

تمرین دوم

سیستم‌های نهفته‌ی بی‌درنگ

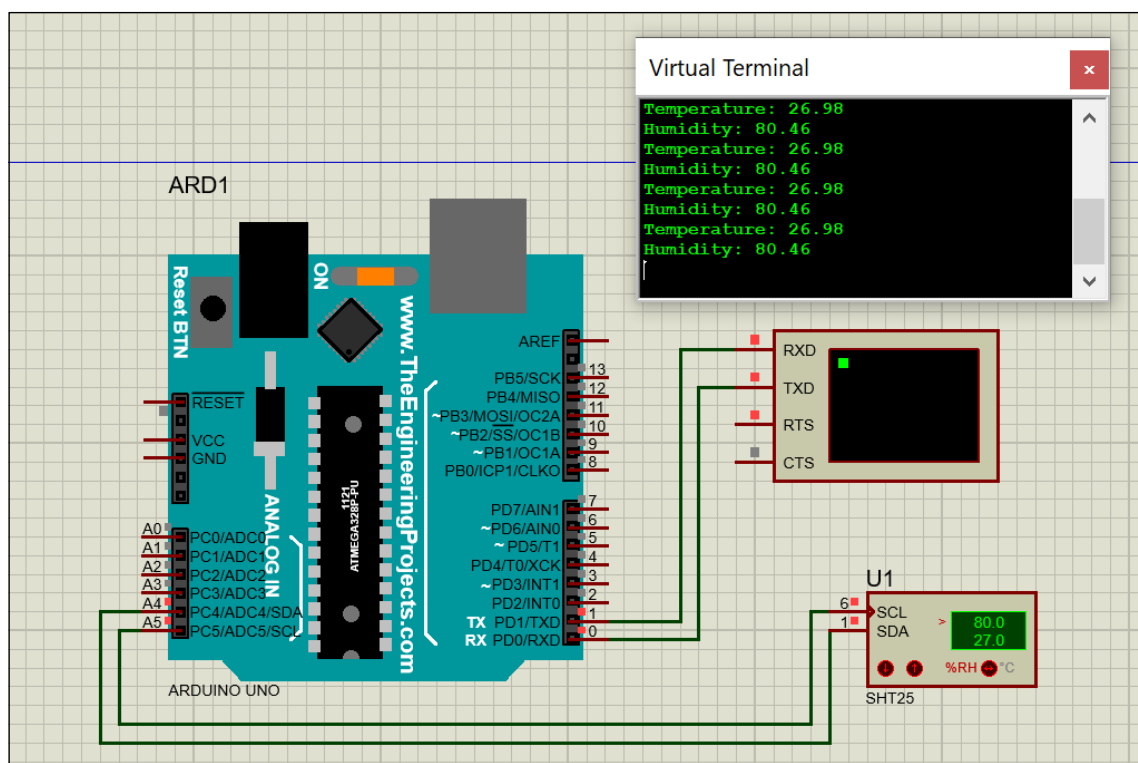
امینه احمدی‌نژاد

شرح تمرین

در این تمرین با سنسورها و پروتکل‌های ارتباطی آشنا می‌شویم و مداری شامل سه آردوینو و سنسورهای تشخیص نور، دما و رطوبت به منظور آبیاری اتوماتیک درست می‌کنیم.

بورد دما و حرارت (TH-Board):

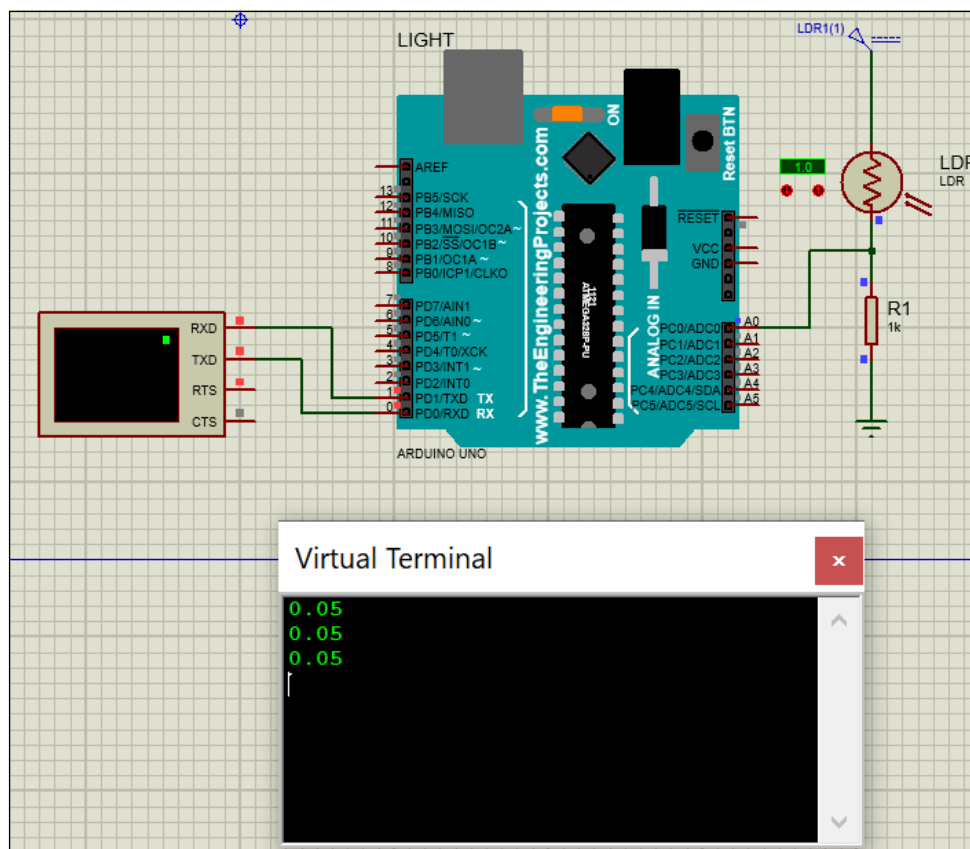
این بورد به ماژول تشخیص دما و رطوبت SHT25 و همچنین ماژول بلوتوث HC-05 وصل می‌شود. در ابتدا برای تست صحت عملکرد سنسور از یک ویرچوال ترمینال استفاده می‌کنیم و دما و رطوبت را چاپ می‌کنیم (شکل ۱).



شکل ۱. بورد متصل به سنسور دما و رطوبت

بورد نور (Light-Board):

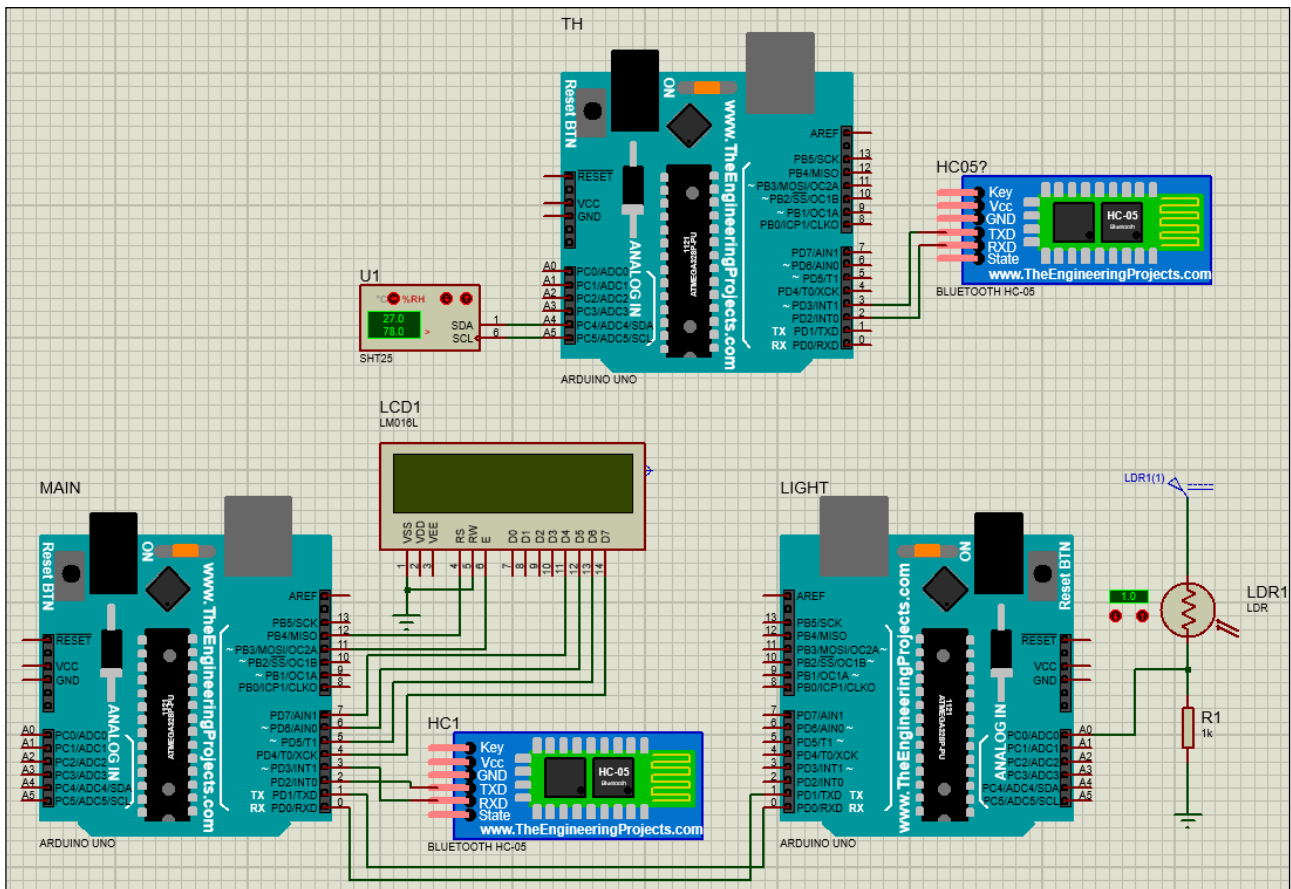
برای این بورد از ماژول LDR استفاده کرده و عدد خوانده شده را مثل قبل چاپ می‌کنیم (شکل ۲).



شکل ۲. بورد متصل به سنسور نور

برد اصلی (Main-Board):

این برد با ماژول بلوتوث به TH-Board و با ارتباط سریال و کتابخانه‌ی SoftwareSerial در آردوینو به Light-Board متصل می‌شود. با گرفتن دما و رطوبت و نور، طبق حالت‌های صورت سوال آبیاری می‌کند (شکل ۳).



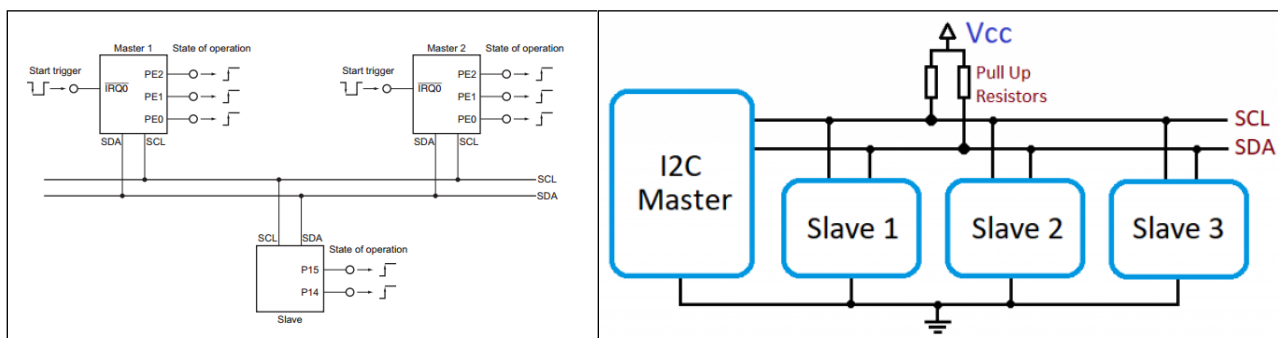
شکل ۳. شماتیک کلی در پروتئوس

سوالات

۱. پروتکل I2C قابلیت اتصال multi masters - multi slaves را دارد. توضیح دهید مشکلات پیش روی این حالت چیست؟ و این پروتکل چگونه آن را حل کرده است؟

از مشکلات I2C تشخیص اینکه master به کدام slave می‌خواهد وصل شود (شکل ۴) و یا اینکه کدام master می‌تواند به slave وصل شود (شکل ۵) است. برای مورد اول master آدرس slave که می‌خواهد با آن ارتباط برقرار کند را می‌فرستد و آن slave با دریافت و تطبیق آدرس خود ارتباط را شروع می‌کند. در حالت دوم bus که masterها را به slave وصل می‌کند بررسی می‌شود. در صورتی که مقدار این bus صفر باشد یعنی slave دارد

با master دیگری ارتباط برقرار می‌کند. بنابراین صبر کرده و پس از مدتی دوباره چک می‌کند. در غیر این صورت bus را صفر می‌کند تا masterهای دیگر مزاحمت ایجاد نکنند و ارتباط را برقرار می‌کند.

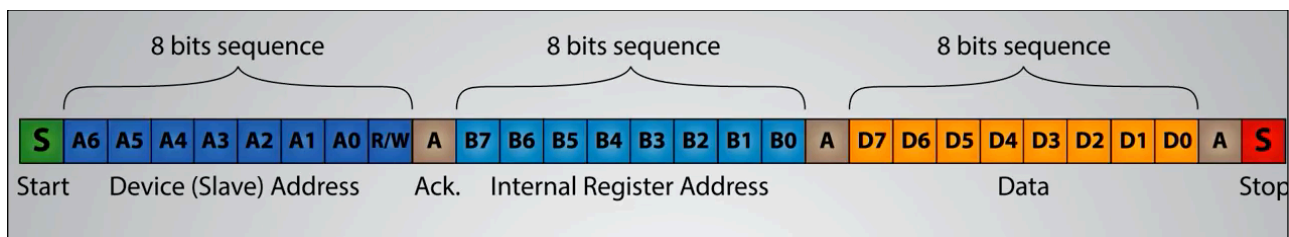


شکل ۵. multi-master

شکل ۴. multi-slave

۲. مراحل ارتباط دو دستگاه به یکدیگر از طریق این پروتکل (I2C) را بیان کنید.

این پروتکل از دو سیم ارتباطی SDA، برای ارسال و گرفتن داده بین slave و master، و SCL برای هماهنگی کلاک استفاده می‌کند. I2C یک پروتکل ارتباطی سریال است و داده را بیت به بیت از سیم SDA می‌فرستد. در این روش داده به فریم‌هایی تقسیم می‌شود و فرستاده می‌شود (شکل ۶). فریم اول آدرس slave را به صورت باینری دارد و فریم‌های بعدی حاوی داده هستند. هر پیغام شامل بیت‌های شروع و پایان و read/write و ack/nack نیز هستند.



شکل ۶. داده در پروتکل I2C

۳. در اتصال UART، نقش پارامتر baud rate چیست؟ و به چه دلیل این پارامتر اهمیت پیدا می‌کند؟

این پارامتر نشان‌دهنده نرخ ارسال و دریافت اطلاعات بر حسب بیت بر ثانیه است. این نرخ که به وسیله کلاک مشخص می‌شود و قابل تغییر است.

۶. هرکدام از روش‌های I2C و UART مزایا و معایبی دارند، این دو را با هم مقایسه کنید و برتری‌های هر یک را برشمارید.

سرعت انتقال I2C قابل تغییر است و می‌توانیم آن را کم و زیاد کنیم. UART برای ارتباط point to point است در صورتی که I2C با bus کار می‌کند. UART بر خلاف I2C پروتکل ارتباطی نیست و قواعدی برای master / slave ندارد، در عوض می‌تواند برای انتقال از راه دور استفاده شود.

۷. در مورد سریال نرم‌افزاری و نحوه‌ی کار آن توضیح مختصری دهید. محدودیت‌های آن نسبت به سریال سخت‌افزاری چیست؟

تمامی میکرو کنترلرهای Atmel (که در آردوینو هم هست) شامل USART هستند که قسمتی سخت‌افزاری برای ارتباط سریال هستند. پین‌های این قسمت مشخص هستند و قابل تغییر نیستند. در صورتی که بخواهیم بیش از یک ارتباط سریال داشته باشیم از سریال نرم‌افزاری استفاده می‌کنیم. یعنی با کتابخانه‌ی SoftwareSerial کار USART را شبیه‌سازی می‌کند. یک برتری این روش این است که می‌توانیم پین دلخواه را انتخاب کنیم.

۸. نحوه کارکرد سنسور نورسنج گفته شده را توضیح دهید. دقت این سنسور در چه حدودی است؟ حداقل شدت نور لازم برای دریافت داده‌ی صحیح از این سنسور و بیشترین شدت نوری که می‌تواند پوشش دهد تقریباً چقدر است؟

مقاومت وابسته یا حساس به نور (LDR) از یک قطعه نیمه‌هادی مانند سولفید کادمیوم ساخته شده که مقاومت الکتریکی آن از چند هزار اهم در تاریکی تا چند صد اهم وقتی نور به آن تابانده شده و زوج حفره-الکترون در ماده تشکیل شود تغییر می‌کند. در یک LDR، با افزایش شدت نور، مقاومت کاهش یافته و رسانایی زیاد می‌شود. همچنین، سلول‌های مقاومتی نوری به یک پاسخ زمانی طولانی در حد چند ثانیه نیاز دارند تا به تغییر شدت نور پاسخ دهند.

۹. اگر نیازمند به اتصال چند سنسور مختلف که با پروتکل I2C استفاده می‌کنند بشویم آیا در پیاده‌سازی با مشکلی روبرو میشویم؟ حال اگر دو سنسور از یک نوع (مثلاً دو تا سنسور MPU6050) داشته باشیم چطور؟ اگر سه تا از این سنسور داشته باشیم چطور؟ (جواب به ترتیب خیر، خیر، بله است! توضیح دهید چرا)

در مورد اتصال سنسورهای مختلف، چون هر یک آدرس جداگانه‌ای دارند این کار امکان‌پذیر است. در صورتی که چندین سنسور یکسان داشته باشیم آدرس آنها یکسان است و باید از مولتی‌پلکسر برای تفکیک آنها استفاده کنیم.

۱۰. طراحی مفهومی این تمرین را مانند نمونه‌های که در تمرین اول دیدید رسم کنید.

به شکل‌های ۱ تا ۳ مراجعه شود.

- <https://www.youtube.com/watch?v=DsSBTYbXAKg>
- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/ baud-rate>
- <https://arduino.stackexchange.com/questions/3996/difference-between-softwareserial-and-serial>
- <https://blog.faradars.org/سنسور-نور/>
- <https://www.bluedot.space/tutorials/connect-multiple-sensors-using-i2c-/multiplexer>