

فصل سوم

ارتباط سریال

۳-۱- مقدمه و معرفی

به طور کلی انتقال اطلاعات در سیستم های دیجیتال به دو روش موازی و سریال صورت می گیرد. در روش انتقال موازی به هر بیت یک سیم و مسیر جداگانه اختصاص داده می شود. سرعت انتقال در این روش زیاد است. در روش انتقال سریال، داده ها بر روی یک مسیر سوار شده و انتقال می یابند. سرعت انتقال در این روش کمتر است ولی از طرف دیگر وجود تنها یک خط ارتباطی به سیم کشی کمتری احتیاج دارد که آن را برای کاربردهای با مسیرهای طولانی مناسب می سازد. ارتباط سریال خود به دو روش انجام می شود: همگام یا همزمان و غیر همزمان. از این ارتباط در پورت سریال کامپیوتر، ادوات USB مثل صفحه کلید و ... استفاده می شود.

به دلیل آن که در ارتباط سریال از یک مسیر برای ارتباط استفاده می شود، برای یک ارتباط صحیح نیاز است تا به مواردی توجه شود. این ملاحظات عبارتند از :

- هماهنگی سرعت ارسال و دریافت اطلاعات بین فرستنده و گیرنده
- نحوه قاب بندی اطلاعات
- روش های کشف خطا
- کنترل جریان داده

در زیربخش های بعد به توضیح مختصری در مورد هر کدام از موارد فوق پرداخته می شود.

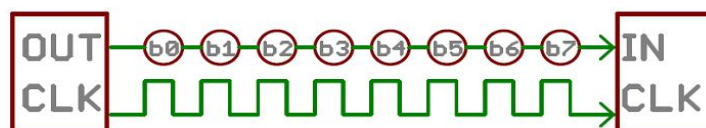
۳-۱-۱- هماهنگی سرعت بین فرستنده و گیرنده

یکی از موارد مهم در ارتباط سریال هماهنگی بین سرعت فرستنده و گیرنده است. اگر سرعت انتقال اطلاعات هماهنگ نباشد، داده ها به درستی منتقل نمی شوند. سرعت ارتباط سریال با واحد بیت بر ثانیه (bps) سنجیده می شود و به آن نرخ بیتی یا نرخ Baud (Baud Rate) گفته می شود.

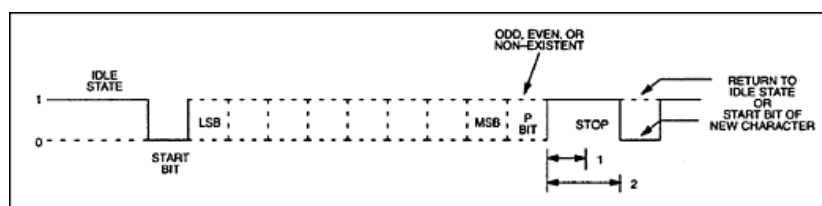
بر این اساس دو روش برای ارتباط سریال وجود دارد: همزمان یا همگام و غیرهمگام.

- ارتباط سریال همگام : در ارتباط سریال همگام، یک پالس ساعت به همراه داده ها فرستاده می شود. گیرنده، خود را با این پالس ساعت هماهنگ می کند و داده ها را در لبه (بالا یا پایین رونده) این پالس دریافت می کند. این لبه معمولاً در وسط زمانی که بیت روی خط وجود دارد، جایی که آن بیت تثبیت

شده است، اتفاق می افتد. در شکل زیر نمونه ای از این روش آورده شده است. در صفحه کلید از این روش استفاده می شود. سرعت این روش از روش دوم می تواند بالاتر باشد.



- ارتباط سریال غیر همگام : در این روش پالس ساعتی وجود ندارد تا گیرنده خود را با آن تنظیم کند. در عوض شکل و قالب بندی داده ها الگوی مشخصی دارد و گیرنده از این الگوی مشخص برای دریافت صحیح داده ها استفاده می کند. اجزای این قالب بندی مشخص عبارتند از: بیت شروع، بیت های داده، بیت توازن، بیت (های) پایان. در پورت سریال کامپیوتر از این روش استفاده می شود. در شکل زیر نمونه ای از این روش نشان داده شده است.



۳-۱-۲- قاب بندی داده ها و روش های کشف خطا

در روش ارتباط سریال همزمان، به دلیل این که از پالس ساعت همراه داده ها استفاده می شود، زمان خواندن هر بیت از اطلاعات از روی خط مشخص است و این ارسال به تولید شکل خاصی برای بسته های اطلاعاتی احتیاجی ندارد. ابتدا و انتهای بسته داده با الگوی خاصی به نام Preamble و Postamble مشخص می شود. گیرنده تا دریافت Preamble منتظر می ماند و سپس تا زمانی که Postamble را از خط دریافت کند، داده ها را می خواند. در روش دیگر، فرستنده پس از ارسال Preamble اندازه بسته ی داده را نیز می فرستد و گیرنده به همان اندازه داده ها را از خط دریافت می کند.

در ارتباط سریال غیر همزمان، فرستنده باید شروع و پایان ارسال اطلاعات را به گیرنده اطلاع دهد و همچنین باید مکانیسمی برای خطایابی باشد. به این عمل در اصطلاح "قاب بندی" اطلاعات گفته می شود. در این روش، استفاده از چنین مکانیسمی برای انتقال صحیح اطلاعات الزامی است.

در ابتدای ارسال که خط داده در حالت بی کاری قرار دارد، مقدار روی خط یک است. برای شروع ارسال داده، فرستنده خط را صفر می کند. این عمل در گیرنده به صورت بیت شروع دریافت می شود. سپس داده بر روی خط قرار داده می شوند. طول داده ها از ۵ تا ۸ بیت متغیر است ولی باید محدود باشد (در بعضی از میکروکنترلرها طول داده به ۹ بیت هم می رسد). دلیل این محدودیت وجود تأخیر روی خط است که می تواند باعث بروز ناهمزمانی بین فرستنده و گیرنده شود. پس از بیت های داده بیت توازن می تواند ارسال شود. این توازن که می تواند زوج یا فرد باشد، برای کشف خطا استفاده می شود. در نهایت یک یا دو بیت توقف به صورت یک کردن خط ارسال می شود. ارسال بیت توقف علاوه بر این که به گیرنده فرصت ثبت داده ها را می دهد، خط داده را برای ارسال بعدی آماده می کند. اگر سرعت انتقال اطلاعات مهم باشد، توصیه می شود از یک بیت توقف و هیچ بیت توازن استفاده شود. واضح است که در این روش سربار اطلاعات بالاست. به این معنی که دو تا چهار بیت اطلاعات، بیت های اضافی مربوط به قاب بندی داده ها هستند. اما به دلیل استفاده از تعداد خطوط داده کمتر، برای کاربردهای طولانی تر و خاص مثل ارتباطات بی سیم مناسب است.

۳-۱-۳- کنترل جریان داده

کنترل جریان داده به این معنی است که آیا گیرنده توانایی دریافت داده بعدی را دارد یا نه. در سیستم های معمول، این کار به دو روش انجام می شود: روش نرم افزاری و روش سخت افزاری. در روش نرم افزاری، هرگاه بافر گیرنده در شرف پر شدن باشد و یا آمادگی دریافت داده جدید را نداشته باشد، این موضوع را با فرستادن کاراکتر خاصی به نام Xoff به اطلاع فرستنده می رساند. فرستنده با دریافت این کاراکتر ارسال داده را متوقف می کند و تا زمانی که گیرنده آمادگی خود را برای دریافت داده جدید توسط کاراکتر Xon اعلام نکند، منتظر می ماند. این روش به Xoff/Xon موسوم است. در مورد روش سخت افزاری بعداً توضیح داده خواهد شد.

۳-۱-۴- پیکره بندی ارتباط سریال

همان طور که تا کنون مشخص شد، برای ایجاد یک ارتباط سریال باید مواردی تعیین شود. به این کار "پیکره بندی" گفته می شود. مواردی که باید مشخص شود عبارت است از :

- گیرنده یا فرستنده بودن دستگاه
- نوع ارتباط سریال (همزمان یا غیرهمزمان)
- نرخ داده (Baud Rate)
- تعداد بیت های داده
- نوع توازن به کار رفته (زوج، فرد، بدون توازن)
- تعداد بیت های توقف (یک یا دو بیت)
- روش کنترل جریان داده

۳-۲- واحد USART در میکروکنترلرهای AVR

در میکروکنترلرهای AVR، قابلیت برقراری ارتباط سریال از طریق واحد سریال USART میسر گشته است. از ویژگی های این واحد می توان به : استفاده از هر دو روش همزمان و غیر همزمان برای انتقال اطلاعات، پشتیبانی از قالب داده ۵ تا ۹ بیت، تولید توازن زوج و فرد و آشکارسازی خطای قالب بندی، حالت ارتباطی چند پردازنده ای، عملکرد همزمان در دو مد Master و Slave و عملکرد غیرهمزمان با سرعت دو برابر، اشاره کرد.

قبل از شروع انتقال داده توسط میکروکنترلر، باید به تنظیم و پیکره بندی اولیه این واحد پرداخت. این کار از طریق مقداردهی صحیح به رجیسترهای مخصوص واحد USART انجام می شود. این رجیسترها عبارتند از: UDR، UCSRA، UCSRB، UCSRC و UBRR. برای اطلاع بیشتر در مورد نقش بیت های هر رجیستر به برگه اطلاعاتی میکروکنترلر مورد نظر مراجعه شود.

برای ارسال اطلاعات توسط میکروکنترلر، پس از پیکره بندی، باید از خالی بودن بافر فرستنده اطمینان حاصل شود (با بررسی رجیستر UCSRA). سپس با بار کردن داده در رجیستر UDR، ارسال داده آغاز می شود.

برای دریافت اطلاعات نیز باید از کامل شدن دریافت داده در رجیستر UDR اطمینان حاصل کرد و سپس آن را خواند. اطلاع از کامل شدن دریافت توسط بررسی رجیستر UCSRA حاصل می شود.

۳-۲-۱- برنامه نویسی USART در نرم افزار Codevision

نرم افزار Codevision کار با واحد سریال میکروکنترلرهای AVR را بسیار ساده کرده است. پیکره بندی ارتباط توسط بخشی از نرم افزار به نام Codewizard به سادگی قابل انجام است. این نرم افزار امکان استفاده از توابع آماده برای ارسال و دریافت اطلاعات را برای کاربر فراهم کرده است. برای استفاده از این توابع باید فایل کتابخانه ای `<stdio.h>` به برنامه الحاق شود.

دو دستور `"getchar()"` و `"putchar()"` از جمله این دستوراتند که به ترتیب برای دریافت و ارسال یک کاراکتر از خط سریال به کار می روند.

در بخش سخت افزار پروژه در مورد ارتباط سریال در میکروکنترلرهای AVR توضیح بیشتری داده می شود.

۳-۳- پورت سریال کامپیوتر

پورت سریال کامپیوتر یکی از گذرگاه های ارتباطی کامپیوتر با محیط خارج است که از انتقال سریال داده ها بهره می گیرد. این پورت ۹ پایه در پشت برد اصلی کامپیوتر قرار گرفته است و به نام های پورت سریال یا پورت COM شناخته می شود. توجه شود که این پورت فقط از امکان ارتباط سریال غیر همگام بهره می برد. در شکل زیر نمونه ای از این پورت مشاهده می شود. قطعه سمت راست به `"male"` و قطعه سمت چپ به `"female"` معروف است. شماره پایه های این پورت در شکل مشخص شده است.



۳-۳-۱- استاندارد ارتباط سریال کامپیوتر

به منظور استاندارد کردن ارتباط سریال بین وسایل مختلف، از پروتکل RS232 استفاده می شود. این پروتکل، شامل قوانینی حاکم بر سخت افزار و سیگنال های داده و کنترلی ارتباط سریال می شود.

- ولتاژهای منطقی در RS۲۳۲ : منطق این استاندارد از ولتاژهای متفاوت با استاندارد TTL استفاده می کند. در استاندارد TTL ولتاژ بین ۰ تا ۸/ ولت به عنوان صفر منطقی و ولتاژ بین ۳ تا ۵ ولت به عنوان یک منطقی تلقی می شود. در استاندارد RS۲۳۲، صفر منطقی ولتاژ بین ۳- تا ۲۵- ولت و یک منطقی ولتاژ بین ۳+ تا ۲۵+ ولت است. بنابراین برای اتصال وسیله ای مانند میکروکنترلر که از استاندارد TTL بهره می برد به پورت سریال کامپیوتر، باید از مبدل سطوح ولتاژ استفاده شود. تراشه MAX۲۳۲ یکی از این مبدل هاست. نمونه ای از مدار تبدیل سطوح ولتاژ در بخش سخت افزار پروژه آورده شده است.
- سیگنال های پروتکل RS۲۳۲ : در جدول زیر اسامی پایه های پورت سریال کامپیوتر به همراه شماره آن مشاهده می شود. این سیگنال ها به انواع طبقه بندی می شوند که به شرح مختصری از آن ها پرداخته می شود.

شماره پایه	عملکرد	جهت سیگنال (از دید کامپیوتر)	نوع سیگنال
۱	Data Carrier Detect (DCD)	ورودی	کنترل
۲	Received Data (RxD)	ورودی	داده
۳	Transmitted Data (TxD)	خروجی	داده
۴	Data Terminal Ready (DTR)	خروجی	کنترل
۵	Ground (Gnd)	-	-
۶	Data Set Ready (DSR)	ورودی	کنترل
۷	Request to Send (RTC)	خروجی	کنترل
۸	Clear To Send (CTC)	ورودی	کنترل
۹	Ring Indicator (RI)	ورودی	کنترل

الف) سیگنال های داده :

- پایه RXT : اطلاعات سریال از طریق این پایه دریافت می شوند.
- پایه TxD : بوسیله این پایه اطلاعات سریال ارسال می شوند.
- پایه Gnd : زمین پورت سریال است.

در ارتباط های معمولی مانند اتصال میکروکنترلر به کامپیوتر، استفاده از این سه پایه کفایت می کند. سایر سیگنال ها که در ادامه توضیح داده می شوند بیشتر برای ارتباط با مودم سریال خارجی به کار می روند.

(ب) سیگنال های اعلام آمادگی ارتباط :

- پایه DCD : هنگام کشف سیگنال حامل معتبر روی خط توسط مودم، از طریق این پایه به کامپیوتر اطلاع داده می شود.
- پایه DTR : وقتی کامپیوتر آماده ارتباط با مودم است این پایه را فعال می کند.
- پایه DSR : وقتی مودم آماده ارتباط با کامپیوتر است این پایه را فعال می کند.
- پایه RI : وقتی مودم سیگنال زنگ را روی خط دریافت می کند، به کامپیوتر اطلاع می دهد تا به آن جواب دهد.

(پ) سیگنال های دست دهی برای کنترل جریان داده :

- پایه RTS : هنگامی که کامپیوتر بخواهد برای مودم بایتی بفرستد، با فعال کردن این پایه از مودم اجازه می گیرد.
- پایه CTS : وقتی مودم سیگنال RTS را دریافت کند، در صورت آمادگی برای دریافت داده، سیگنال CTS را برای کامپیوتر ارسال می کند.

توجه شود که کنترل جریان داده سخت افزاری در کامپیوتر از طریق این دو پایه انجام می شود.

۳-۲-۳- نرم افزار کامپیوتر برای ارتباط با پورت سریال

همانند آنچه در بخش ارتباط سریال در میکروکنترلرها توضیح داده شد، پیکره بندی و به کارگیری پورت سریال کامپیوتر به نرم افزار احتیاج دارد. این کار در سیستم عامل های قدیمی بوسیله برنامه نویسی (به زبان C یا اسمبلی) و بدون واسطه انجام می شد. در سیستم عامل ویندوز xp، نرم افزاری به نام HyperTerminal برای برقراری ارتباط سریال بین دو کامپیوتر به کار برده می شد. در سیستم عامل های کنونی، مخصوصاً سیستم عامل ویندوز، اجازه دسترسی مستقیم به درگاه های I/O کامپیوتر، به منظور حفظ امنیت بیشتر، داده نمی شود. برنامه نویسی پورت در این سیستم عامل ها نیازمند اطلاعات نسبتاً جامعی از زبانهای برنامه نویسی سطح بالاست و دشواری های خاص خود را دارد.

خوشبختانه نرم افزارهایی برای استفاده از این پورت وجود دارند که کار را برای کاربر بسیار ساده می کنند. Labview از جمله این نرم افزارهاست. دستورات قدرتمند آن امکان پیکره بندی، خواندن و نوشتن داده ها را بر روی پورت سریال کامپیوتر فراهم می کنند. در فصل بعدی در مورد این دستورات بیشتر توضیح داده می شود.