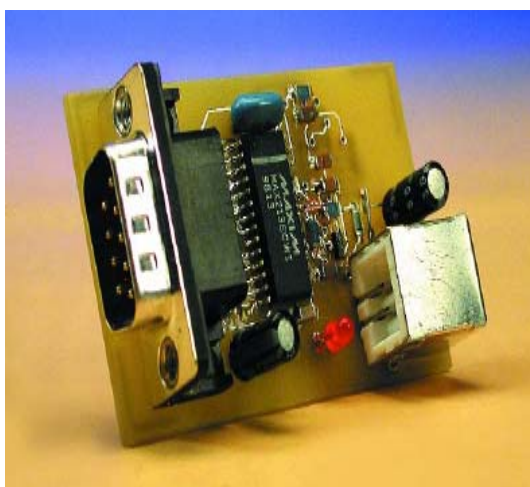


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



## پایانه سریال در چند کلمه

ویرایش اول

برای اینکه چگونگی ارتباط سریال را بهتر درک کنید

فرشید سفیدگران

کارشناس کامپیوتر سخت افزار

۳	..... مقدمه
۳	..... توصیف سخت افزاری استاندارد RS-232
۳	..... سطوح ولتاژ در RS-232
۴	..... امنیت نویز در RS-232
۵	..... فیشهای RS-232
۵	..... نقشه پایه در فیشهای RS-232
۶	..... کابلهای RS-232 Null-Modem
۷	..... توصیفی از کابلهای Null-Modem به همراه Full-Handshaking
۷	..... طول کابل RS-232
۷	..... Baud چیست؟
۸	..... پریتهی
۸	..... انواع پریتهی
۸	..... پریتهی Space و Mark
۸	..... بیت شروع
۸	..... بیت پایان
۸	..... انواع Handshaking در RS-232
۹	..... روش سخت افزاری
۹	..... روش نرم افزاری
۹	..... تبدیل سیگنالهای RS-232 به کمک TTL Max232
۱۰	..... استانداردهای RS422 و RS485
۱۰	..... منابع
۱۰	..... گردآورنده

برقرار کردن ارتباط سخت افزاری با رایانه جدا از مهیج بودن بسیار پر کاربرد و مهم است به همین خاطر استانداردهای بسیاری از سوی صاحبان فناوری تصویب شده و یکی پس از دیگری می آیند و می روند. استاندارد سریال که همان پایانه سریال یا RS232 یا COM در سیستم عامل ویندوز، یکی از راههای ارتباط سخت افزاری با رایانه است که به دلیل سادگی در برنامه نویسی و نیاز نداشتن به درایور نرم افزاری بسیاری از دانشجویان برق و رباتیک و صنعتگران علاقه مند به استفاده از آن هستند ولی این استاندارد دارای محدودیتهایی است که از جمله این محدودیتها پایین بودن سرعت انتقال داده در آن است همچنین امروزه توسط شرکتهای سازنده رایانه دیگر پشتیبانی نمی شود و جای خود را به پایانه پر سرعت USB داده است ولی هنوز در بین مردم و دانشجویان جایگاه خوبی دارد. پایانه USB هم به خاطر پیچیده بودن پروتکل انتقال داده در آن، هنوز نتوانسته بین دانشجویان و صنعتگران که قادرند تخصصی کار کنند جایی باز کند و تکنولوژی آن بیشتر در دست سازندگان بزرگ ابزارهای جانبی است در این کتاب قصد داریم استاندارد سریال یا RS232 را به طور کامل مورد بحث و بررسی قرار دهیم.

## توصیف سخت افزاری استاندارد RS-232

واسط RS-232 به منظور انتقال اطلاعات بین دو دستگاه به حداکثر فاصله ی ۲۰ متر است. ولتاژ مورد استفاده در انتقال اطلاعات ۵ ولت است و داده ها به صورت غیر همزمان منتقل می شوند. انجمن EIA<sup>1</sup> به منظور تصویب استانداردهایی برای انتقال داده ها فعالیت می کند. استانداردهای EIA با دو حرف RS<sup>2</sup> در ابتدای آن علامت گذاری می شوند. RS-232 در سال ۱۹۶۲ معرفی شد و تا سال ۱۹۶۹ سه ویرایش از آن ارائه شد که سومین ویرایش آن RS-232C نام داشت همچنین ویرایش چهارم آن یعنی RS-232D در سال ۱۹۸۷ ارائه شد که از آن با نام دوم EIA-232D هم یاد می شود. در ضمن RS-232 دقیقاً مشابه استانداردهای CCITT V.24/V.28<sup>3</sup> و X.20bis/X.21bis و ISO IS2110 می باشد.

## سطوح ولتاژ در RS-232

در این استاندارد از دوسطح منطقی 1 و 0 استفاده می شود که به سطح منطقی یک، حالت علامت گذار<sup>4</sup> یا وضعیت ساکن<sup>۵</sup> می گویند و به منطق صفر معمولاً حالت آزاد یا فاصله<sup>۶</sup> می گویند. منطق یک نمایانگر سطح منفی و منطق صفر نمایانگر سطح مثبت است.

<sup>1</sup> Electronics Industry Association

<sup>2</sup> استاندارد پیشنهادی  
<sup>3</sup> کمیته مشاوره بین المللی تلگراف و تلفن  
استانداردهای ارائه شده توسط این گروه عبارتند از:

International Telegraph and Telephone Consultative Committee

**Group 3:** The universal protocol for sending FAX documents across telephone lines. The Group 3 protocol specifies CCITT T.4 data compression and a maximum transmission rate of 9,600 baud. There are two levels of resolution: 203 by 98 and 203 by 196.

**Group 4:** A protocol for sending fax documents over ISDN networks. The Group 4 protocol supports images of up to 400 dpi resolution.

**V.21:** The standard for full-duplex communication at 300 baud in Japan and Europe. In the United States, Bell 103 is used in place of V.21.

**V.22:** The standard for half-duplex communication at 1,200 bps in Japan and Europe. In the United States, the protocol defined by Bell 212A is more common.

**V.22bis:** The worldwide standard for full-duplex modems sending and receiving data across telephone lines at 1,200 or 2,400 bps.

**V.29:** The standard for half-duplex modems sending and receiving data across telephone lines at 1,200, 2,400, 4,800, or 9,600 bps. This is the protocol used by fax modems.

**V.32:** The standard for full-duplex modems sending and receiving data across phone lines at 4,800 or 9,600 bps. V.32 modems automatically adjust their transmission speeds based on the quality of the lines.

**V.32bis:** The V.32 protocol extended to speeds of 7,200, 12,000, and 14,400 bps.

**V.34:** The standard for full-duplex modems sending and receiving data across phone lines at up to 28,800 bps. V.34 modems automatically adjust their transmission speeds based on the quality of the lines.

**V.42:** An error-detection standard for high-speed modems. V.42 can be used with digital telephone networks. See MNP for a competing standard.

**V.42bis:** A data compression protocol that can enable modems to achieve a data transfer rate of 34,000 bps.

**V.90:** The standard for full-duplex modems sending and receiving data across phone lines at up to 56,600 bps.

**X.25:** The most popular packet-switching protocol for LANs. Ethernet, for example, is based on the X.25 standard.

**X.400:** The universal protocol for E-Mail. X.400 defines the envelope for e-mail messages so all messages conform to a standard format.

**X.500:** An extension to X.400 that defines addressing formats so all E-Mail systems can be linked together.

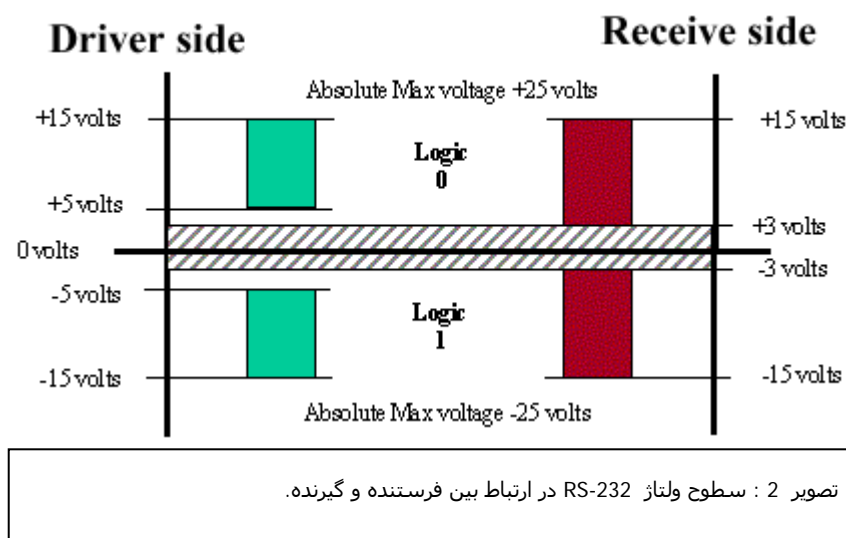
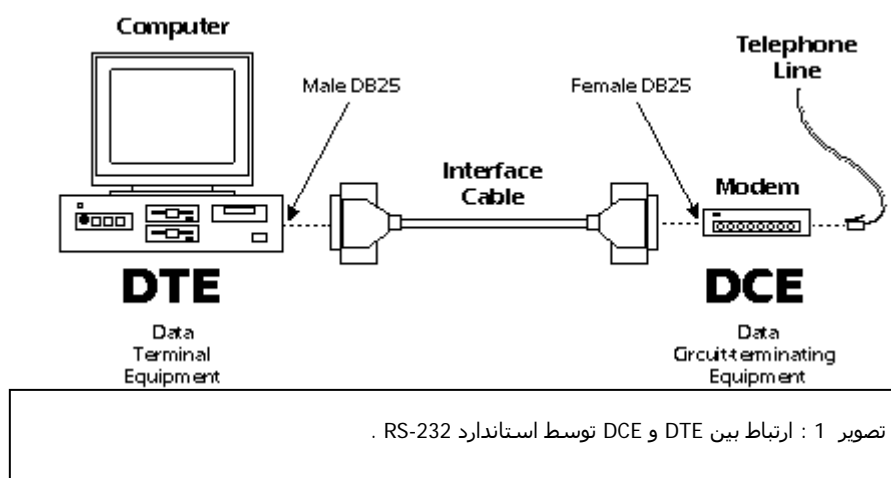
<sup>4</sup> marking estate

Data signals		
Level	Transmitter	Receiver
Logical 0	+5 V to +15 V	+3 V to +25 V
Logical 1	-5 V to -15 V	-3 V to -25 V
Undefined	-3 V to +3 V	

جدول ۱ : سطوح ولتاژ در سیگنال حاوی اطلاعات در استاندارد RS-232 .

### امنیت نویز در RS-232

همانطور که می دانید سیگنالهای الکتریکی در طول کابل با طی فاصله، ضعیف و خراب می شوند که این تاثیر ناشی از میزان ظرفیت خازنی کابل است به طور استاندارد حداکثر ظرفیت خازنی که کابل می تواند داشته باشد 2500pf (پیکو فاراد) است که ظرفیت خازنی هر یک متر از کابل 130 پیکوفاراد است بنابراین حداکثر طولی که می توان برای کابل در نظر گرفت حدود ۱۷ متر است. هدف اصلی از استفاده از این استاندارد ایجاد ارتباط بین یک DTE<sup>۵</sup> و یک DCE<sup>۶</sup> برای انتقال سریال داده هاست.



<sup>5</sup> quiescent state

<sup>6</sup> space estate

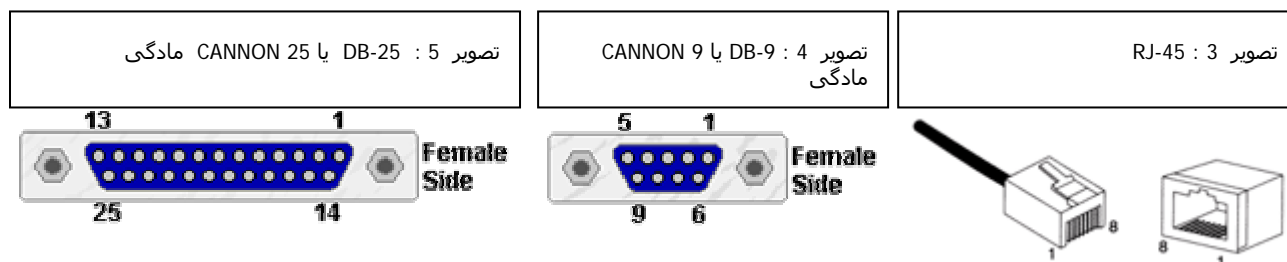
<sup>7</sup> Data Terminal Equipment

<sup>8</sup> Data Circuit-terminating Equipment

## فیشهای RS-232<sup>۹</sup>

ارتباط سریال RS-232 توسط فیشهای مختلف ۹ پایه و ۲۵ پایه ایجاد می شود که انواع آنها به نامهای DB-9 و DB-25 و CANNON ۹ و CANNON ۲۵ و RJ-45 شهرت دارند و هرکدام در دو نوع نرگی<sup>۱۰</sup> و مادگی<sup>۱۱</sup> وجود دارند.

## نقشه پایه در فیشهای RS-232<sup>۱۲</sup>



جدول 2

Cannon 25			
Pin	Name	Direction	Description
1	SHIELD	---	<a href="#">Shield Ground</a>
2	TXD	-->	<a href="#">Transmit Data</a>
3	RXD	<--	<a href="#">Receive Data</a>
4	RTS	-->	<a href="#">Request to Send</a>
5	CTS	<--	<a href="#">Clear to Send</a>
6	DSR	<--	<a href="#">Data Set Ready</a>
7	GND	---	<a href="#">System Ground</a>
8	CD	<--	<a href="#">Carrier Detect</a>
9-19	N/C	-	-
20	DTR	-->	<a href="#">Data Terminal Ready</a>
21	N/C	-	-
22	RI	<--	<a href="#">Ring Indicator</a>
23-25	N/C	-	-

جدول 4

Cannon 9			
Pin	Name	Direction	Description
1	CD	<--	<a href="#">Carrier Detect</a>
2	RXD	<--	<a href="#">Receive Data</a>
3	TXD	-->	<a href="#">Transmit Data</a>
4	DTR	-->	<a href="#">Data Terminal Ready</a>
5	GND	---	<a href="#">System Ground</a>
6	DSR	<--	<a href="#">Data Set Ready</a>
7	RTS	-->	<a href="#">Request to Send</a>
8	CTS	<--	<a href="#">Clear to Send</a>
9	RI	<--	<a href="#">Ring Indicator</a>

جدول 3

RJ-45			
Pin	Name	Direction	Description
1	RI	<--	<a href="#">Ring Indicator</a>
2	CD	<--	<a href="#">Carrier Detect</a>
3	DTR	-->	<a href="#">Data Terminal Ready</a>
4	GND	---	<a href="#">System Ground</a>
5	RxD	<--	<a href="#">Receive Data</a>
6	TxD	-->	<a href="#">Transmit Data</a>
7	CTS	<--	<a href="#">Clear to Send</a>
8	RTS	-->	<a href="#">Request to Send</a>

<sup>9</sup> Connectors

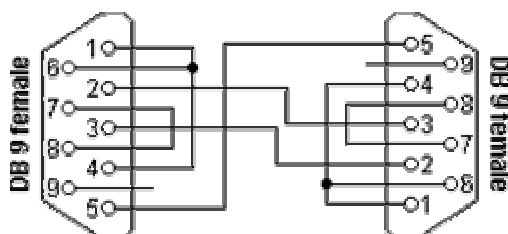
<sup>10</sup> Male

<sup>11</sup> Female

<sup>12</sup> Pin out

## کابل‌های RS-232<sup>13</sup> Null-Modem

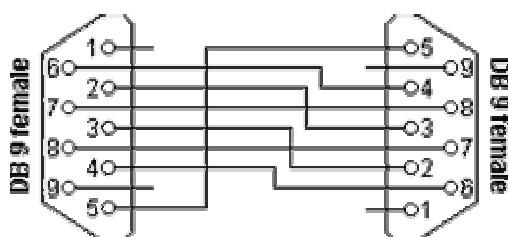
### 3-wire with loopback handshaking



تصویر 6 : 3-wire with loopback handshaking

ابتدا با ملاحظه ی سیگنال DSR یعنی Pin6 متوجه خواهید شد که این پایه آمادگی طرف مقابل را برای ایجاد ارتباط تشخیص می دهد. در تصویر ۱۱ میبینید که این پایه به خروجی DTR یعنی Pin4 پسخورده شده است و این بدین معنی است که نرم افزار قادر به تشخیص آمادگی طرف مقابل را ندارد همچنین ورودی CD یعنی Pin1 هم به آندو متصل است فرض بر این است که هر زمان نرم افزار با نوشتن در خط DSR خواهد وجود ارتباط را چک کند باعث فعال شدن خروجی DTR هم خواهد شد.

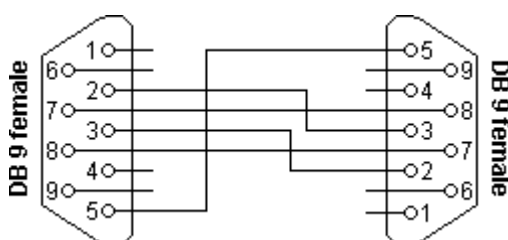
### 7-wire with full handshaking



تصویر 7 : 7-wire with full handshaking

گرانترین کابل‌های Null-Modem مربوط کابل‌هایی است که قادرند ارتباط به صورت Full-Handshaking را بین دو طرف برقرار کنند. در این نوع کابلها ۷ سیم وجود دارد.

### 5-wire cable with handshaking



تصویر 8 : 5-wire cable with handshaking

شما می توانید تعداد زیادی آرایش کابلی به منظور داشتن ارتباط مورد نیازتان داشته باشید و از هر کدام که دوست داشتید استفاده کنید مهم این است که نیاز شما را به خوبی برطرف کند. این نوع کابل‌های Null-Modem فقط از fire wire استفاده می کند. در این نوع سیم بندی سیگنال‌های حاوی داده ها RXD و TXD و GND هستند و سیگنال‌های کنترلی RTS و CTS هم به منظور ارتباط Handshaking استفاده می شوند.

<sup>13</sup> کابلی که از آن به منظور ارتباط دو رایانه بدون نیاز به مودم استفاده می شود.

## توصیفی از کابل‌های Null-Modem به همراه Full-Handshaking

جدول 6 : 9pin D-Sub to 9pin D-Sub

جدول 5 : 25pin D-Sub to 25pin D-Sub

جدول 7 : 9pin D-Sub to 25pin D-Sub

DB9-1		DB9-2		DB25-1		DB25-2		DB9		DB25	
Receive Data	2	3	Transmit Data	Receive Data	3	2	Transmit Data	Receive Data	2	2	Transmit Data
Transmit Data	3	2	Receive Data	Transmit Data	2	3	Receive Data	Transmit Data	3	3	Receive Data
Data Terminal Ready	4	6+1	Data Set Ready + Carrier Detect	Data Terminal Ready	20	6+8	Data Set Ready + Carrier Detect	Data Terminal Ready	4	6+8	Data Set Ready + Carrier Detect
System Ground	5	5	System Ground	System Ground	7	7	System Ground	System Ground	5	7	System Ground
Data Set Ready + Carrier Detect	6+1	4	Data Terminal Ready	Data Set Ready + Carrier Detect	6+8	20	Data Terminal Ready	Data Set Ready + Carrier Detect	6+1	20	Data Terminal Ready
Request to Send	7	8	Clear to Send	Request to Send	4	5	Clear to Send	Request to Send	7	5	Clear to Send
Clear to Send	8	7	Request to Send	Clear to Send	5	4	Request to Send	Clear to Send	8	4	Request to Send

### طول کابل RS-232

طول کابل نقش اساسی در سرعت انتقال داده ها دارد بلندترین کابلها دارای بیشترین ظرفیت خازنی و کمترین سرعت هستند که در نتیجه اغلب برای رساندن شما به هدف نا کارآمد هستند.

### Baud چیست؟

سرعت انتقال داده ها با استاندارد RS-232 با کلمه ی باد بیان می شود بر طبق استاندارد های موجود حداکثر سرعت برابر با ۲۰۰۰۰ باد است اگر چه ابزار های جدید کنونی بسیار بیشتر از این سرعت دارند.

Baud rate [Bd]	Max length [ft]	Max length [m]
19 200	50	15
9 600	500	150
4 800	1 000	300
2 400	3 000	900

جدول 8 : حداکثر طول کابلها برای سرعت‌های مختلف



## پریتهی ۱۴

پریتهی ممکن است فرد یا زوج باشد که قرار دادی است بین گیرنده و فرستنده و به منظور چک کردن خطا و تشخیص آن استفاده می شود. به منظور تشخیص بیت پریتهی پس از اینکه گیرنده شروع به گرفتن داده ها کرد باید تعداد یک ها را در آن بشمارد که نتیجه ی آن بیت پریتهی را می سازد که باید با بیت پریتهی که توسط فرستنده فرستاده شده است چک شود.

## انواع پریتهی

به منظور ایجاد قوانین پریتهی قبل از هر ارتباط باید فرستنده و گیرنده با هم توافق کنند که از کدام نوع پریتهی استفاده کنند فرد یا زوج؟ زمانی که یک دستگاه از پریتهی زوج استفاده می کند باید تعداد یک های داده ها به همراه بیت پریتهی عددی زوج باشد که برعکس همین برای پریتهی فرد صادق است.

## پریتهی Space و Mark

دو نوع پریتهی دیگر در درایور نرم افزاری با نامهای Space و Mark موجود است. این دو نوع برای چک کردن خطا موثر نیستند. Mark یعنی اینکه دستگاه برای همیشه بیت پریتهی را به یک تغییر دهد و Space برای صفر کردن همیشگی پریتهی در دستگاه است.

## بیت شروع ۱۵

خطوط داده همیشه دارای یکی از دو حالت روشن یا خاموش هستند و زمان بیکار<sup>۱۴</sup> بودن خط به طور یکنواخت روشن است به محض ورود داده خط داده خاموش می شود یا صفر می شود که این هما بیت شروع است بنابراین بیتهای پس از بیت شروع هم بیتهای داده هستند.

## بیت پایان ۱۷

از این بیشتر به منظور همزمان کردن فرستنده و گیرنده استفاده می شود فاصله زمانی بین بیتهای شروع و پایان به میزان سرعت باد<sup>۱۵</sup> و تعداد بیتهای پریتهی و داده بستگی دارد و ثابت است. بیت پایان همیشه روشن است و اگر زمانی گیرنده به هنگام دریافت بیت پایان مقدار صفر دریافت کرد باید بداند که خطایی رخ داده است. تعداد بیتهای پایان قابل تنظیم است و در اغلب دستگاهها می تواند مقادیر ۱ و ۱,۵ و ۲ داشته باشد به طور معمول برای داده های ۸ بیتی مقدار یک انتخاب می شود و در صورت انتخاب مقدار ۲ خطایی رخ نمی دهد فقط طول پیغام افزایش یافته است. از مقدار ۱,۵ خیلی کم استفاده می شود و فقط زمانی استفاده از این مقدار برای تعداد بیت پایان ضرورت دارد که تعداد بیتهای داده کمتر از ۷ بیت باشد که در این صورت کاراکترهای اسکی قابل انتقال نخواهند بود بنابراین از این گزینه به ندرت استفاده میشود.

## انواع Handshaking در RS-232

این لفظ بیانگر یک روش بسیار پرکاربرد برای همزمان کردن دو دستگاه در یک ارتباط دو طرفه است که عمدتاً در دو نوع سخت افزاری<sup>۱۹</sup> و نرم افزاری<sup>۲۰</sup> وجود دارد.

<sup>14</sup> Parity

<sup>15</sup> Start Bit

<sup>16</sup> Idle

<sup>17</sup> Stop Bit

<sup>18</sup> Baud rate

<sup>19</sup> Hardware Handshaking

<sup>20</sup> Software Handshaking



## روش سخت افزاری

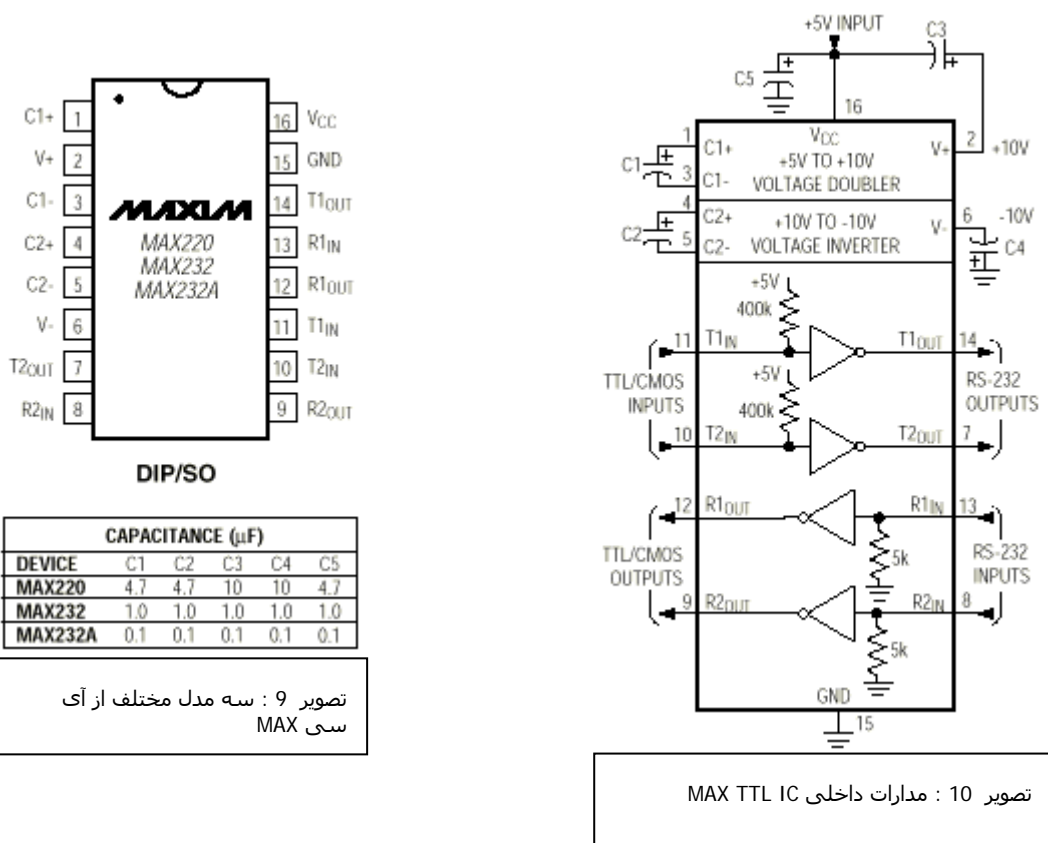
کنترل جریان سخت افزاری معمولا به نام کنترل جریان RTS/CTS<sup>21</sup> شهرت دارد. برای این منظور به ازای هر گروه خطوط داده در کابل این دو سیم وجود دارند. زمانی که رایانه داده ای را جهت ارسال آماده دارد باید سیگنال Request to Send را فعال کند سپس در آنطرف مودم با فعال کردن سیگنال Clear to Send آمادگی خود را برای دریافت داده ها اعلام می کند که رایانه پس از دریافت این سیگنال، داده ها را ارسال می کند.

## روش نرم افزاری

روش کنترل جریان نرم افزاری به نام Xon/Xoff شهرت دارد که شامل دو کاراکتر Xon و Xoff است. از کاراکتر 17 ASCII و Xoff از کاراکتر 19 ASCII استفاده می کند. مودم یک بافر کوچک برای دریافت داده ها در اختیار دارد که هر زمان این بافر پر شد با فرستادن یک کاراکتر Xoff به فرستنده اطلاع می دهد که دیگر داده ای نفرستد. زمانی که بافر آن خالی شد با فرستادن یک کاراکتر Xon به فرستنده می گوید که ادامه ی داده ها را بفرستد. امتیازی که این روش نسبت به روش سخت افزاری دارد این است که برای کنترل جریان نیازی به سیمهای اضافی نیست و ارتباط با دو سیم RXD/TXD برقرار می شود. عیب این روش کند بودن آن است به خاطر اینکه هر کاراکتر در بدترین حالت احتیاج به ۱۰ بیت دارد که این می تواند حین فرستادن Xon و Xoff های متناوب باعث کندی سرعت انتقال شود.

## تبدیل سیگنالهای RS-232 به کمک Max232 TTL

برای بالا بردن امنیت نویز و همچنین فاصله ی بین فرستنده و گیرنده و در نهایت تقویت سیگنال داده ها از مدار مجتمع MAX232 استفاده می شود. پس از اینکه سیگنالهای RXD/TXD و سایر سیگنالهای کنترلی را وارد این آی سی کردیم آنگاه در خروجی آن همان سیگنالها را داریم با این تفاوت که سطح ولتاژ +5- برای منطق LOW و سطح ولتاژ -5- برای منطق High است که این تغییر باعث بالا رفتن امنیت نویز می شود که این مقدار ولتاژ بستگی به نوع MAX دارد که استفاده می کنید با دیدن تصاویر زیر اطلاعات کاملتری از نحوه اتصالات و کار با این آی سی بدست می آورید. نا گفته نماند که اگر می خواهید با تضعیف سیگنال در سیمها مقابله کنید می توانید از MAX220 - MAX249 استفاده کنید به این دلیل که این آی سی ها سطوح ولتاژ گفته شده را تا مقادیر +/-12 ولت تغییر می دهند.



<sup>21</sup> RTS/CTS flow control

## استانداردهای RS485 و RS422

با استاندارد RS232 که کاملاً آشنا هستید و می دانید که در رایانه های شخصی امروزی بسیار زیاد استفاده می شوند البته بدانید که عمر این استانداردها کم کم به سر آمده و جای خود را به پایانه USB می دهند که در مورد این پایانه و پروتکل آن در کتاب الکترونیکی "**USB در چند کلمه**" مفصل صحبت شده است به هر حال استانداردهای RS422 و RS485 بر خلاف RS232 در مقیاسهای صنعتی زیاد به چشم می خورند.

حالا می خواهیم ببینیم که بین RS232 و استانداردهای صنعتی RS422 و RS485 چه تفاوتی وجود دارد. همانطور که می دانید سیگنالهای RS232 توسط ولتاژ با زمین مقایسه می شوند و توسط دو سیگنال گیرنده و فرستنده به منظور ارتباط نقطه به نقطه مانند COM1 رایانه که دستگاههایی از قبیل Mouse و Modem به آن متصل هستند استفاده می شوند و اطلاعات را تا حداکثر به فاصله 30 تا 60 متر منتقل می کنند.

استانداردهای RS422 از روش متفاوتی استفاده می کنند هر سیگنال آنها از یک جفت سیم تابیده شده<sup>22</sup> یا TP استفاده می کنند که سطوح ولتاژ در این جفت سیم تابیده شده تفاضلی<sup>23</sup> هستند به این معنی که اگر ولتاژ لحظه ای در یکی مثبت بود در همان لحظه در دیگری منفی خواهد بود. برای 485 طول کابل حداکثر 1200 متر است و مداراتی که با این استاندارد کار می کنند حداکثر تا 2.5MB/s سرعت دارند.

فکر می کنم مجالی برای صحبت کردن از این دو استاندارد صنعتی در این کتاب نیست و بهتر است که آنها را در کنار دیگر استانداردها و پروتکل‌های انتقال داده صنعتی مانند MODBUS و PROFIBUS و CANOPEN و ... بحث و بررسی کرد.

**قابل توجه صنعتگران، دانشجویان و گروه های رباتیک، مدیران پروژه های مکترونیک و ...**

**اگر متقاضی دریافت مشاوره و هر گونه پشتیبانی علمی در رابطه با چگونگی یک ارتباط راحت با رایانه از طریق پایانه USB هستید و قصد دارید دستگاه خود را از طریق پایانه پر سرعت USB، توسط رایانه کنترل کنید می توانید با پست الکترونیک [Sefidgaran@Gmail.com](mailto:Sefidgaran@Gmail.com) مکاتبه فرمایید تا پس از بررسی سریعاً پاسخ خود را دریافت کنید.**

## منابع

- [1]: <http://www.hw-server.com/>  
[2]: <http://www.nullmodem.com/>  
[3]: <http://www.lvr.com/> Serial Port Complete by Jan Axelson

## گردآورنده

فرشید سفیدگران  
کارشناسی کامپیوتر سخت افزار  
مرداد ۱۳۸۵

Copyright © 2006, Farshid Sefidgaran ([Sefidgaran@Gmail.com](mailto:Sefidgaran@Gmail.com))  
First Release 20 August 2006

<sup>22</sup> Twisted Pair (TP)  
<sup>23</sup> Differential