



## آزمایش ۴: درگاه ارسال و دریافت سریال داده (UART)

هدف آزمایش: آشنایی با واحد UART و راه اندازی آن در میکروکنترلر STM32F429، آشنایی با استاندارد RS232، دریافت سریال در رایانه با استفاده از نرم افزار MATLAB

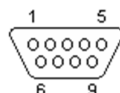
مدت زمان آزمایش: ۴ ساعت 

میکروکنترلر STM32F429ZIT دارای چهار واحد ارسال و دریافت سریال سنکرون/آسنکرون (USART) و چهار واحد ارسال و دریافت سریال آسنکرون (UART) است.

 با مراجعه به راهنمای مرجع میکروکنترلرهای خانواده STM32F429، با واحد USART آشنا شده و رجیسترهای آن را بررسی کنید (فصل ۳۰).

 تحقیق ۱: روش انتقال داده به صورت سریال سنکرون، سریال آسنکرون و موازی را با یکدیگر مقایسه کنید. در ارتباط سریال تفاوت لینک‌های ارتباطی simplex و duplex در چیست؟ مفهوم full duplex و half duplex را شرح دهید.

کانکتور استاندارد مورد استفاده برای ارتباط سریال در رایانه کانکتور DB9 (female) است که در جدول زیر توضیحات پایه‌های آن آورده شده است.



جدول ۳

شماره پایه	نام	جهت	شرح
1	CD	⇐	Carrier Detect
2	RXD	⇐	Receive Data
3	TXD	⇒	Transmit Data
4	DTR	⇒	Data Terminal Ready
5	GND		System Ground
6	DSR	⇐	Data Set Ready
7	RTS	⇒	Request to Send
8	CTS	⇐	Clear to Send
9	RI	⇐	Ring Indicator



تحقیق ۲: در مورد مشخصات الکتریکی استاندارد RS232 مانند سطوح ولتاژ و حداکثر برد تحقیق و گزارش کنید.

سطح ولتاژ خروجی سریال میکروکنترلر بین صفر و ولتاژ تغذیه آن قرار دارد و با سطح ولتاژ استاندارد RS232 که در طرف دیگر، در رایانه به کار گرفته شده است سازگار نیست. برای تبدیل سطح ولتاژ بین میکروکنترلر و رایانه از مبدل‌های سطح ولتاژ مانند MAX232 استفاده می‌شود.



برگه‌ی اطلاعات آی‌سی MAX232 را مطالعه کرده و با ویژگی‌های آن آشنا شوید.

MATLAB قابلیت اتصال به تمامی پورت‌های COM رایانه که آزاد باشند را دارد. برای این کار ابتدا یک شیء پورت سریال با استفاده از دستور زیر ایجاد نمایید. مشخصات ارتباط سریال و شماره پورت COM مورد استفاده‌ی رایانه در ورودی این تابع آورده می‌شود. برای آگاهی از نحوه‌ی اعمال سایر تنظیمات مورد نیاز به راهنمای این تابع در MATLAB مراجعه نمایید.

```
mycom = serial('COM1', 'Baudrate', 9600, 'Parity', 'none')
```

شیء ایجاد شده در اینجا mycom نام دارد. سپس شیء پورت سریال ایجاد شده به صورت زیر باز کنید.

```
fopen(mycom)
```

همواره باید پیش از استفاده از شیء پورت سریال آن را باز کرده و پس از استفاده آن را با دستور fclose ببندید. بعد از باز کردن شیء پورت سریال با استفاده از دستورات fread و fwrite می‌توانید داده‌ها را به صورت باینری به ترتیب ارسال و دریافت کنید.

می‌توانید از قطعه کد زیر برای نوشتن برنامه‌ی مناسب در MATLAB الهام بگیرید.

```
clc
clear all
close all

s=serial('COM7', 'BaudRate', 9600, 'Parity', 'none',
'DataBits', 8, 'StopBits', 1);

set(s, 'InputBufferSize', 1024);

set(s, 'Timeout', 10);

s.terminator = 'LF';

fopen(s);

disp('Recording...');
```

```

A=0;t=1;
while(t<1024)
    a =fread(s,1);
    plot(t,a,'--rs','LineWidth',2,...
        'MarkerEdgeColor','k',...
        'MarkerFaceColor','g',...
        'MarkerSize',5);
    xlabel('Sample No','FontWeight','bold','FontSize',14,'Color', ...
[1 0 0]);
    ylabel('Temperature','FontWeight','bold','FontSize',14,'Color',...
[1 0 0]);
title('Communication of MATLAB and LPC1768 through UART' , ...
'FontSize',15,'Color',[1 0 0]);
    grid on;
    hold on;
    t=t+1;
    drawnow;
end
fclose(s);
delete(s);
clear s;

```

**؟ سوال ۱:** چگونگی تنظیم نرخ ارسال سریال (baud rate) را در واحد USART بیان کنید.

✂ آزمایش ۱: داده‌های مربوط به دو شکل موج سینوسی و مربعی را در یک آرایه ذخیره نمایید. سپس ب.ب.ک. با زدن یکی از کلیدها دادگان مربوط به شکل موج سینوسی و با فشردن کلید دیگر، دادگان مربوط به شکل موج مربعی را از طریق ارسال سریال به رایانه منتقل کند. نتایج را با استفاده از نرم‌افزار MATLAB دریافت کرده و شکل موج‌ها را به صورت زمان-حقیقی ترسیم نمایید.

**توجه ۱:** پیش از استفاده از واحد USART باید کلاک آن را فعال کرده و پایه‌های Rx و Tx را به ترتیب به صورت ورودی (pull-up یا float) و خروجی (push-pull) تنظیم کنید.

**توجه ۲:** پیش از آغاز جلسه‌ی آزمایشگاه از نصب بودن نرم‌افزار MATLAB بر روی رایانه خود مطمئن شوید.

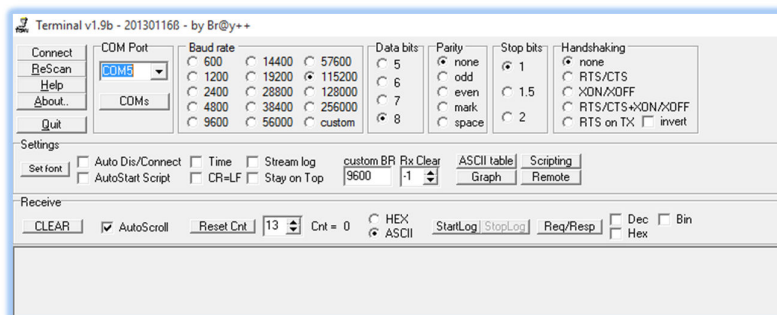
از آنجا که لپ‌تاپ‌های امروز فاقد پورت COM هستند، در برخی موارد از مبدل سریال به USB برای ارتباط با کامپیوتر استفاده می‌شود. این مبدل‌ها از یک سو، یک پورت مجازی COM به رایانه اضافه کرده و از سوی دیگر مسئله‌ی نیاز به استفاده از آی‌سی‌های مبدل سطح ولتاژ مانند MAX232 را برطرف می‌کنند. دو مورد از رایج‌ترین این مبدل‌ها، PL-2303 و FT232 می‌باشند. بنابراین با استفاده از این مبدل‌ها، میکروکنترلر را مستقیماً می‌توان به درگاه یو اس بی متصل نمود.

📖 برگه‌ی اطلاعات آی‌سی PL-2303 را مطالعه کرده و با ویژگی‌های آن آشنا شوید.

🔧 آزمایش ۲: ب.ب.ک LEDهای قرار داده شده بر روی برد آموزشی را روشن و خاموش کند. عملکرد برنامه به این صورت است که با فرستادن فرمان 'right' دیود سمت راست روشن، 'left' دیود سمت چپ روشن، 'both' هر دو دیود روشن و 'off' هر دو خاموش شوند.

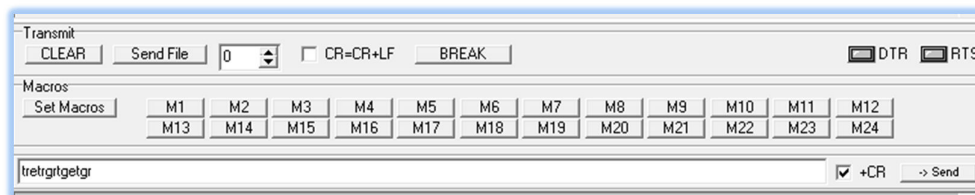
در اینجا می‌خواهیم از نرم‌افزار terminal برای دسترسی و مشاهده‌ی داده‌های دریافت شده از طریق پورت سریال رایانه استفاده نماییم. همچنین می‌توان از پنجره‌ی ترمینال نرم افزار code vision و یا نرم‌افزار MATLAB و یا نرم‌افزارهای مشابه دیگر که توانایی پایش و کنترل پورت سریال را دارند استفاده نمایید.

پس از اجرای برنامه، با تعیین پورت مورد نظر از منوی کشویی و انتخاب پارامترهای مناسب، با زدن کلید Connect پورت باز شده و می‌توانید با آن تبادل اطلاعات کنید. داده‌های دریافتی در پنجره‌ی میانی برنامه نمایش داده می‌شوند.



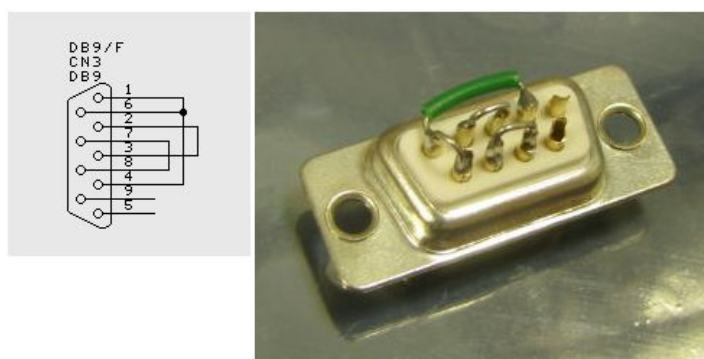
شکل ۸

برای ارسال اطلاعات نیز می‌توانید از قسمت پایینی برنامه استفاده نمایید. با نوشتن عبارت مورد نظر و فشردن کلید Send، متن نوشته شده، ارسال خواهد شد.



شکل ۹

برای بررسی صحت عملکرد پورت سریال کامپیوتر خود، خروجی TXD پورت سریال کامپیوتر را به ورودی RXD وصل نموده (loop back) و سپس از طریق Terminal نام خود را ارسال کنید. در صورت سالم بودن پورت سریال کامپیوتر باید متن ارسالی خود را بر روی پنجره‌ی اصلی برنامه مشاهده کنید.



شکل ۱۰

**؟** سؤال ۲: خطای ارسال / دریافت به چه عواملی در فرستنده و گیرنده بستگی دارد؟

**تحقیق ۳:** چرا در حالتی که هر بسته‌ی ارسال سریال حاوی ۱۱ بیت باشد، خطا نسبت به حالت ۱۰ بیتی بیشتر است؟ 