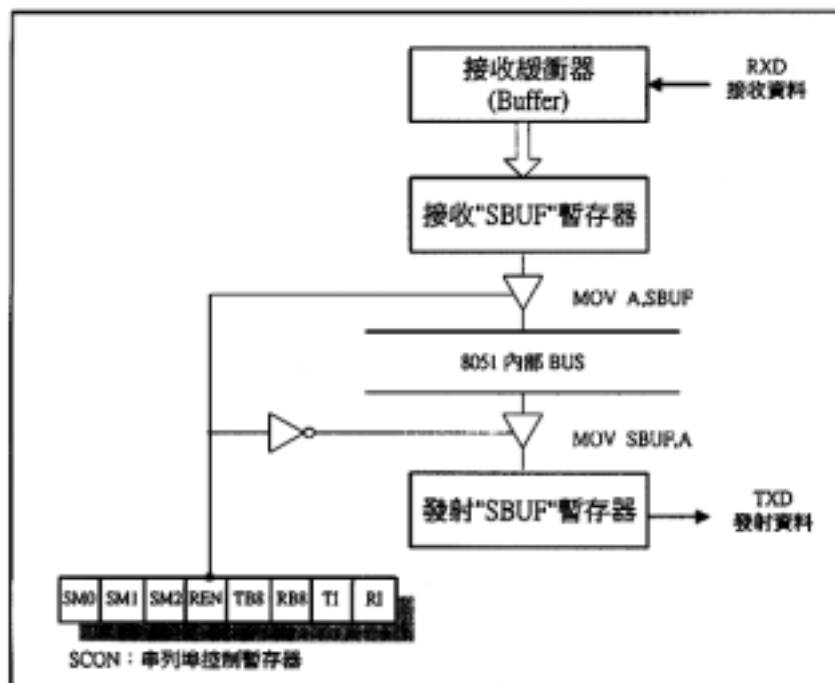
- **傳輸速率**

串列傳輸是以分時的方式，將一個 bit 資料狀態(“0”或“1”)呈現在傳輸線上，如果這個 bit 在傳輸線上呈現的時間越短，則資料傳輸的速度越快，通常是以每秒傳幾個 bit 的方式來衡量傳輸速率，其單位為 bit/sec。我們稱之為位元率(bit rate)或鮑率(Baudrate)。目前較常用的鮑率有 19200、9600、4800、2400、1200。鮑率在通訊協定上是很重要的參數，如果傳送端的傳送資料速度，與接收端的接收資料速度不一樣，那一定無法接收到正確的資料。

## ● 8051 UART 的工作方式

UART 是一個全雙工串列埠，意思是說它可以在同一時間內進行發送與接收的工作。UART 的接收端具有緩衝器(Buffer)的功能，當 UART 接收到一個 Byte 的資料後，會將這個 byte 放在緩衝器中，然後繼續接收下一個 Byte 的資料。但必須注意的是，當第 2 個 byte 被接收完畢時，若第 1 個 byte 尚未被 CPU 提取，則第 1 個 byte 的資料將會被覆蓋掉。所以，在第 2 個 byte 被接收完畢前，就要把第一個 byte 從緩衝器中取出。

UART 與 CPU 之間的溝通都是靠 8051 內部的 SCON 這個 8 位元暫存器。當 8051 要透過 UART 以串列方式傳送一個 Byte 資料出去時，只要將這個 byte 寫入 SBUF 暫存器中，UART 就會將這個 Byte 中的 8 bit 轉換成串列資料從 TXD 腳送出去。而 UART 則透過 RXD 腳接收由外部傳送過來的串列資料，UART 的接收 Buffer 會將這些串列位元集成一個 Byte，然後放到 SBUF 暫存器中等待 CPU 來讀取。



8051 UART 的傳送與接收雖然都是使用 SBUF 暫存器，實際上傳送時所使用的 SBUF 與接收時所使用的 SBUF 是完全獨立的兩個暫存器。8051 是將這兩個不同的暫存器放在相同的記憶體位址上，並使用相同的名稱。CPU

利用讀(Read)與寫(Write)的動作來區分這兩個暫存器，指令”MOV SBUF,A”，CPU 會發出”寫入 Write”的信號，而將要傳送出去的資料放到傳送用的 SBUF。而指令”MOV A,SBUF”，CPU 則會發出”讀取 Read”的信號，去讀取接收用的 SBUF 資料，所以不會互相干擾。

## ● 特殊控制暫存器 SCON(serial control)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	T1	RI

SM0	SM1	模式	
0	0	0	移位暫存器控制 I/O, 鮑率固定為工作頻率/12
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8 位元串列資料傳送, 鮑率由計時器 1 來控制</b>
1	0	2	9 位元串列資料傳送, 可分為兩種, 工作頻率/32 或是工作頻率/64
1	1	3	9 位元串列資料傳送, 鮑率由計時器 1 來控制

SM2	在串列傳輸 2 或 3 模式時, 做多處理機控制功能用
REN	串列界面接收位元, 當 REN=1 時表示接收致能(Enable)
TB8	在模式 2 或 3 時, 所送出之第九資料位元, 可以由軟體指令來做控制設定或消除
RB8	在模式 2 或 3 時, 所送出之第九資料位元, 存放在此位元中
TI	串列傳輸資料發送中斷產生旗號, 當工作於模式 0 時, 送出 8 個資料位元後 TI=1. 而在其他工作模式, 在送出停止位元時, TI 也會被設為 1, 此位元必須由軟體來清除, 所以在傳送完資料後, 要下達"CLR TI"指令來清除 TI 旗號
RI	串列傳輸資料發送中斷產生旗號, 當工作於模式 0 時, 當收到第 8 個串列輸入資料位元後, RI 會設為 1, 在其他工作模式時, 收到停止位元的一半時, 硬體會自動將此位元設為 1, 此位元必須以軟體指令"CLR RI"來清除

## ● 串列傳輸鮑率的設定

8051 串列傳輸鮑率的設定依設定不同的操作模式而定,其中模式 0 及模式 2 屬固定鮑率,而模式 1 及模式 3 為可變鮑率,由計時計數器 1 加以規劃。

模式 0 鮑率設定	在模式 0 的操作下,鮑率是固定的,為工作頻率的 1/12
模式 2 鮑率設定	在模式 2 的操作下,當 SMOD=1,鮑率=(工作頻率)/32. 當 SMOD=0,鮑率=(工作頻率)/64
模式 1 及模式 3 鮑率設定	在模式 1 及模式 3 的操作下,鮑率由 TIMER1 控制且須工作於模式 2,自動重新載入模式(使用 TIMER1 之 TL1,而 TH1 則是在做自動載入計時值的設定。

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}} F_{\text{OSC}}}{(384(256 - \text{TH1}))}$$

$$\text{TH1} = 256 - \frac{2^{\text{SMOD}} F_{\text{OSC}}}{\text{Baud Rate} * 384}$$

8051 在模式 1 及模式 3 計時器自動載入值(放入 TH1 中)如下:

Baud Rate	Freq (Mhz)	SMOD1	TH1	Baud Rate	Freq (Mhz)	SMOD1	TH1
4,800	12	1	F3	9,600	11.059	0	FD
2,400	12	1	E6	4,800	11.059	0	FA
1,200	12	1	CC	2,400	11.059	0	F4
600	12	1	98	1,200	11.059	0	E8
300	12	1	30	600	11.059	0	D0
2,400	12	0	F3	300	11.059	0	A0
1,200	12	0	E6	1,200	6	0	F3
600	12	0	CC	600	6	0	E6
300	12	0	98	300	6	0	CC
				110	6	0	72

## ● UART 模式 1

在 8051 系統中,真正作串列通信用的 UART 是在 MODE1,在此模式中,發射端是 TXD,接收端是 RXD。每次發送或接收以 10 個 bit 為一個單位,其中包含 1 個起始位元("0"),8 個資料位元(D7~D0) D0 最先發送出去,及一個停止位元("1")。

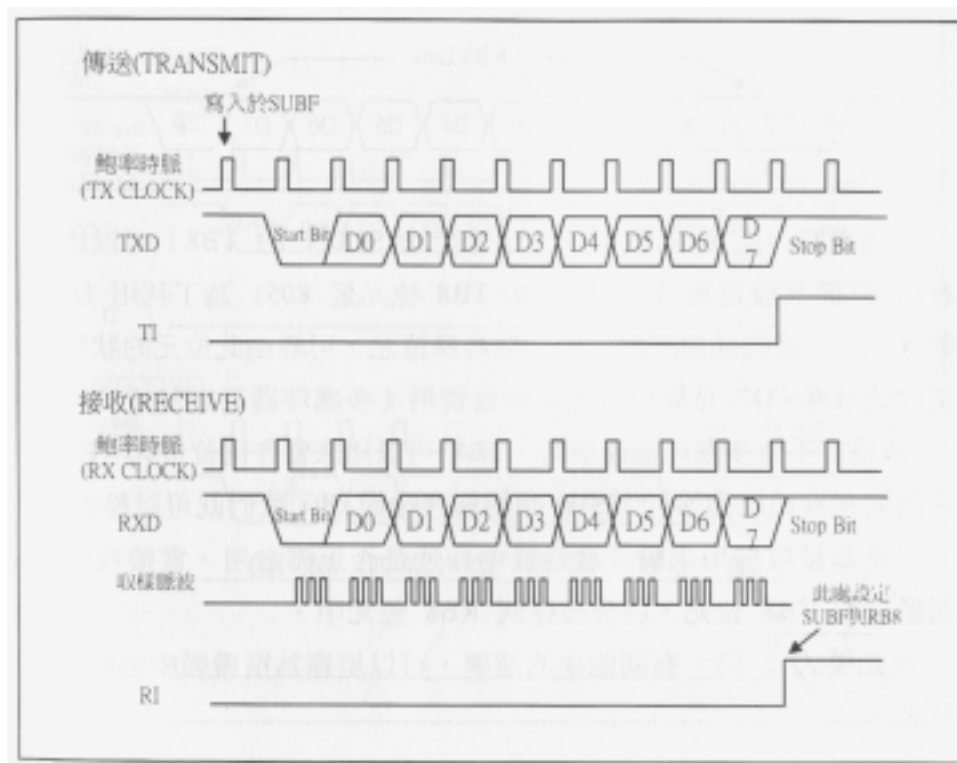
當 UART 的工作模式設定在 MODE1 時，你要將一個 Byte 的資料透過 UART 傳送出去時，你只須將這個 Byte 寫入 SBUF 暫存器，UART 就會自行將這個 Byte 資料轉成串列脈波從 TXD 腳輸出。

當我們透過 UART 欲從 RXD 端接收外面資料時，當接收端檢查到 RXD 接腳上由 1->0 的變化(Start Bit)，就知道即將有 8bit 的串列資料要輸入。

UART 在 MODE1 的串列埠接收資料時，會將停止位元載入到存在於 SCON 暫存器中的 RB8 內。8 個資料位元則載入到 SBUF，形成一個 Byte 的資料。且將 SCON 暫存器中的 RI 旗號設定為 1，等待 CPU 來讀取，因此 CPU 只要檢查 RI 位元就可以決定 SBUF 暫存器中的內容是否有效。

MODE 1 的鮑率是由計時 / 計數器 1(Timer1)的溢位率所控制，因此可由程式設計者自行來規劃設定。

### MODE1 的串列傳送與接收時序圖



### ● RS232 界面

8051 內含的一組全雙功串列傳輸界面，可以同時接收或傳送外部送來的資料。但動作信號為 TTL 準位(0V~5V)。與標準的 RS232 界面並不相容，故必須加上位準轉換 IC(HIN232)，方可與 RS232 介面直接相連。

## ● 程式規劃與設計

串列傳輸的接收與傳送流程圖：

