

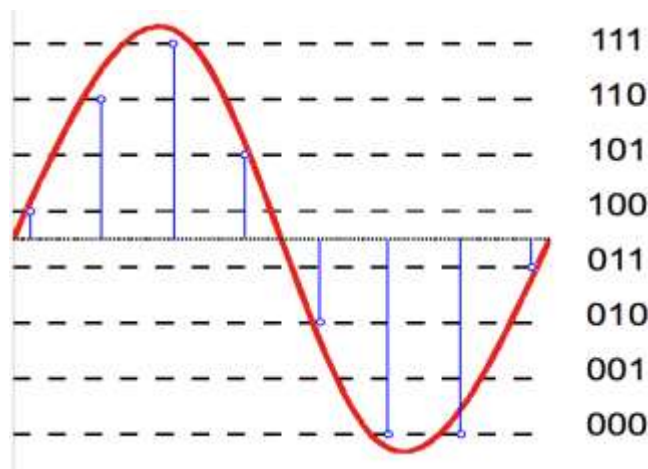
۱. در مورد مقادیر آنالوگ و دیجیتال به سوال‌های زیر با توضیح کافی پاسخ دهید.

A. تفاوت مقدار آنالوگ و دیجیتال در چیست؟

مقادیر آنالوگ، مقادیر ولتاژی و به صورت پیوسته هستند. در مقابل، دیجیتال مقادیری گسسته با مقادیر منطقی ۰ و ۱ هستند می‌باشند. معمولاً بازه بین ۰ تا ۲ ولت به ۰ منطقی و بازه ۲ تا ۵ ولت به ۱ منطقی تبدیل می‌شود.

B. در ریزپردازنده‌ها چگونه می‌توان مقدار آنالوگ را به دیجیتال تبدیل کرد؟

در ریزپردازنده‌ها با استفاده از واحد ADC یا Analog to Digital Converter می‌توان مقادیر آنالوگ ولتاژی را به مقادیر گسسته تبدیل نمود. نحوه کار ADC به این صورت است که در بازه‌های زمانی مشخص از مقادیر ولتاژ یا آنالوگ نمونه برداری می‌شود و با توجه به رزولوشنی که برای این واحد تعیین شده است (مثلاً رزولوشن ۸ بیتی sample های آنالوگ را به مقادیر دیجیتال بین ۰ تا ۲۵۵ تقسیم میکند. همچنین رزولوشن ۱۰ بیتی این مقادیر را در بازه ۰ تا ۱۰۲۳ می‌آورد) مقادیر ولتاژی را به مقادیر دیجیتال تبدیل مینماید. در شکل زیر خط‌های عمودی نرخ نمونه برداری و خط‌های افقی رزولوشن را نمایش میدهند. از آنجایی که ولتاژ ورودی به ۸ سطح دیجیتالی تقسیم شده است پس رزولوشن در این مثال ۳ بیتی است. هرچقدر رزولوشن واحد ADC بیشتر باشد دقت آن افزایش می‌یابد. منحنی قرمز رنگ در شکل زیر ورودی آنالوگ است.



C. فرض کنید یک مدار با زمین<sup>۱</sup> ۰ ولت و بیشینه ولتاژ ۳,۳ ولت داریم. مقادیر آنالوگ و دیجیتال در این مدار در چه بازه‌ایی می‌تواند باشد و چه مقادیری را اختیار می‌کند؟

از آنجایی که مقادیر آنالوگ همان مقادیر ولتاژی هستند، پس تغییرات مقدار آنالوگ نمی‌تواند از بازه ولتاژ مدار که در این سوال ۰ و ۳,۳ ولت است بیشتر یا کمتر شود. پس مقادیر آنالوگ در بازه ۰ تا ۳,۳ ولت می‌باشد. وابسته به مقدار رزولوشن یا  $m$  مقادیر گسسته بین ۰ تا  $2^m - 1$  خواهد بود.

۲. در یک خانه هوشمند یک پهنکه با بیشینه توان ۲۰۰ دور بر دقیقه وجود دارد. با فرض اینکه مقدار دور بر دقیقه و ولتاژ ورودی به پهنکه رابطه خطی داشته باشند و فرکانس PWM<sup>۲</sup> میکروکنترلر برابر 500Hz باشد برای اینکه پهنکه ۸۰ دور در دقیقه بچرخد مقدار duty cycle را بر حسب درصد و همچنین زمان در یک دوره زمانی محاسبه کنید. اگر بخواهیم در کد از تابع `analogWrite()` استفاده کنیم برای رسیدن به ۸۰ دور در دقیقه باید چه مقداری (بین ۰ تا ۲۵۵) به تابع بدهیم؟

مقدار duty cycle:

در صورتی که دیوتی سیکل ۱۰۰٪ باشد پهنکه با ۲۰۰ دور بر دقیقه چرخش میکند. اگر دیوتی سیکل ۴۰٪ باشد پهنکه نمی‌چرخد. پس با توجه به این که مقدار دور بر دقیقه و ولتاژ ورودی رابطه خطی دارند با استفاده از نسبت و تناسب برای رسیدن به ۸۰ دور بر دقیقه دیوتی سیکل برابر با ۴۰٪ می‌باشد.

زمان یک دوره زمانی:

$$T = 1/f = 1/500$$

<sup>1</sup> ground

<sup>2</sup> Pulse-width modulation

مدت زمان ۱ بودن در یک بازه زمانی:

$$0.4 * 1/500$$

مدت زمان صفر بودن در یک بازه زمانی:

$$0.6 * 1/500$$

مقدار pwm:

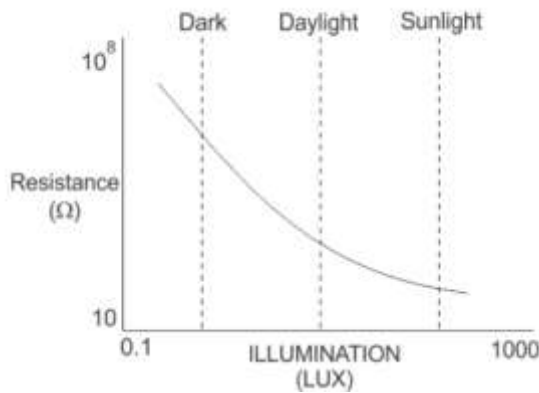
$$40\% * 255 = 102$$

۳. درمورد مقاومت LDR به سوال های زیر پاسخ دهید

A. در مورد مقاومت LDR تحقیق کرده و توضیح دهید نحوه کار آن چگونه است.

مقاومت وابسته به نور یا LDR که مخفف کلمات Light Dependent Resistor می باشد ، با اسامی مختلفی شناخته می شود از قبیل مقاومت نوری، هادی نوری و سلول حساس به نور که به عنوان فتوسل نیز نام برده می شود. شاید نام فتوسل بیشترین استفاده را در دستورالعمل ها و دیتا شیت های تجهیزات خانگی داشته باشد. مقاومت نوری یا مقاومت حساس به نور (LDR) به عنوان یک عنصر حساس به نور ارزان قیمت استفاده های زیادی دارد و برای سالهای طولانی در نور سنج های عکاسی و سایر کاربردها مانند دتکتورهای شعله و دود، دزد گیرها، دستگاه های کارت خوان و کنترل کننده های نور برای روشنایی خیابان ها مورد استفاده قرار گرفته است. در اکثر مقاله ها به جای عبارت مقاومت نوری از عبارت فتوسل استفاده می شود، به دلیل اینکه این نام متداول تر است.

مقاومت های نوری (LDR ها) وسیله های وابسته به نور هستند که با تابش نور بر روی آن ها مقاومت آن ها کاهش می یابد و در تاریکی افزایش می یابد. وقتی یک مقاومت وابسته به نور در تاریکی نگه داشته شود، مقاومت آن بسیار زیاد است.



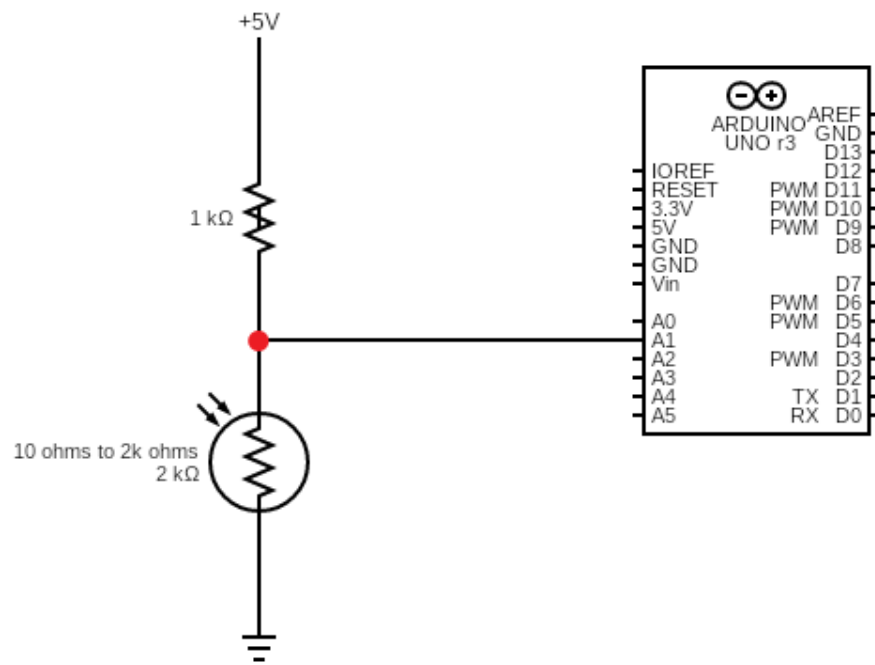
B. با توجه به مدار شکل ۱ به سوال های زیر پاسخ کامل دهید

i. مدار مشخص شده در شکل ۱ را به طور کامل تحلیل کنید و مشخص کنید چه کاری

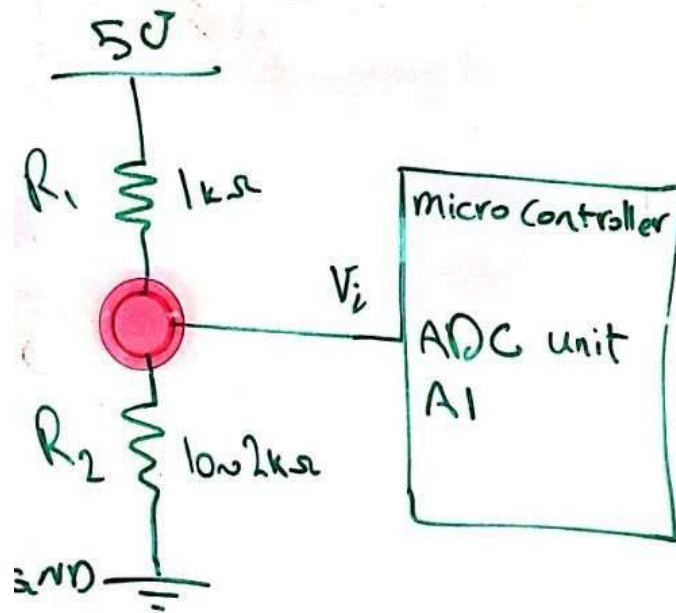
انجام می دهد. (پین A1 یک پین ADC است)

این مدار، مدار تشخیص شدت نور است. نحوه کار به این صورت است که با تغییر شدت نور تابیده شده به مقاومت LDR مقدار مقاومت آن تغییر میکند. در صورتی که نور تابیده شده کم باشد مقاومت LDR زیاد و در صورتی که شدت نور تابیده شده زیاد شود مقدار مقاومت LDR کم می شود. با توجه به قانون اهم ( $V = RI$ ) با تغییر مقدار مقاومت ولتاژ اعمال شده در نقطه قرمز رنگ مشخص شده بر روی شکل نیز تغییر میکند. با تشخیص این تغییرات در ولتاژ می توان شدت نور محیط را تشخیص داد.

ii. مقدار ولتاژ کمینه و بیشینه ای که بر روی پین A1 قرار می گیرد را محاسبه کنید



شکل ۱ - مدار LDR



① کمینه مقدار مقاومت LDR ←

$$R_T = R_1 + R_2 = 1000\Omega + 10\Omega = 1010\Omega$$

$$I = \frac{V_{CC}}{R_T} = \frac{5}{1010} \rightarrow I \approx 4.9\text{mA} \rightarrow \text{مقدار جریان}$$

$$V_{R_1} = 1000 \times 4.9\text{mA} = 4.9\text{V} \quad V_{R_2} = 5 - 4.9 = 0.1\text{V}$$

$$V_i = V_{R_2} = 0.1\text{V}$$

② کمینه مقدار مقاومت LDR ←

$$R_T = R_1 + R_2 = 1k\Omega + 2k\Omega = 3k\Omega$$

$$I = \frac{V_{CC}}{R_T} = \frac{5}{3000} \approx 1.7\text{mA} \rightarrow \text{جریان}$$

$$V_{R_1} = 1000 \times 1.7\text{mA} = 1.7\text{V}$$

$$V_{R_2} = 2000 \times 1.7\text{mA} = 3.3\text{V}$$

$$V_i = V_{R_2} = 3.3\text{V}$$