

دستور کار ۶: ارتباط سریال USART

میکروهای AVR پروتکل‌های ارتباط سریال مختلفی را پشتیبانی می‌کنند. هدف از این آزمایش آشنایی با ارتباط سریال USART و استفاده از آن می‌باشد. در این پروتکل ارتباطی، دو میکروکنترلر یا میکروکنترلر و PC می‌توانند تنها با استفاده از ۳ خط ارتباطی به تبادل داده بپردازند. یکی از این خطوط برای ارسال، خط دوم برای دریافت و خط بعدی زمین مشترک می‌باشد.

۱-۲-۱ ارتباط میکروکنترلر و PC با استفاده از USART

در این بخش از آزمایش، داده توسط کامپیوتر به میکروکنترلر ارسال شده و سپس بر روی LCD نمایش داده خواهد شد.

یک پروژه جدید در نرم‌افزار ایجاد نموده و برنامه زیر را به آن اضافه نمایید. فرکانس کاری میکروکنترلر را 1MHz تنظیم نموده و از پورت A برای LCD استفاده نمایید.

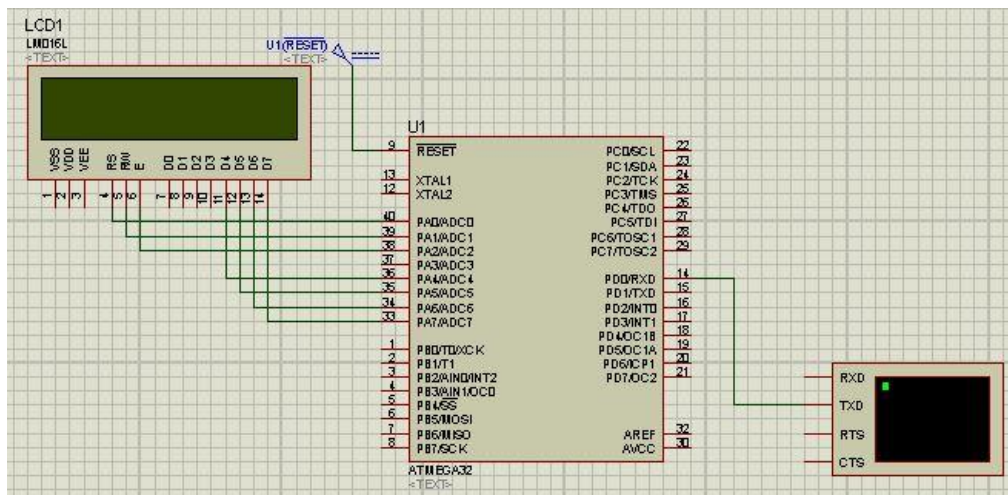
```
#include <mega32.h>
#include <delay.h>
#include <alcd.h>
#include <stdio.h>
char Buf[16];
char Din, Count=0;
void main(void) {
    UCSRA=0x00;
    UCSRB=0x10;
    UCSRC=0xA6;
    UBRRH=0x00;
    UBRL=0x0C;
    lcd_init(16);
    lcd_clear();
    lcd_puts("No Data");
    delay_ms(2000);
    while (1){
        Din = getchar();
        lcd_clear();
        lcd_puts("Input = ");
        lcd_putchar(Din);
        lcd_gotoxy(0,1);
```

```

sprintf(Buf,"Count = %d",Count);
lcd_puts(Buf);
Count++;}}

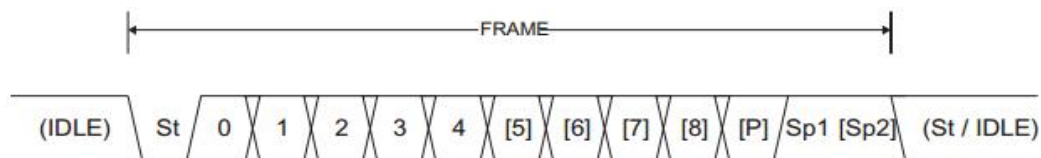
```

در برنامه فوق تنظیمات USART برای نرخ ارسال (Baud Rate) ۴۸۰۰، طول داده ۸ بیت، پیریتی از نوع زوج و تعداد بیت Stop برابر یک قرار داده شده است. در شبیه‌سازی از بلوک Virtual Terminal استفاده نموده و TXD بلوک Virtual Terminal را به RXD میکروکنترلر متصل نمایید. سپس برنامه را اجرا نموده و بر روی برد مورد پیاده‌سازی نمایید.



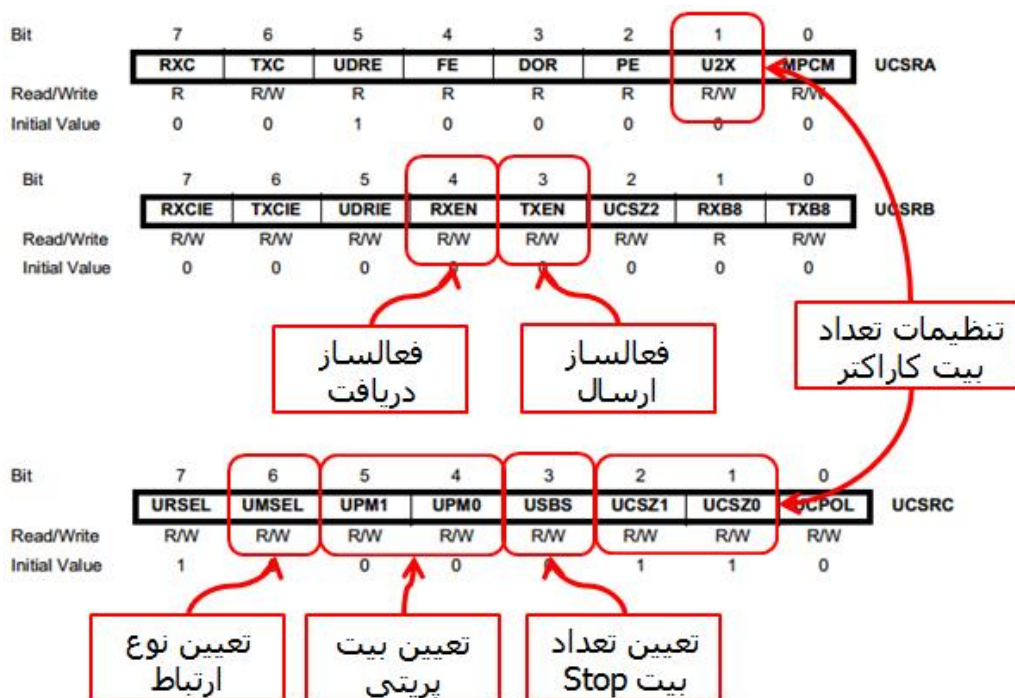
نحوه اتصال Virtual Terminal به میکروکنترلر در محیط Proteus.

ضمیمه: رجیسترهای ارتباط USART



- St** Start bit, always low.
- (n)** Data bits (0 to 8).
- P** Parity bit. Can be odd or even.
- Sp** Stop bit, always high.
- IDLE** No transfers on the communication line (RxD or TxD). An IDLE line must be high.

شکل ۱: فرمت داده در ارتباط USART.



شکل ۲: تنظیمات ارتباط USART توسط رجیسترهای UCSRA، UCSRB و UCSRC.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL	UCSRC
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	1	0	0	0	0	1	1	0	

UMSEL	Mode
0	Asynchronous Operation
1	Synchronous Operation

UPM1	UPM0	Parity Mode
0	0	Disabled
0	1	Reserved
1	0	Enabled, Even Parity
1	1	Enabled, Odd Parity

USBS	Stop Bit(s)
0	1-bit
1	2-bit

شکل الف ۳: جداول تنظیم مود(سنکرون یا آسنکرون)، تنظیم وضعیت بیت پریته و تنظیم تعداد بیت Stop در ارتباط USART.

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	URSEL	-	-	-	UBRR[11:8]				UBRRH
	UBRR[7:0]								UBRRL
	7	6	5	4	3	2	1	0	
Read/Write	R/W	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

شکل ۴: رجیسترهای UBRRH و UBRRL برای تنظیم نرخ ارسال و دریافت (BaudRate).

Operating Mode	Equation for Calculating Baud Rate ⁽¹⁾	Equation for Calculating UBRR Value
Asynchronous Normal Mode (U2X = 0)	$BAUD = \frac{f_{OSC}}{16(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{OSC}}{16BAUD} - 1$
Asynchronous Double Speed Mode (U2X = 1)	$BAUD = \frac{f_{OSC}}{8(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{OSC}}{8BAUD} - 1$
Synchronous Master Mode	$BAUD = \frac{f_{OSC}}{2(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{OSC}}{2BAUD} - 1$

Note: 1. The baud rate is defined to be the transfer rate in bit per second (bps).

BAUD Baud rate (in bits per second, bps)

f_{OSC} System Oscillator clock frequency

UBRR Contents of the UBRRH and UBRL Registers, (0 - 4095)

$$\text{Error}[\%] = \left(\frac{\text{BaudRate}_{\text{Closest Match}}}{\text{BaudRate}} - 1 \right) \cdot 100\%$$

شکل ۵: نحوه محاسبه عدد رجیسترهای UBRR با استفاده از نرخ ارسال و دریافت و فرمول محاسبه مقدار خطا.

Baud Rate (bps)	$f_{osc} = 1.0000 \text{ MHz}$			
	U2X = 0		U2X = 1	
	UBRR	Error	UBRR	Error
2400	25	0.2%	51	0.2%
4800	12	0.2%	25	0.2%
9600	6	-7.0%	12	0.2%
14.4k	3	8.5%	8	-3.5%
19.2k	2	8.5%	6	-7.0%
28.8k	1	8.5%	3	8.5%
38.4k	1	-18.6%	2	8.5%
57.6k	0	8.5%	1	8.5%

شکل ۶: نمونه مقادیر رجیسترهای UBRR برای فرکانس کاری 1MHz میکرو.