

پاسخ تمرین سری پنجم مبانی سیستم‌های نهفته و بیدرنگ

۱. با توجه به اینکه سیگنال ورودی از مجموع دو موج سینوسی تشکیل شده، طبق نظریه‌ی نایکوئیست برای اینکه بتوان سیگنال را درست بازسازی کرد، باید نرخ بازسازی حداقل دو برابر فرکانس بزرگترین موج باشد. که در اینجا:

$$2 * 2 = 4 > 3.5$$

پس نمی‌توان با این نرخ نمونه‌برداری، سیگنال اصلی را بازسازی کرد و ممکن است پدیده‌ی Aliasing رخ دهد.

۲. الف) طبق فرمول تعریف شده برای گذردهی داریم:

$$\text{Throughput} = \text{Sample rate} * \text{Byte depth} * \text{Number of channels} = 44100 * 16 * 2 = 1411200 \text{ byte/s}$$

ب) از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{Bus Width} = \text{clock frequency} / (\text{burst length} * (D + O))$$

که در حالت عادی burst length برابر با ۱ است:

$$20 / 2 = 10$$

ج) همان فرمول قسمت قبل است:

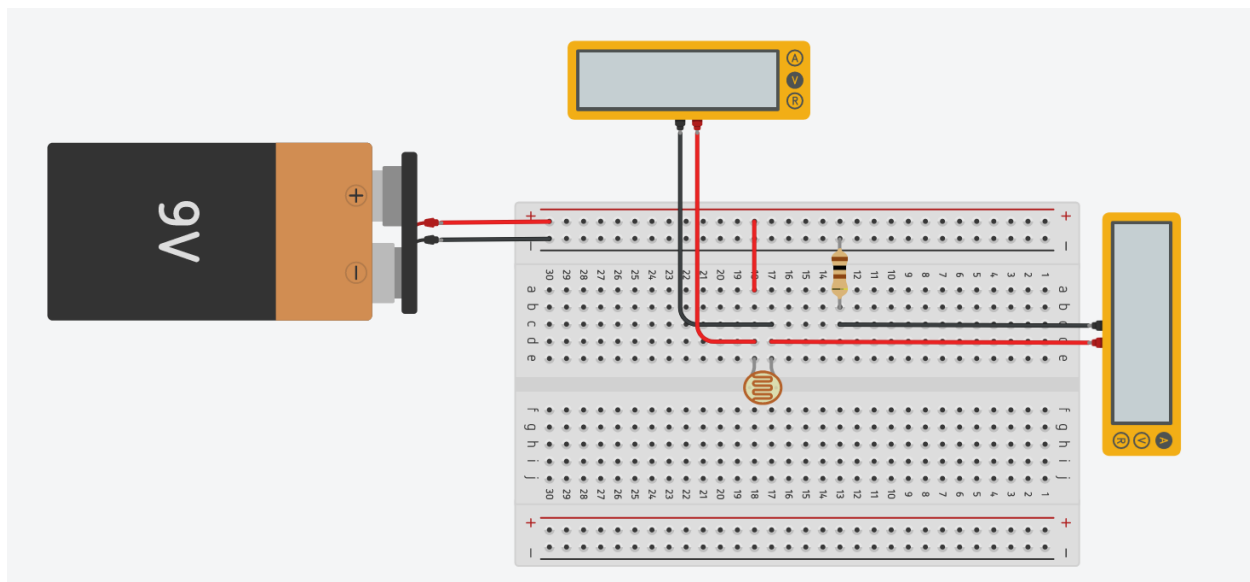
$$20 / (4 * 2) = 2.5$$

د) فرمول قسمت قبل:

$$20 / (4 * 2) = 2.5$$

با توجه به عدد به دست آمده برای عرض گذرگاه، ۱ کافی نیست.

۳. الف) مدار به صورت زیر بسته شده است (مقاومت ثابت درون مدار برابر با 100Ω است):



شکل ۱: شمای کلی مدار قسمت الف

لینک مدار قسمت الف:

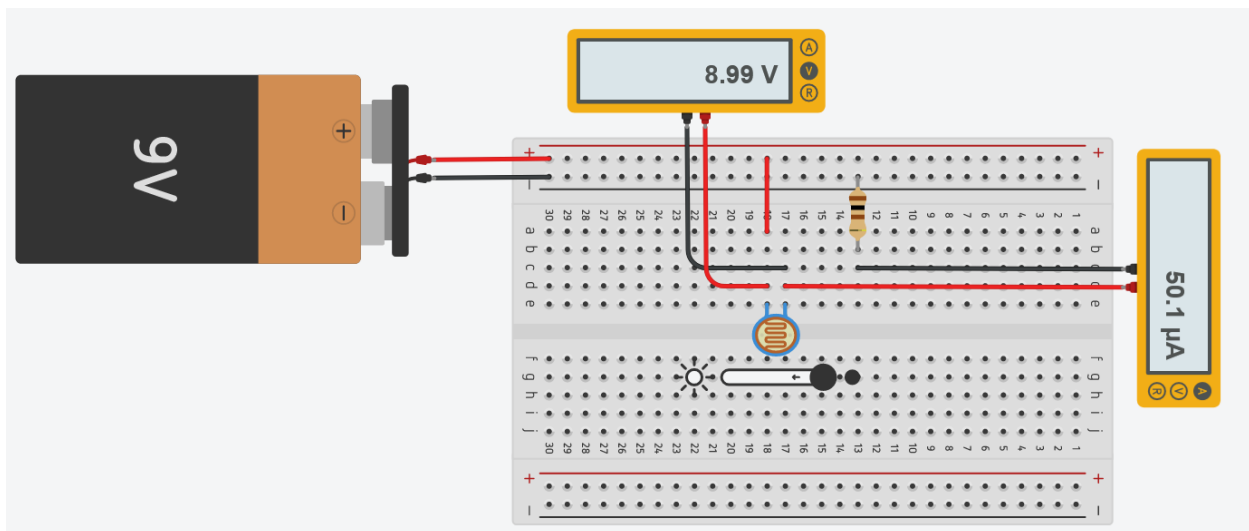
<https://www.tinkercad.com/things/3JCRULg37Df-frantic-blad-uusam/editel?sharecode=2mi5Cj7PznUgtq0ZSEyYvuQHrMaysAkbDpjgh1RbXaQ>

حال با استفاده از مولتی‌مترهای وصل شده (مولتی‌متر بالا برای اندازه میزان ولتاژ و مولتی‌متر سمت راست برای اندازه‌گیری میزان جریان) و قانون اهم، می‌توانیم یک تابع تبدیل همگر به دست بیاوریم.

معادله یک تابع همگرا به صورت زیر می‌باشد:

$$f(x(t)) = ax(t) + b$$

به ازای حداقل مقدار شدت نور (۱۰ لوکس)، مقادیر جریان و ولتاژ در مدار به صورت زیر خواهد بود:

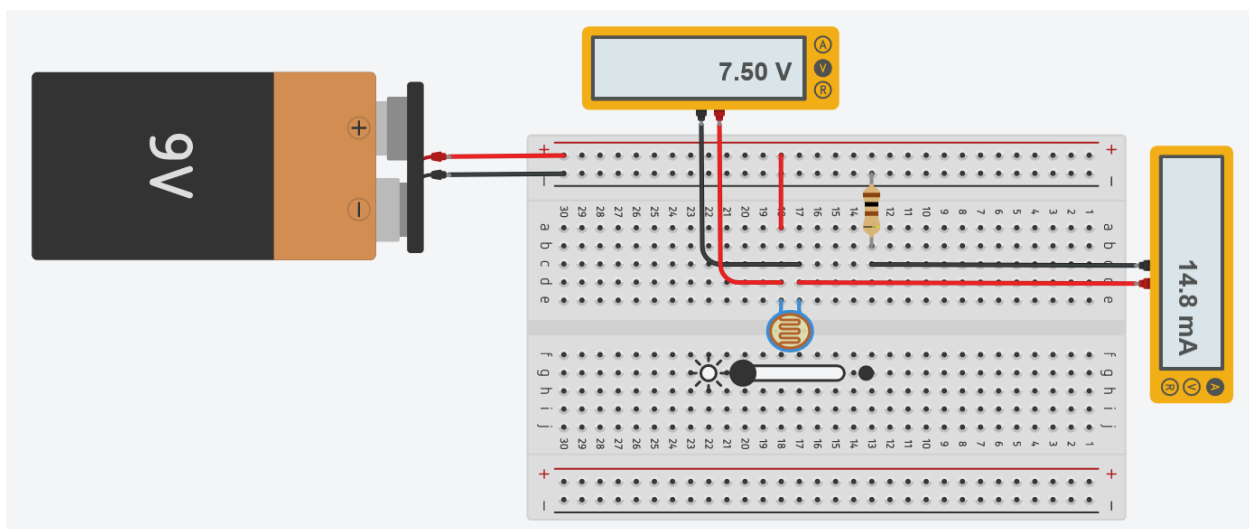


شکل ۲: مقدار جریان و ولتاژ دو سر فتورزیستور در حالتی که شدت نور ورودی ۱۰ لوکس (حداقل مقدار) باشد.

پس مقدار جریان $50.1\mu A$ و مقدار ولتاژ برابر $8.99V$ خواهد بود. پس در نتیجه:

$$f(10) = \frac{8.99}{50.1 \times 10^{-6}} \approx 179441\Omega$$

به ازای حداکثر مقدار شدت نور (۱۰۰ لوکس)، مقادیر جریان و ولتاژ در مدار به صورت زیر خواهد بود:



شکل ۳: مقدار جریان و ولتاژ دو سر فتورزیستور در حالتی که شدت نور ورودی ۱۰۰ لوکس (حداکثر مقدار) باشد.

پس مقدار جریان $14.8mA$ و مقدار ولتاژ برابر $7.50V$ خواهد بود. پس در نتیجه:

$$f(100) = \frac{7.5}{14.8 \times 10^{-3}} \simeq 507 \Omega$$

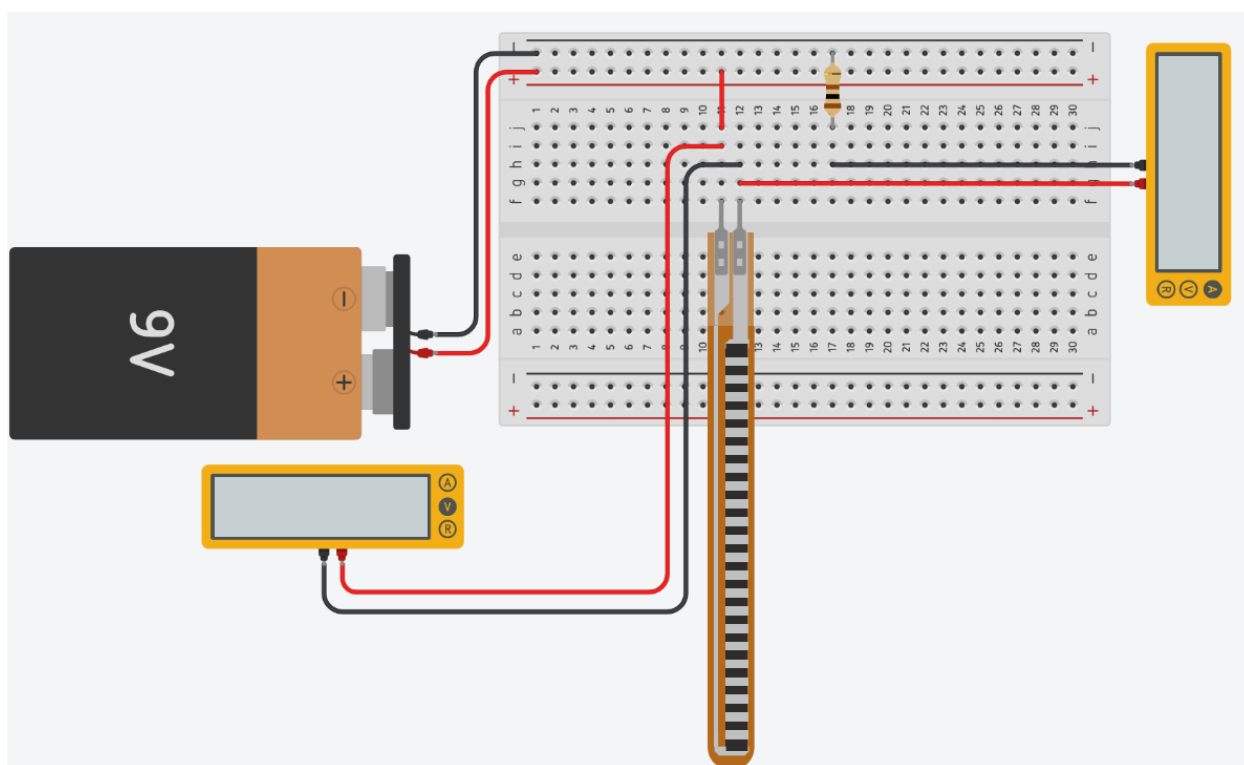
حالا دو معادله را حل می‌کنیم:

$$f(10) = 10a + b = 179441, \quad f(100) = 100a + b = 507$$

$$\rightarrow a \simeq -1988, \quad b \simeq 199322$$

$$\rightarrow f(x(t)) = -1988x(t) + 199322$$

ب) مدار به صورت زیر بسته شده است (مقاومت ثابت درون مدار برابر با 100Ω است):



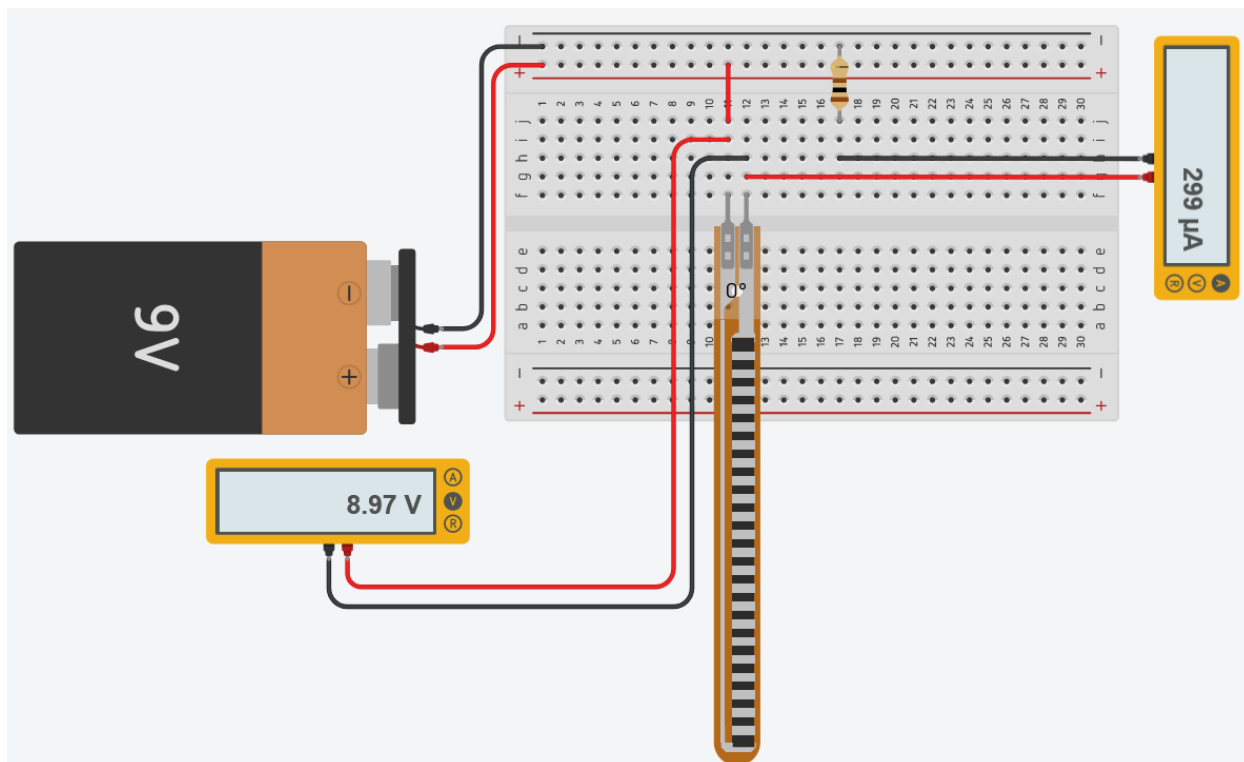
شکل ۴: شمای کلی مدار قسمت ب

لینک مدار قسمت ب:

<https://www.tinkercad.com/things/ihqfXMCavTp-frantic-bigery-wluff/editel?sharecode=L48HmLXbunUdHfc6trfCbVXaiN0D9UqFcPnn8R9P2V0>

حال با استفاده از مولتیترهای وصل شده (مولتیتر بالا برای اندازه میزان ولتاژ و مولتیتر سمت راست برای اندازه گیری میزان جریان) و قانون اهم، می‌توانیم یک تابع تبدیل همگر به دست بیاوریم.

به ازای حداقل میزان خمیدگی (0°)، میزان جریان و ولتاژ دوسر آن در مدار به صورت زیر خواهد بود:

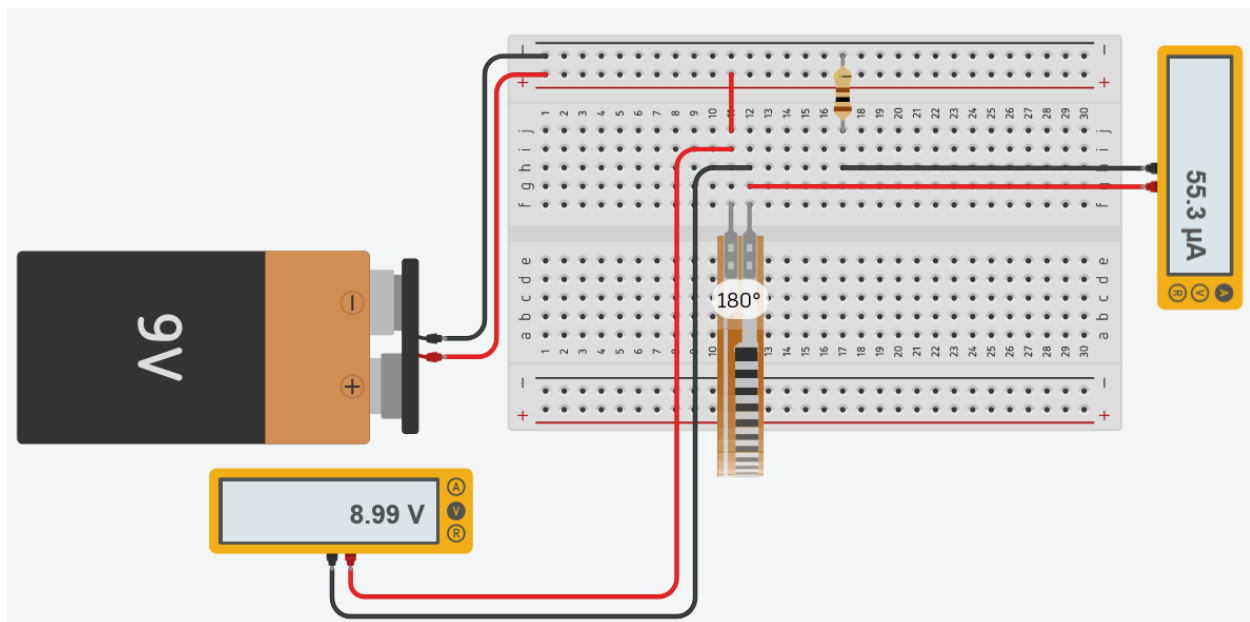


شکل ۵: میزان جریان و ولتاژ در حالتی که flex sensor اصلاً خم نشده است.

پس مقدار جریان $299\mu A$ و مقدار ولتاژ برابر $8.97V$ خواهد بود. پس در نتیجه:

$$f(0) = \frac{8.97}{299 \times 10^{-6}} = 30000\Omega$$

به ازای حداکثر میزان خمیدگی (180°)، میزان جریان و ولتاژ دوسر آن در مدار به صورت زیر خواهد بود:



شکل ۶: مقدار جریان و ولتاژ در حالتی که flex sensor در حداکثر میزان خمیدگی است.

پس مقدار جریان $55.3\mu A$ و مقدار ولتاژ برابر $8.99V$ خواهد بود. پس در نتیجه:

$$f(\pi) = \frac{8.99}{55.3 \times 10^{-6}} \approx 162568\Omega$$

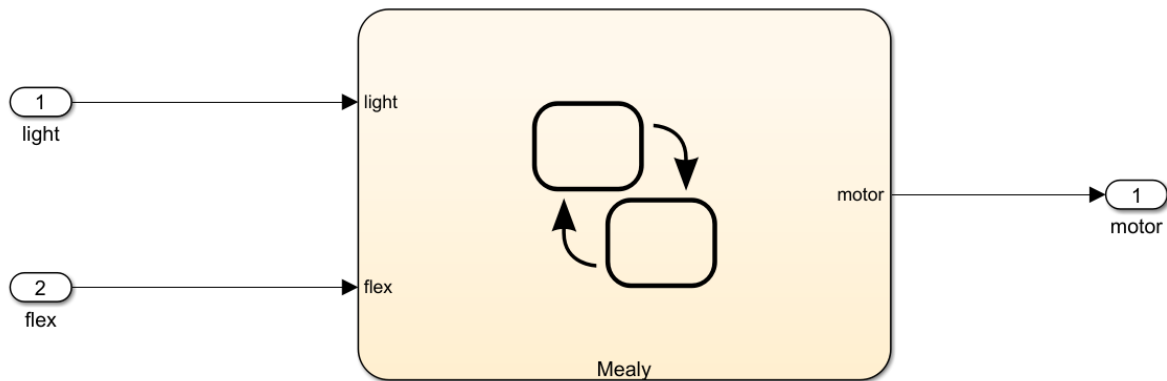
حالا دو معادله را حل می کنیم:

$$f(0) = 0 \times a + b = 30000 \rightarrow b = 30000$$

$$f(180) = 180 \times a + b = 162568 \rightarrow a \approx 736.5$$

$$\rightarrow f(x(t)) = 736.5x(t) + 30000$$

(د) استیت ماشین ما، شامل دو ورودی (ورودی فتورزیستور و ورودی flex sensor) و یک خروجی (خروجی جهت چرخش موتور) خواهد بود.



شکل ۷: شمای کلی ماشین حالت سایه‌بان به همراه ورودی‌ها و خروجی

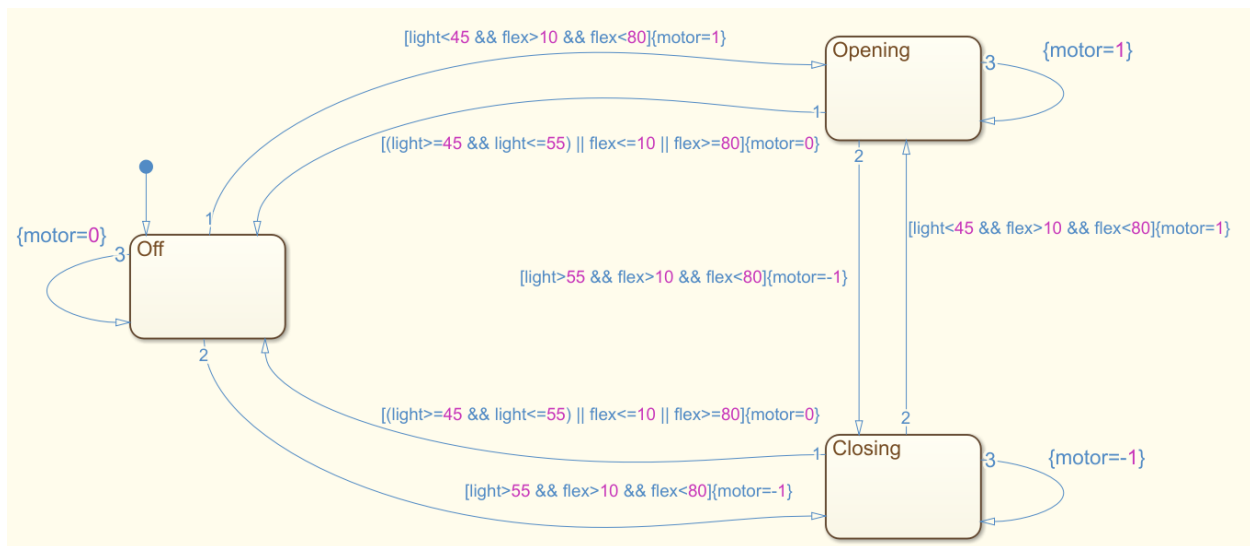
با توجه به فرض‌های سوال، درون ماشین حالت سه استیت خواهیم داشت:

- استیت **off** که موتور خاموش است. در این استیت سیگنال خروجی **motor** برابر 0 خواهد بود.
- استیت **opening** که موتور روشن است و در جهت ساعتگرد شروع به چرخش می‌کند. در این استیت سیگنال خروجی **motor** برابر 1 خواهد بود.
- استیت **closing** که موتور روشن است و در جهت پادساعتگرد شروع به چرخش می‌کند. در این استیت سیگنال خروجی **motor** برابر 1- خواهد بود.

زمانی وارد استیت **off** می‌شویم که میزان نور بین 45 تا 55 لوکس باشد یا زاویه **flex sensor** بیشتر از 80 درجه یا کمتر از 10 درجه شده باشد.

زمانی وارد استیت **opening** می‌شویم که میزان نور کمتر از 45 لوکس باشد و زاویه **flex sensor** در محدوده مجاز باشد.

و زمانی وارد استیت **closing** می‌شویم که میزان نور بیشتر از 55 لوکس باشد و زاویه **flex sensor** در محدوده مجاز باشد.



شکل ۸: ماشین حالت سیستم سایه‌بان خودکار

ه) ابتدا در تابع `setup`، پین‌های مورد نظر خود و `mode` آن‌ها را `assign` می‌کنیم و `baud rate` مورد نیاز خود را تنظیم می‌کنیم. سپس در تابع `loop` مقادیر فتورزیستور و `flex sensor` را می‌خوانیم و به بازه مدنظر خود `map` میکنیم. سپس این مقادیر را به ورودی‌های گلوبال خود می‌دهیم و تابع منطق خود را صدا می‌زنیم. در آخر، مقادیر خروجی را از روی خروجی گلوبال می‌خوانیم و با توجه به مقدار آن، یکی از پین‌های خروجی را یک و دیگری را صفر می‌کنیم تا با توجه به مقادیر آن‌ها، `h-bridge` وارد یکی از `mode`های خود شده و تغییرات را به `dc motor` اعمال کند.

همانطور که ذکر شد، ما در این سوال برای دریافت ورودی‌ها و خروجی در محیط `stateflow` از یک سری `port` استفاده کردیم که در کد تولید شده، این پورت‌ها به یک سری متغیر گلوبال تبدیل می‌شوند و تمامی توابع به آن‌ها دسترسی دارند. مقادیر خوانده شده از روی میکرو روی این متغیرها قرار داده می‌شود و تابع منطق، خروجی را روی متغیر خروجی قرار می‌دهد و سپس می‌توانیم متناظر با این مقدار، روی پورت‌های خروجی میکرو مقدار مورد نظر خود را قرار دهیم.

پارامترهای ذکر شده درون گزارش embedded coder در بخش code interface report قابل مشاهده

است

Inports

Block Name	Code Identifier	Data Type	Dimension
<Root>/light	awning_chart_U.light	real_T	1
<Root>/flex	awning_chart_U.flex	real_T	1

Outputs

Block Name	Code Identifier	Data Type	Dimension
<Root>/motor	awning_chart_Y.motor	real_T	1

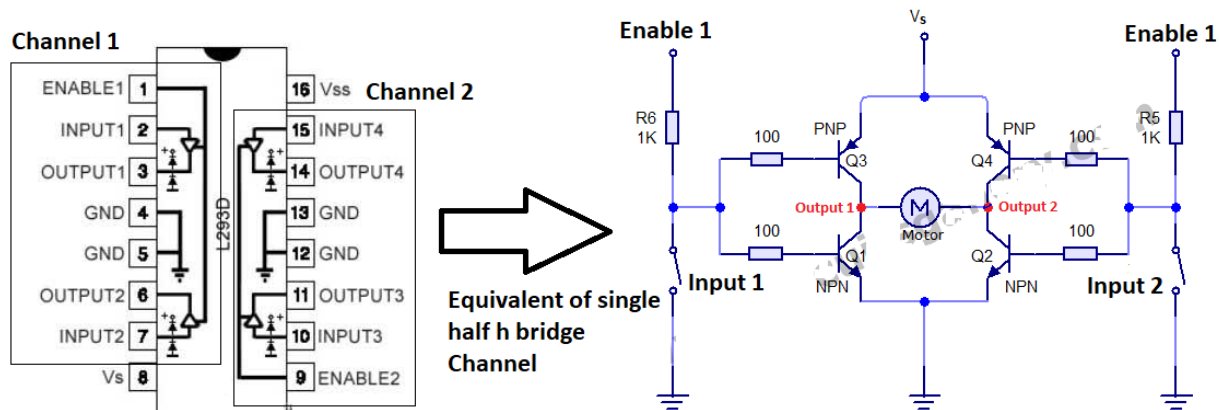
و) همانطور که می‌دانیم، یک dc motor به تنهایی صرفاً چرخش به یک سو دارد و برای اینکه بتوانیم جهت و میزان چرخش را تغییر بدهیم، از دو روش می‌توانیم کمک بگیریم:

۱- به صورت دستی منبع ولتاژ را تغییر دهیم؛ یعنی با جابه‌جا کردن قطب مثبت و منفی جهت چرخش عوض می‌شود و با عوض کردن منبع ولتاژ (مثلاً به جای منبع 6V، منبع 1.5V قرار دهیم)، میزان چرخش موتور را تغییر دهیم. طبعاً این روش به دلیل اینکه برای تغییر جهت و میزان چرخش موتور از میکروکنترلر استفاده می‌کنیم، میسر نیست. از طرفی با توجه به اینکه میکروکنترلرهای استاندارد قادر به ارائه‌ی سیگنال خروجی در سطح ۳،۳ یا ۵ ولت هستند و ماکزیمم جریان قابل تحمل در آن‌ها عمدتاً کمتر از ۲۰۰ میلی‌آمپر است، راه‌اندازی اکثر موتورهای DC، AC، Stepper و ... با میکروکنترلر به صورت مستقیم امکان‌پذیر نیست

۲- برای کنترل موتورهای با استفاده از میکروکنترلرها، باید از ماژول‌های درایور استفاده کرد. این ماژول‌ها دارای دو بخش ولتاژ بالا و ولتاژ پایین هستند. فرامین میکروکنترلر از قسمت ولتاژ پایین اعمال می‌شود و سمت دیگر درایور که با ولتاژ و جریان بالاتری کار می‌کند با منبع تغذیه و موتور ارتباط دارد. به این ترتیب ماژول درایور با دریافت فرامین از میکروکنترلر، ولتاژ مناسب را در جهت مناسب به موتور اعمال می‌کند. مدار H-Bridge از پرکاربردترین مدارهای قابل استفاده برای درایو کردن انواع موتورهاست.^۱

H-bridge ای که ما در این مدار استفاده می‌کنیم، L293D است (تنها H-bridge ای که درون محیط tinkercad موجود است). مدار این H-bridge و پین‌های متناظر آن به صورت زیر است:

^۱ <https://wiki.redronic.com/other/motor-driver-and-h-bridge/>



شکل ۹: مدار L293D و پین‌های این IC

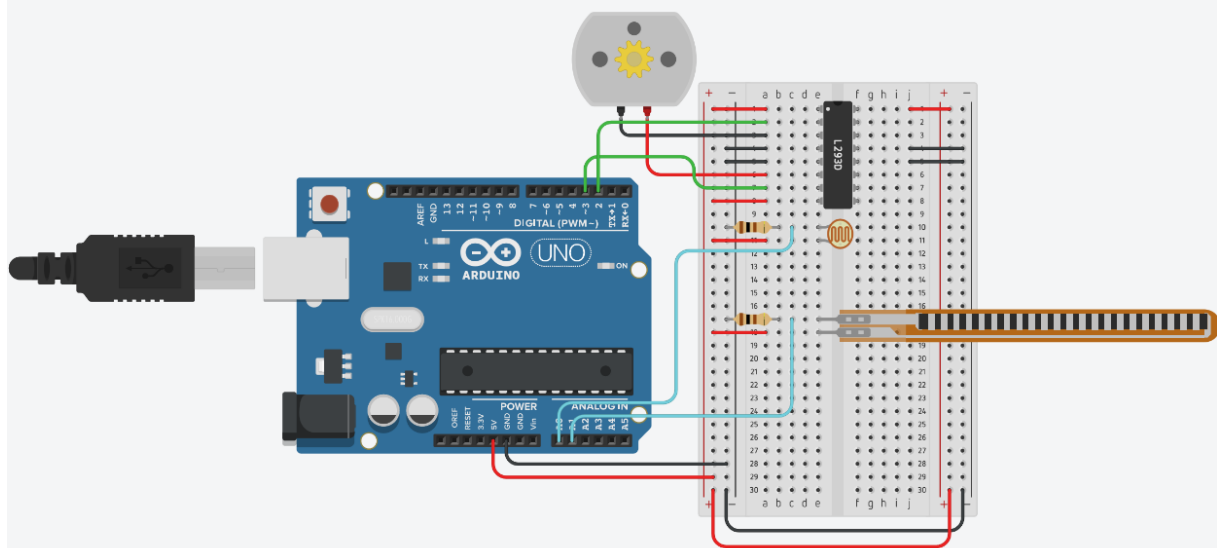
همانطور که مشاهده می‌شود، با استفاده از پین enable، این IC را فعال می‌کنیم. سپس با استفاده از پین‌های input1 و input2، اتصال ترانزیستورهای موجود درون IC را تغییر می‌دهیم. در صورتی که input1 فعال باشد و input2 غیرفعال، موتور به صورت ساعتگرد و اگر input1 غیرفعال باشد و input2 فعال، موتور به صورت پادساعتگرد شروع به چرخش می‌کند. در غیر این دو حالت، موتور حرکتی نخواهد داشت.

اما همچنان مشکل ثابت بودن میزان چرخش را داریم. برای رفع این مشکل از سیگنال pwm استفاده خواهیم کرد. با کمک این سیگنال، می‌توانیم طیف زیادی از مقادیر را به IC بدهیم تا میزان چرخش مورد نظر ما را بدهد.

حال برای رسم مدار، کافیسیت Vs و Vss و enable1 را به Vcc متصل کنیم و پین‌های GND را به GND برد متصل کنیم. سپس پین‌های input1, input2 را به پین‌های PWM میکروی آردوینو متصل کرده و در آخر، پین‌های output1, output2 را به دو سر موتور dc متصل می‌کنیم.

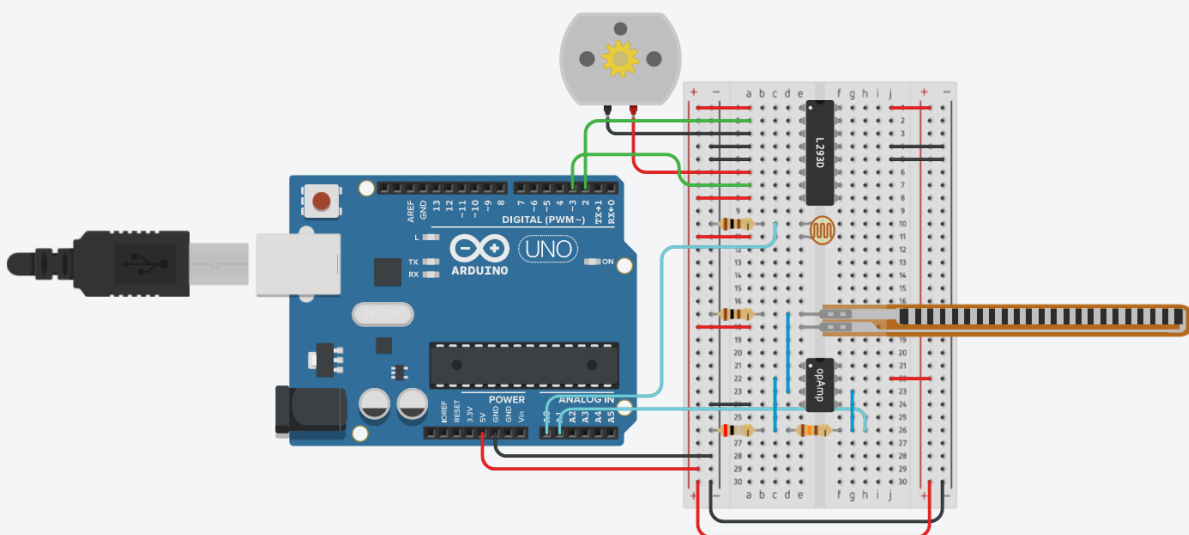
همچنین فوتورزیستور و flex sensor را نیز به ترتیب به پین‌های A0 و A1 میکرو متصل کرده‌ایم.

مدار نهایی به صورت زیر شده است:



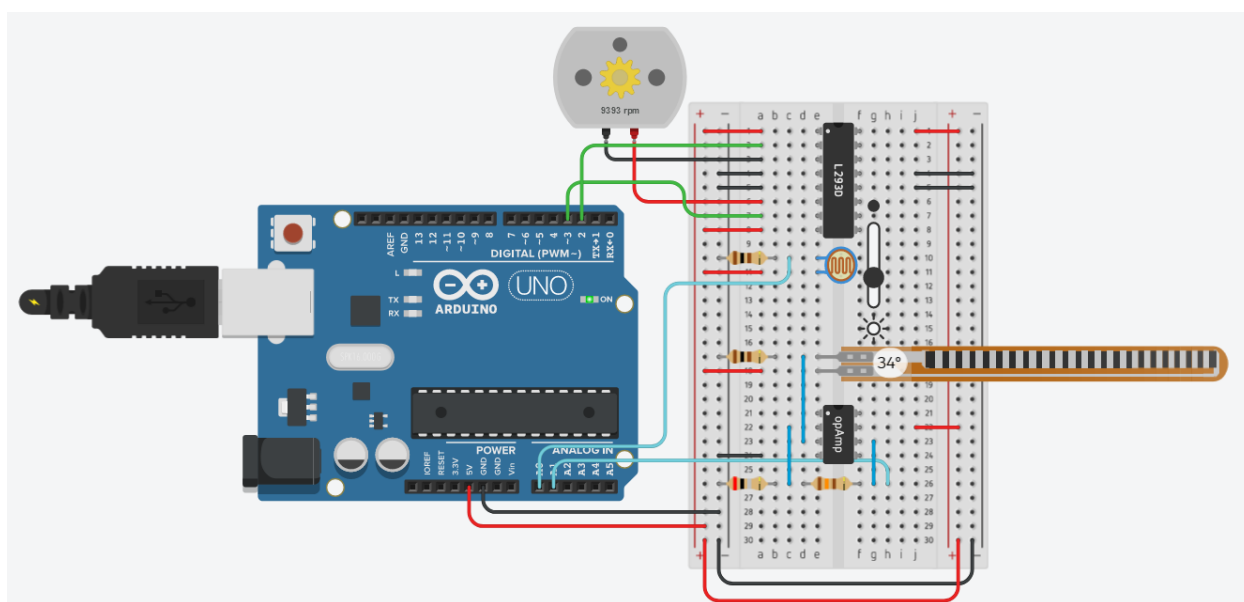
شکل ۱۰: مدار کلی سیستم - ساخته شده در محیط tinkercad

اما همانطور که در بخش ب دیدیم، یکی از مشکل‌هایی که در حال حاضر داریم، این است که میزان تغییرات ولتاژ flex sensor به ازای میزان خمیدگی آن بسیار کم است (به طور مثال در مداری که رسم کردم، بیشترین ولتاژ 5v و کمترین آن 4.98v است که این باعث می‌شود تا میکرو صرفاً سه مقدار مختلف به جای طیفی از مقدار زاویه ببیند). به منظور رفع این مشکل، از تقویت کننده عملیاتی (Op Amp) استفاده می‌کنیم تا میزان ولتاژ را تقویت کنیم. در نتیجه مدار شکل ۸ به صورت مدار شکل ۹ تغییر می‌کند:



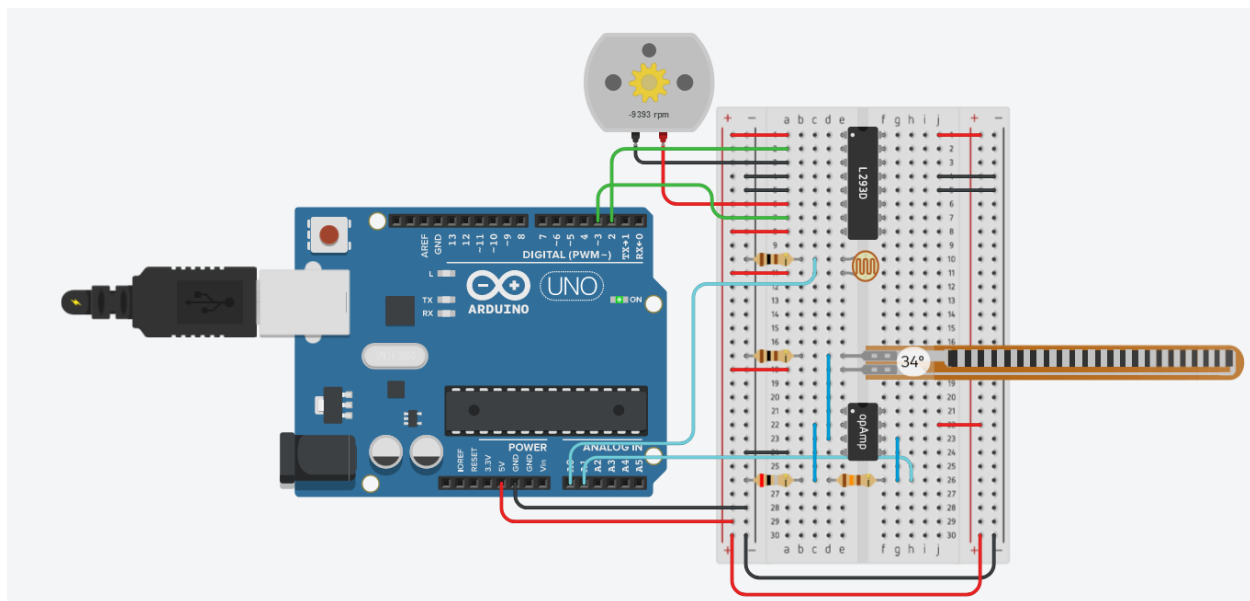
شکل ۱۱: مدار اصلاح شده

با اضافه کردن Op Amp، range مقادیر بیشتر می‌شود (در این مثال از ۳ به ۷ رسید). حال برای بیشتر کردن این range، مقدار مقاومت‌ها را مقداری دستکاری می‌کنیم تا یک رنج قابل قبولی به ما بدهد. حال کد زده شده را درون قسمت code این محیط قرار می‌دهیم و نتیجه را بررسی می‌کنیم: در حالتی که وارد استیت opening شویم:



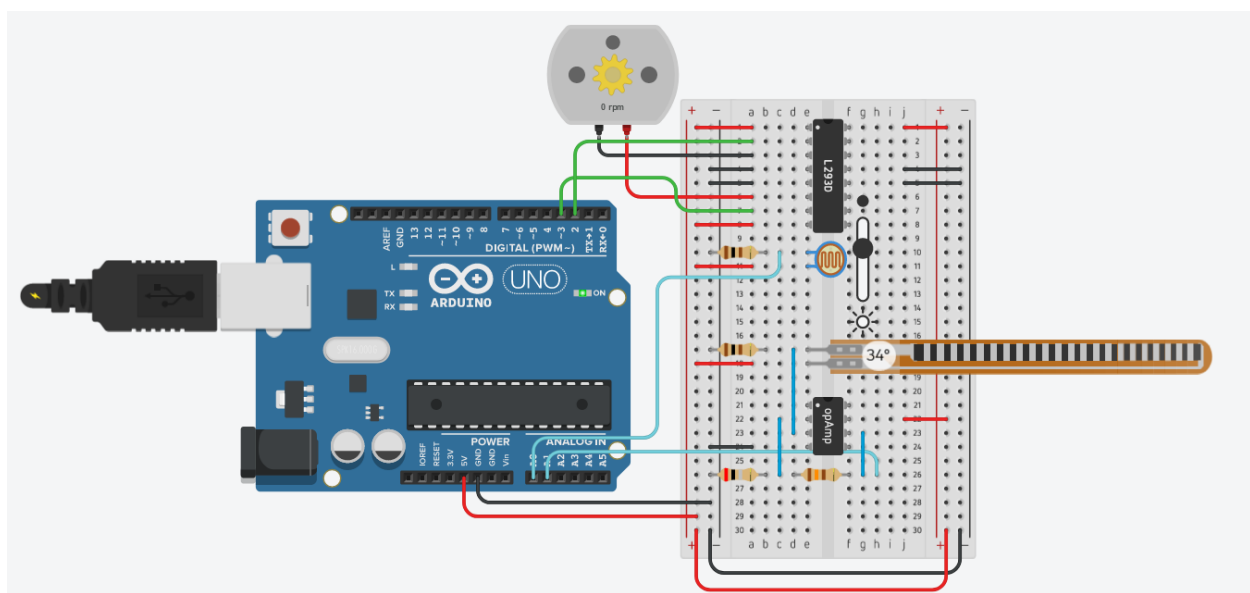
شکل ۱۲: مدار در حالتی که موتور در استیت opening باشد.

در حالتی که وارد استیت closing شویم:



شکل ۱۳: مدار در حالتی که موتور در استتیت closing باشد.

در حالتی که در استتیت off باشیم:



شکل ۱۴: مدار در حالتی که موتور در استتیت off باشد

لینک تیترکد:

https://www.tinkercad.com/things/5eTQJ8AaBnN-n15q3pf/editel?returnTo=%2Fdashboard&sharecode=GcXIY57EAUUuq6msYGDs0DgqILSSvSL2BBMchpJF_BQ