

" به نام خدا "

گزارش کار پروژه میانی

درس ابزار دقیق

استاد شریفی

سجاد قدیری

9723067

LM35DZ:

LM35 برای تأمین دقت معمول $\pm 1/4$ درجه سانتیگراد در دمای اتاق و $\pm 3/4$ درجه سانتیگراد در دامنه کامل دمای -55 تا 150 درجه سانتیگراد به هیچگونه کالیبراسیون یا پیرایش نیاز ندارد.

از آنجا که فقط 60 میکرو آمپر از منبع خود می گیرد ، خود گرمایش بسیار کمی دارد و در هوای ساکن کمتر از 0.1 درجه سانتیگراد است.

امپدانس خروجی کم ، خروجی خطی و کالیبراسیون دقیق ذاتی LM35 رابط کاربری برای خواندن یا کنترل مدارها را به ویژه آسان می کند

سری LM35 سنسورهای دمایی مدار مجتمع دقیق هستند که ولتاژ خروجی آنها به طور خطی با دمای سانتیگراد متناسب است

قیمت 0.8 دلار

DS18B20:

این سنسور دما با خروجی دیجیتال است

بازه دما : -55 تا +125 درجه سانتی گراد

حداکثر زمان تبدیل و پاسخگویی : 750 میلی ثانیه

خروجی به صورت دیجیتال و با دقت ۱۲ بیت قابل دسترس است.

دقت 0.5 درجه سانتی گراد

ولتاژ کاری 3 الی 5.5 ولت مستقیم

41500 هزار تومن

DHT11:

سنسور رطوبت DHT11 ، یک سنسور ارزان قیمت جهت سنجش دما و رطوبت هواست. اندازه

کوچک این سنسور، مصرف کم انرژی و انتقال سیگنال به مسافتی بیش از 20 متر، آن را به

یکی از بهترین گزینه ها جهت استفاده در پروژه های مختلف، بدل کرده است.

رطوبت : 20٪ تا 80٪ ، دما : 0 تا 50 درجه سانتی گراد

رطوبت : دقت 5٪ ، دما : دقت ± 2 درجه سانتی گراد

0 تا 50 درجه سانتی گراد

قیمت : 21 هزار تومن

PT100:

این نوع سنسور ها با تغییر مقاومتی که در داخلشان است میزان تغییر دما را تشخیص می دهند(دما نسبت مستقیم با مقاومت دارد) .

همچنین در انواع مختلفی ساخته می شوند مانند سرامیکی و که سنسور PT100 بازه دمایی

200- تا 400 درجه سانتی گراد را اندازه می گیرد و دقت آن 0.2٪ است . قیمت آن تقریبا

بالا 100 هزار تومان است .

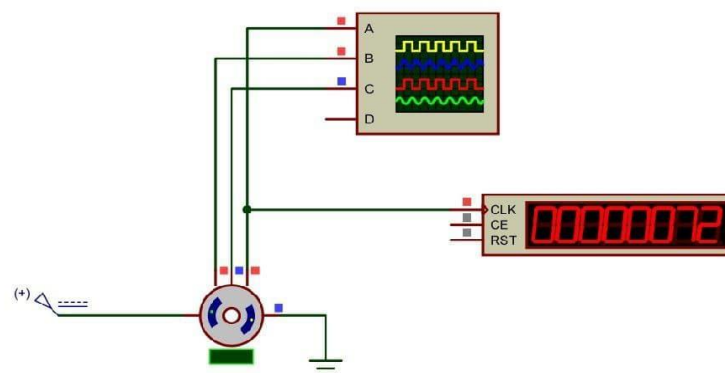
پاسخ پرسش 2 :

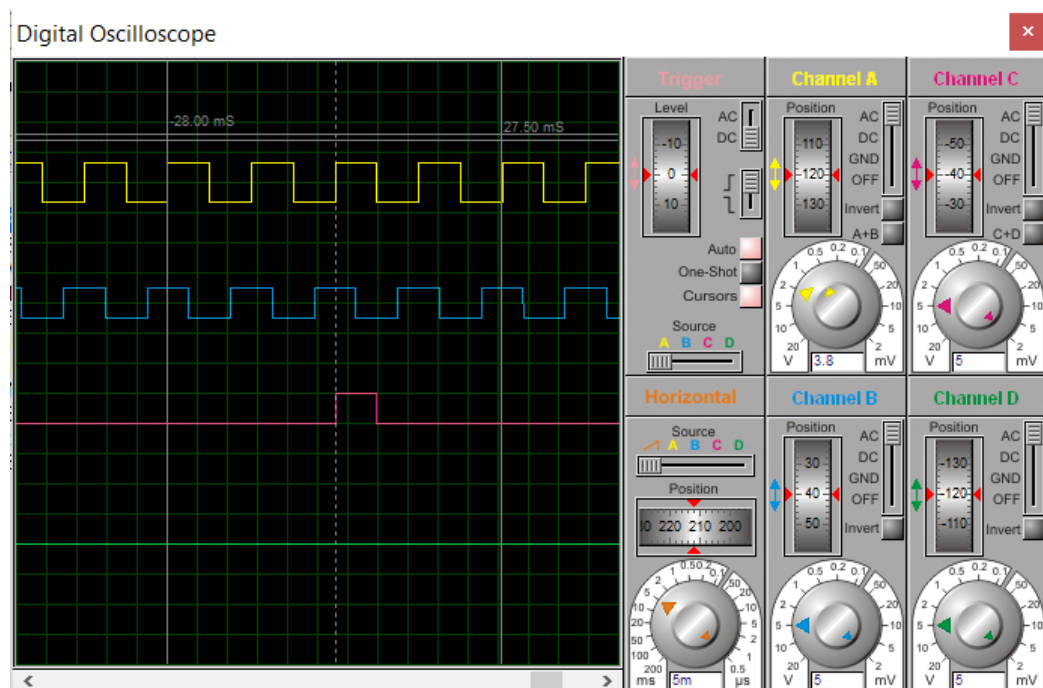
در حالت عادی مقدار load/max torque برابر 50٪ است ، پس نصف 360 rpm یعنی 180 rpm خواهیم داشت . برای محاسبه فرکانس از روی اسیلوسکوپ دوره تناوب T را محاسبه می کنیم و بعد از فرکانس محاسبه می شود . هم چنین مقدار آن با مقداری counter time نشان می دهد یکسان است .

فایل شبیه سازی بخش 2 ضمیمه شده است . شماتیک و نتیجه آن را مشاهده می کنید :

$$T = \frac{28ms + 27.50 ms}{4} = 13.875 ms$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{13.875 \times 10^{-3}} = 72.07 Hz$$





پاسخ پرسش 3 :

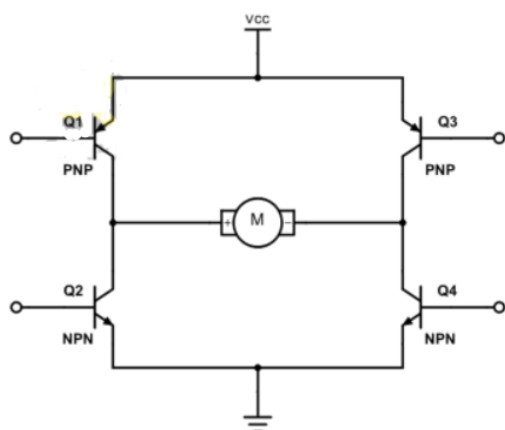
موتور ما دارای سرعت 180 دور بر دقیقه (با توجه به load/max torque که 50% می باشد) است . در هر دور 24 پالس از انکودر عبور می کند . برای محاسبه فرکانس باید در

1 ثانیه محاسبه را انجام دهیم پس سرعت را بر 60 تقسیم می کنیم تا سرعت را در ثانیه

حساب کرده و پس از آن داریم :

$$f = \frac{(50\% \times 360)_{rpm}}{60} \times 24 = 72^{Hz}$$

پاسخ پرسش 4 :

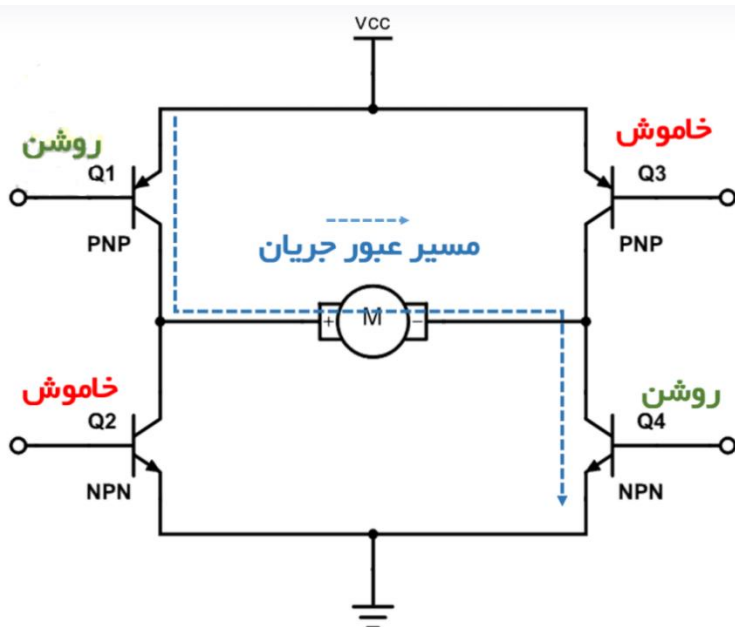


مدار H-Bridge از پرکاربردترین مدارهای قابل استفاده

برای درایو کردن انواع موتورهایست. به صورت کلی و در

نمونه‌های ساده از این مدار، چهار المان سوئیچ اجزای اصلی

آن هستند. سوئیچ‌ها معمولاً ترانزیستورهای FET هستند.



در حالتی که ترانزیستورهای Q1

و Q4 در مدار شکل قبلی روشن

باشند مسیر عبور جریان از موتور به

شکل روبه رو خواهد بود.

به این ترتیب با اعمال اندک ولتاژی

به پایه‌ی بیس ترانزیستورهای Q1

و Q4 با یک میکروکنترلر، موتور

در ربع اول (رانش در جهت جلو) راه‌اندازی می‌شود. واضح است که برای راه‌اندازی موتور در

ربع سوم (رانش در جهت عکس) باید ترانزیستورهای Q1 و Q4 خاموش باشند و Q2 و

Q3 روشن باشند. در این حالت جهت جریان عبوری از موتور عکس حالتی که در شکل بالا

نشان داده شده خواهد بود.

در صورتی که قصد کنترل سرعت/گشتاور موتور را داشته باشیم باید ولتاژ اعمالی به موتور قابل تغییر باشد. برای این منظور می‌توان ترانزیستور Q4 را همیشه روشن گذاشت و ترانزیستور Q1 را به Duty Cycle دلخواهی با یک سیگنال PWM روشن و خاموش کرد.

(ترانزیستورهای Q2 و Q3 خاموش هستند)

در این حالت ولتاژ میانگین اعمال شده به موتور برابر با حاصلضرب Duty Cycle در VCC خواهد شد. اما استفاده از مدار فوق برای راه‌اندازی موتور با PWM ایرادی دارد که در ادامه به توضیح آن پرداخته می‌شود.

به صورت کلی یک موتور (یک سیم‌پیچ) با یک مقاومت، یک سلف و یک منبع ولتاژ BEMF (Back EMF) به صورت سری مدل می‌شود. می‌دانیم که از خواص اصلی سلف تمایل به حفظ جریان است. بنابراین زمانی که جریان عبوری حاصل از منبع تغذیه از یک موتور قطع می‌شود، سلف جریانی هم جهت با جریان قطع شده تولید می‌کند. در مدار فوق وقتی ولتاژ VCC بصورت PWM به موتور اعمال می‌شود در حالتی که موج PWM در حالت خاموش قرار دارد، موتور (سلف) تمایل به ایجاد جریانی هم جهت با جریان قطع شده دارد. اما مسیری بین دو قطب منبع تغذیه برای عبور جریان وجود ندارد. با توجه به این موضوع که اختلاف ولتاژ دو طرف سلف رابطه‌ی مستقیم با تغییرات (مشتق) جریان عبوری از آن دارد و در لحظه‌ی قطع شدن جریان، شدت این تغییرات بسیار زیاد است، در دو طرف سلف ولتاژ بالایی تولید می‌شود که این مسئله در کنار عدم وجود مسیری برای عبور جریان، امکان آسیب رساندن به ترانزیستورها را بوجود می‌آورد.

به همین دلیل در مدارهای H Bridge از دیودهای فلای بک (Flyback یا Freewheeling)

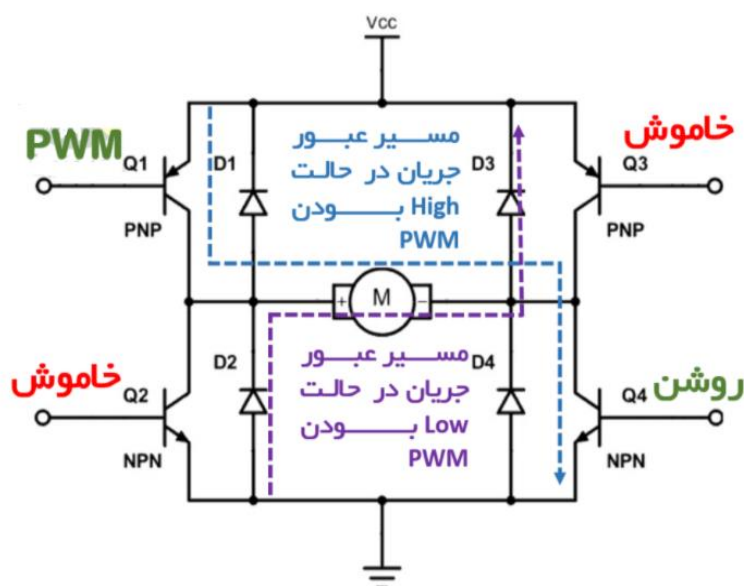
استفاده می‌شود. در شکل زیر

چینش دیودها و مسیر جریان برای

حالتی که موتور در ربع اول با

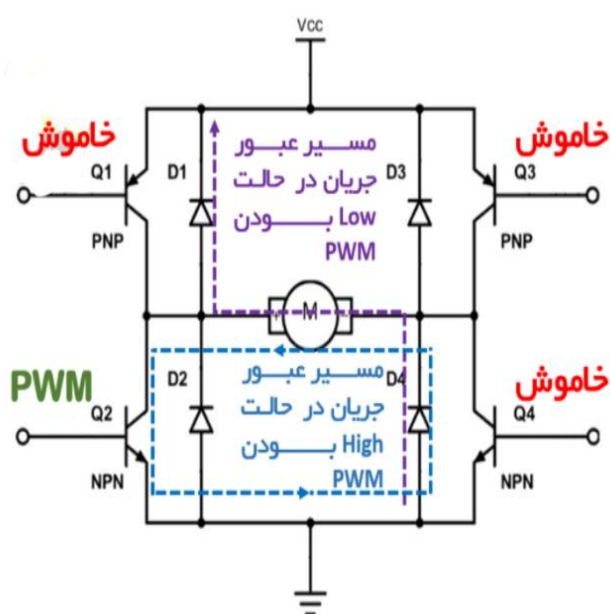
سیگنال PWM راه‌اندازی می‌شود

را مشاهده می‌کنید.



نحوه عملکرد درایور موتور H-Bridge در ربع دوم

برای ترمزگیری موتور در جهت جلو کفایت تنها ترانزیستور Q2 با موج PWM روشن و خاموش شود و سایر ترانزیستورها خاموش باشند.



در حالتی که ترانزیستور Q2 روشن است،

دیود D4 در حالت تغذیه مستقیم قرار می گیرد

و جریان به صورت پادساعتگرد از سمت پایین مدار

عبور می کند. خاموش شدن Q2 جریان از طریق

دیودهای D1 و D4 منبع تغذیه را شارژ می کند.

نحوه عملکرد درایور موتور H-Bridge در ربع سوم و چهارم

عملکرد ربع سوم دقیقاً مانند ربع اول است با این تفاوت که جهت عبور جریان از موتور باید برعکس شود. در این حالت کفایت ترانزیستور Q3 با PWM راه اندازی شود و ترانزیستور Q2 همواره روشن باشد و دو ترانزیستور دیگر خاموش باشند. عملکرد ربع چهارم نیز مانند ربع دوم است و کفایت ترانزیستور Q4 با PWM روشن و خاموش شود و سایر ترانزیستورها خاموش باشند

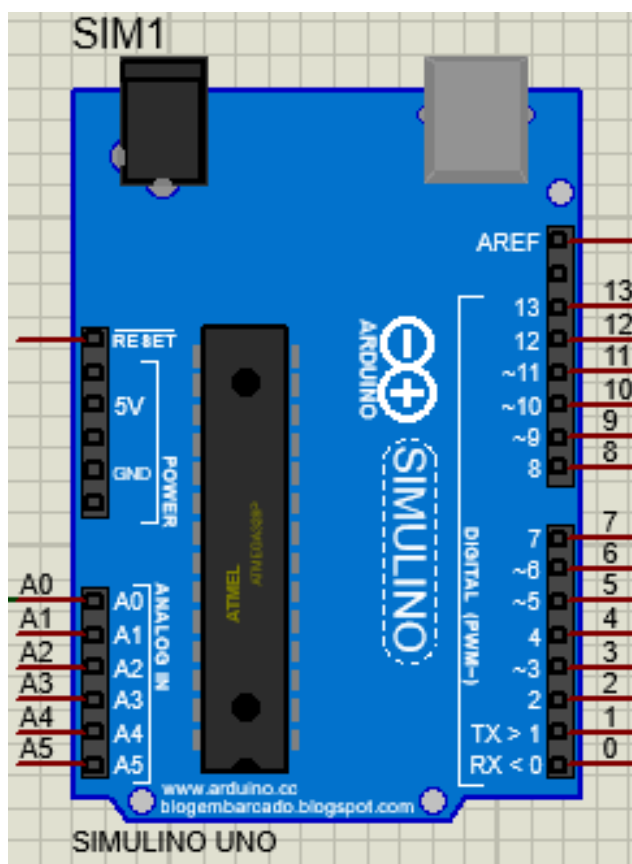
جمع بندی :

کنترل کامل و صحیح موتور باید به گونه ای باشد که با کمترین اتلاف توان امکان تغییر جهت و تغییر ولتاژ اعمالی به موتور وجود داشته باشد.

به دلیل عدم پشتیبانی اکثر میکروکنترلرها از جریان و ولتاژهای بالا باید از مداری واسط که از طریق ولتاژ و جریان پایین با میکرو کنترلر در ارتباط است و از سوی دیگر با ولتاژ و جریان بالایی منبع تغذیه و موتور درگیر است استفاده شود.

یک درایور موتور مناسب باید توانایی راه اندازی موتور در چهار ربع عملکردی را داشته باشد. یک درایور موتور مناسب باید توانایی تعامل با رفتار سلف سیم پیچ های موتور را داشته باشد. مدار H Bridge از جمله مدارهای درایور موتور مناسب است که قابلیت راه اندازی موتور در هر چهار ربع را دارد و در اکثر درایور موتورهای شناخته شده استفاده می شود.

پاسخ پرسش 5 :



برد اردوینو یونو دارای 6 پین

برای تولید موج PWM می باشد

که شماره ی این پین ها در اردوینو اونو

3,5,6,9,10,11 می باشد که اگر

به کنار این پین ها دقت کنید

با علامت ~ مشخص شده اند.

$$\text{دقت} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} * 1023$$

پرسش امتیازی :

در واقع چون سنسور ما تا دمای 150 درجه را اندازه می گیرد و همچنین

$\frac{10mv}{C}$ است پس تقریباً ولتاژ 1.5 ولت را داریم . برای افزایش دقت باید این 1.5 ولت را به

5 ولت نگاشت (map) کنیم . پس با ساختن مداری شامل تقویت کننده عملیاتی (اپ امپ)

و مقاومت این کار را انجام می دهیم .

پاسخ پرسش 6 :

در حالت عادی (دقت 1) ما فقط لبه های بالارونده یک پالس (مثلاً پالس A) را حساب می

کنیم . حال اگر بخواهیم دقت را 2 برابر کنیم ، کافی است لبه های پایین رونده را نیز بشماریم

با همین استدلال برای رسیدن به دقت 4 برابر باید روند دقت 2 برابر را (شمارش هر 2 لبه

پالس) برای پالس دومی (پالس B) نیز انجام دهیم .

با توجه به انکودر 24 پالسی موجود در پروتئوس ، بیشترین دقتی که برای محاسبه سرعت می

توان به ان دست یافت ، $4 * 24$ یعنی 96 پالس در دور خواهیم داشت .

$$4 * 24 = 96 \text{ Pulse per revolution}$$

پاسخ پرسش 7 :

دقت	T(ms)	PWM	RPM شبیه سازی	RPM فرمول	ناحیه کاری	دما
1	0	0	0	0	خاموش	55
1	89	42	27.8	27.7	خطی	65
1	30	127	83	83.33	خطی	75
1	18	212	137	138.88	خطی	85
1	15	255	166	166.66	اشباع	95

$$RPM = f \times \frac{60}{24} = \frac{1}{T} \times \frac{60}{24}$$

پاسخ پرسش 8 : سرعت بر حسب RPM را میتوان بصورت زیر نوشت :

$$Round/min = \frac{Round}{Pulse} \times \frac{Pulse}{s} \times \frac{60 s}{1 min}$$

حال به ازای یک بازه زمانی دلخواه T ، تعداد پالس ها را از روی اسیلوسکوپ می شماریم تا

نسبت $\frac{Pulse}{s}$ بدست آید . از طرفی می دانیم انکودر ما در هر دور 24 پالس دارد پس مقدار

کسر $\frac{Round}{Pulse}$ برابر $\frac{1}{24}$ می باشد . پس در نتیجه مقدار RPM را برای هر 5 دما به دست می

آوریم که در جدول زیر آورده شده است :

خطا %	T(ms) از روی اسیلوسکوپ	PWM	RPM از انکودر شبییه سازی	RPM از روی اسیلوسکوپ	ناحیه کاری	دما
0	0	0	0	0	خاموش	55
0.102	90	42	27.8	27.77	خطی	65
0.024	30.125	127	83	82.98	خطی	75
0.276	18.166	212	138	137.619	خطی	85
0.067	15.05	255	166	166.112	اشباع	95

* همه برای دقت 1 انجام شده اند .

برای نمونه اسکوپ را در یکی از دما ها را مشاهده می کنید .(اطلاعات تمامی دما ها در پوشه عکس ها قرار دارند)

