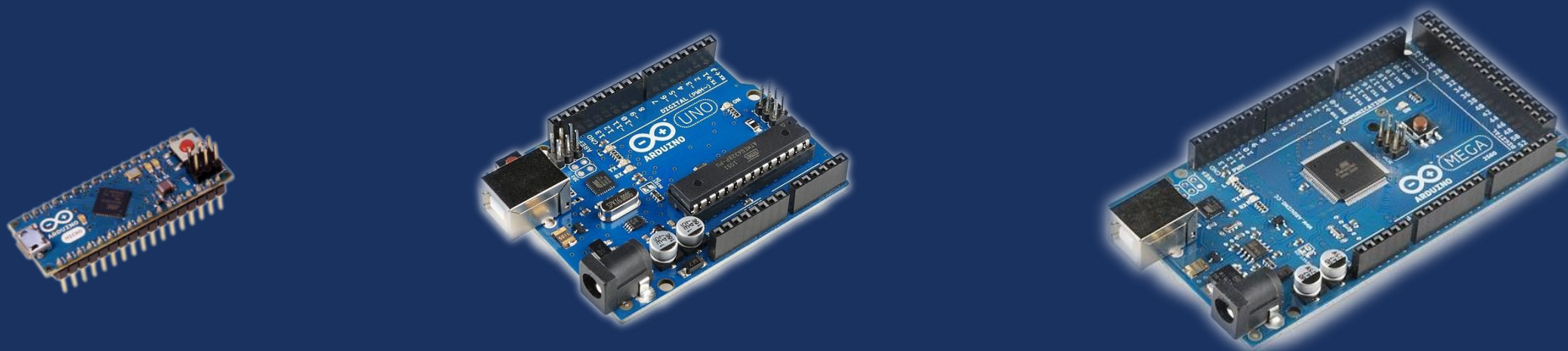


راه‌اندازی و کنترل سرعت موتور DC و راه‌اندازی سروو موتور و کنترل زاویه‌ای

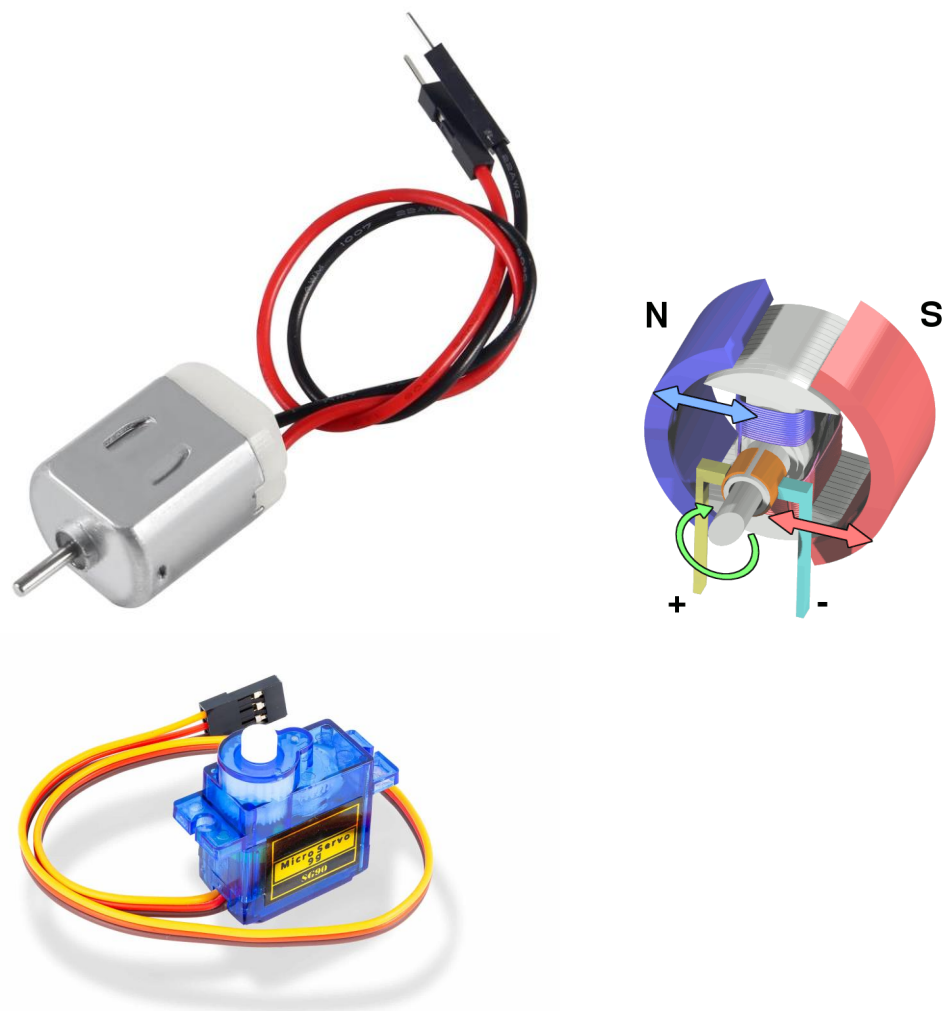
احمد رضا حیدری، دانشگاه کاشان - بهار ۱۴۰۴



سر فصل های دوره و زمان بندی جلسات

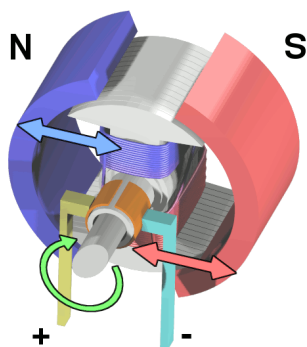
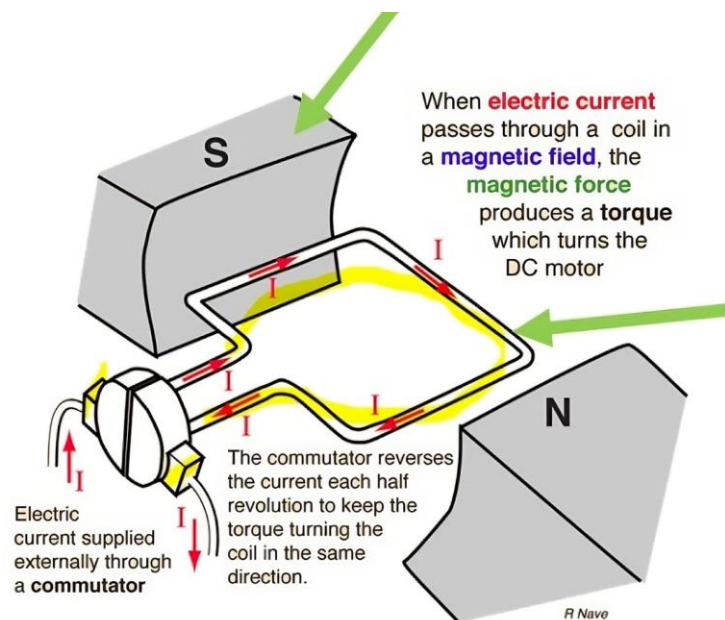
- آشنایی مقدماتی با میکروکنترلرها و برد آردینو (جلسه ۱ پنج شنبه ۱۴۰۴/۲/۱۸ ساعت ۱۵ به صورت مجازی)
- کد نویسی آردینو با زبان C++ (جلسه ۲ جمعه ۱۴۰۴/۲/۱۹ ساعت ۱۵ به صورت مجازی)
- مبانی کار با سخت افزار آردوینو (جلسه ۳ یکشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۱ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی سنسورها و ماژولها (جلسه ۴ دوشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۲ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی و کنترل سرعت موتور DC (جلسه ۵ یکشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۸ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی سروو موتور و کنترل زاویه ای (جلسه ۵ یکشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۸ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی LCD کاراکتری برای نمایش اطلاعات (جلسه ۶ دوشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۹ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)
- راه اندازی و کنترل بازوی رباتیک با آردوینو (جلسه ۶ دوشنبه ۱۴۰۴/۲/۲۹ ساعت ۲۰ به صورت حضوری)

مباحث مورد بررسی در این جلسه



- معرفی موتور DC
- راه اندازی یک موتور DC ساده با استفاده از ماسفت IRF520N
- کنترل سرعت موتور DC با استفاده از ماسفت IRF520N
- چپ گرد راست گرد کردن موتور DC با استفاده از H-bridge
- اشاره ای به کنترل زاویه ای موتور DC
- معرفی سروو
- کار با سروو موتور موقعیتی (Positional Servo Motor)
- کار با سروو موتور با چرخش مداوم (Continuous Rotation Servo)
- مختصر صحبت درباره PID و نحوه استفاده از آن در پروژه ها (پروژه تعادل توپ)

معرفی موتور DC



موتورهای DC (جریان مستقیم) نوعی از موتورهای الکتریکی هستند که با اعمال جریان مستقیم به پایانه‌هایشان به چرخش درمی‌آیند. این موتورها به دلیل ساختار ساده، قیمت مناسب و کنترل پذیری بالا، در پروژه‌های الکترونیکی و رباتیک بسیار پرکاربرد هستند. ساختار داخلی آن‌ها شامل آرمیچر، کموتاتور، برس و آهن ربا است و با تغییر ولتاژ ورودی، سرعت چرخش موتور نیز تغییر می‌کند.

موتورهای DC در ولتاژهای مختلفی طراحی می‌شوند که بسته به کاربرد آن‌ها متغیر است:

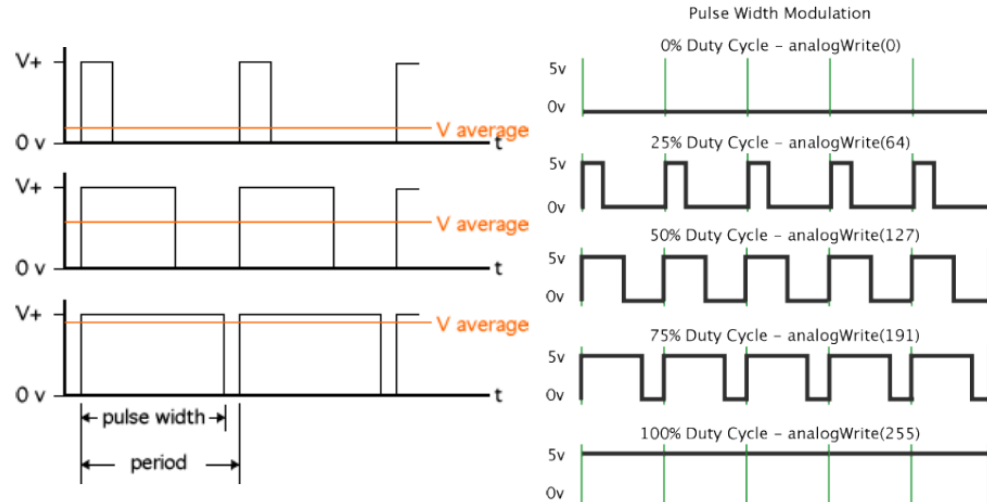
موتورهای کوچک و مینیاتوری (مانند موتورهای اسباب بازی یا فن‌های کوچک): این موتورها معمولاً در محدوده ولتاژ ۱.۵ تا ۱۲ ولت کار می‌کنند.

موتورهای متوسط (مانند موتورهای رباتیک یا ابزارهای دستی): این موتورها اغلب در ولتاژهای ۶، ۱۲ یا ۲۴ ولت طراحی می‌شوند.

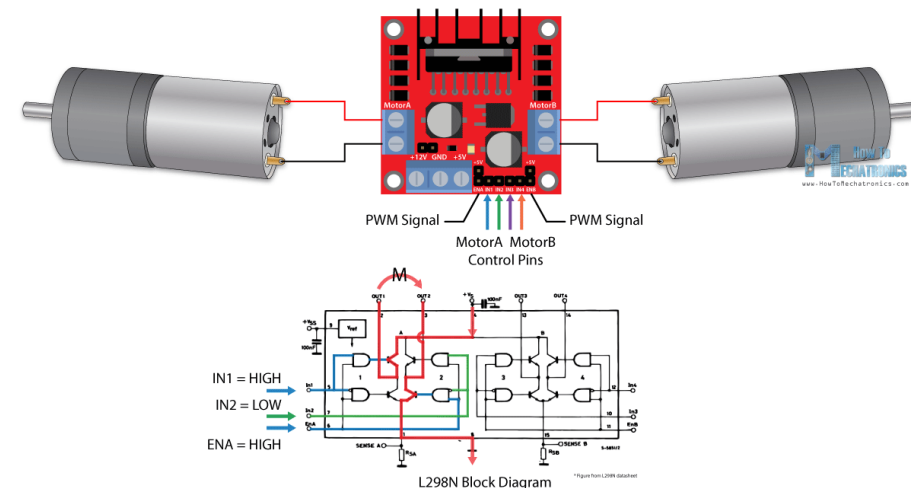
موتورهای صنعتی بزرگ: این موتورها ممکن است در ولتاژهای بالاتر مانند ۹۰، ۱۸۰، ۲۴۰ یا حتی ۵۰۰ ولت DC کار کنند. به طور کلی، ولتاژ نامی موتورها باید رعایت شود تا از آسیب به موتور جلوگیری شود. استفاده از ولتاژ بالاتر از حد مجاز می‌تواند باعث افزایش جریان، گرمای بیش از حد و کاهش عمر مفید موتور شود.

کنترل سرعت موتور DC با استفاده از ماسفت IRF520N

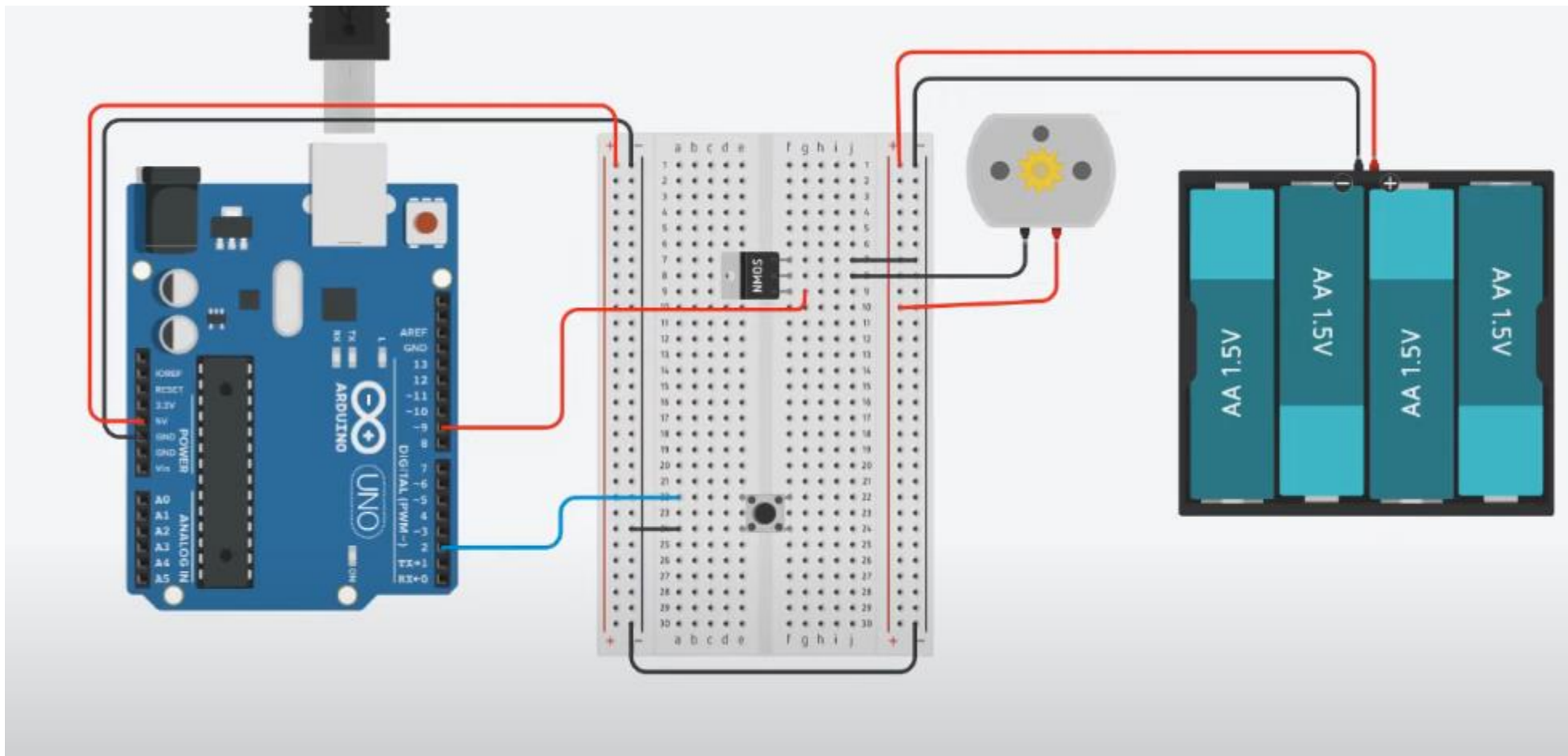
Pulse Width Modulation (PWM)



برای کنترل سرعت موتور DC، از تکنیکی به نام PWM (مدولاسیون پهنای پالس که در جلسات قبل روی LED انجام دادیم) استفاده می‌شود. با اعمال سیگنال PWM به گیت ماسفت IRF520N، جریان عبوری از موتور به صورت تناوبی قطع و وصل می‌شود. هرچه نسبت زمان روشن بودن (Duty Cycle) سیگنال بیشتر باشد، توان بیشتری به موتور می‌رسد و در نتیجه سرعت آن بیشتر می‌شود. این روش ساده و مؤثر است و با استفاده از آن می‌توان به کنترل دقیق‌تری بر سرعت موتور دست یافت.



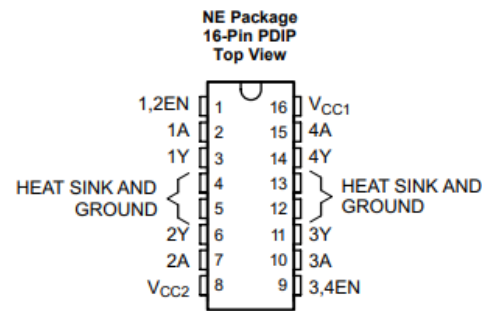
راه اندازی یک موتور DC ساده با استفاده از ماسفت IRF520N



چپ گرد راست گرد کردن موتور DC با استفاده از H-BRIDGE

برای تغییر جهت چرخش موتور DC، از مدار پل H یا H-bridge استفاده می‌شود. این مدار متشکل از چهار سوئیچ (معمولاً ترانزیستور یا ماسفت) است که با باز و بسته شدن ترکیبی آن‌ها می‌توان جریان را در دو جهت مختلف از موتور عبور داد. با کنترل مناسب این سوئیچ‌ها از طریق میکروکنترلر، می‌توان موتور را به سمت چپ یا راست به حرکت درآورد. یکی از رایج‌ترین آی‌سی‌های آماده برای این کار، L293D یا L298N است.

در این قسمت ما با استفاده از L293D کنترل سرعت و چرخش موتور را انجام می‌دهیم.

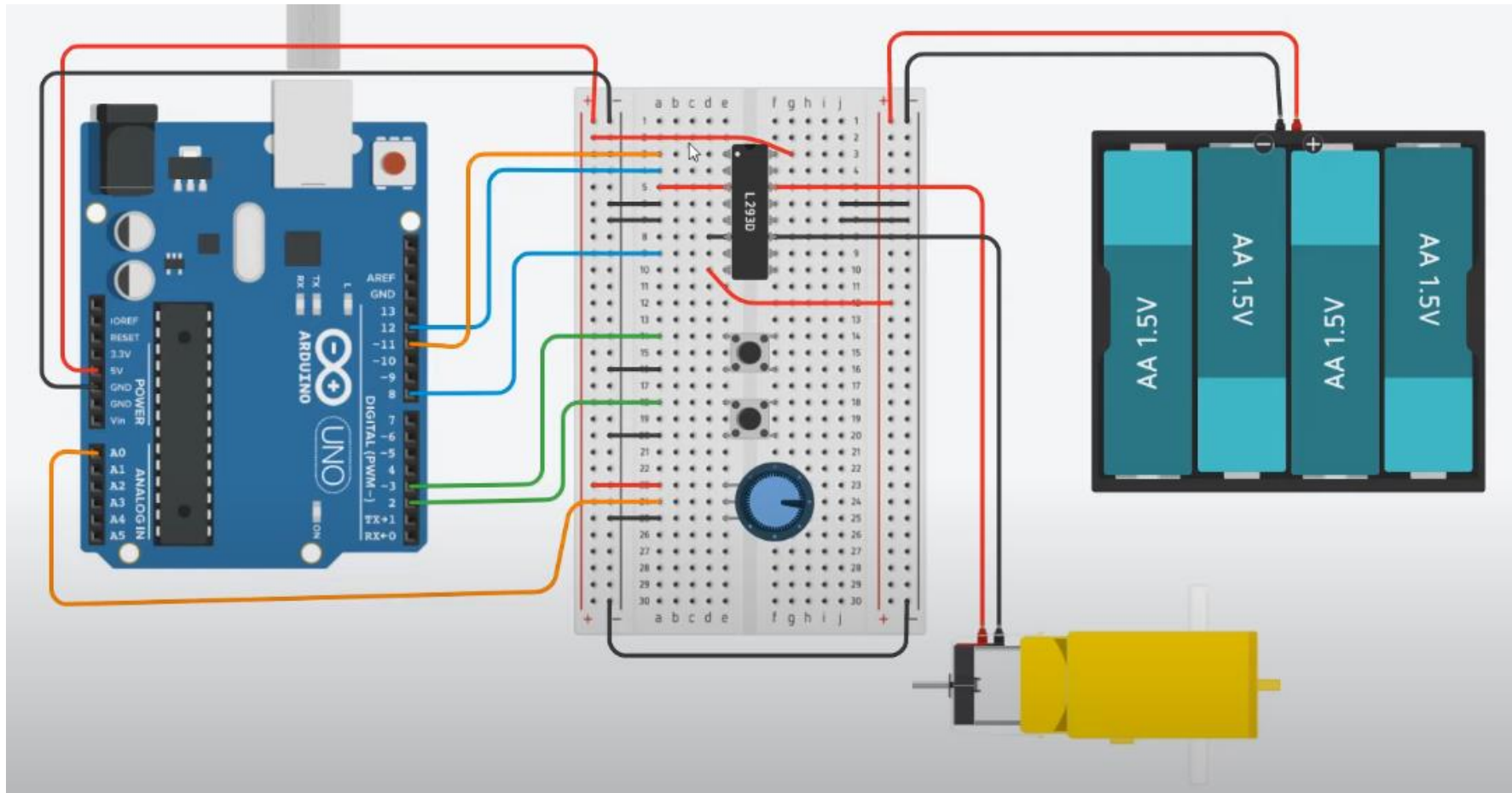


Pin Functions

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NAME	NO.		
1,2EN	1	I	Enable driver channels 1 and 2 (active high input)
<1:4>A	2, 7, 10, 15	I	Driver inputs, noninverting
<1:4>Y	3, 6, 11, 14	O	Driver outputs
3,4EN	9	I	Enable driver channels 3 and 4 (active high input)
GROUND	4, 5, 12, 13	—	Device ground and heat sink pin. Connect to printed-circuit-board ground plane with multiple solid vias
V _{CC1}	16	—	5-V supply for internal logic translation
V _{CC2}	8	—	Power VCC for drivers 4.5 V to 36 V

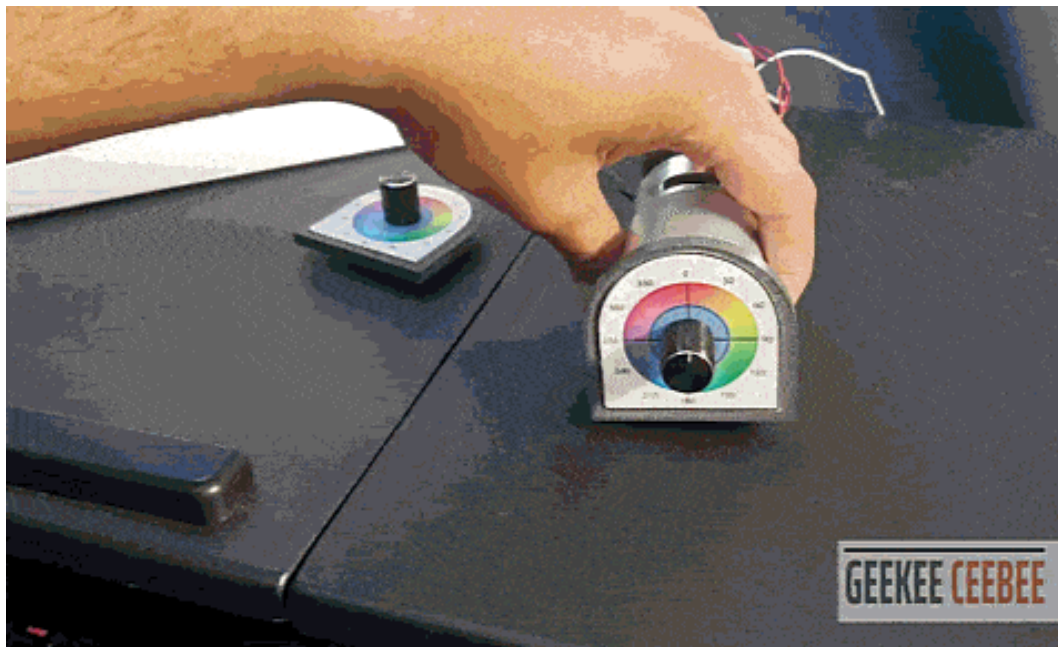
<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293.pdf>

چپ گرد راست گرد کردن موتور DC با استفاده از H-BRIDGE



اشاره ای به کنترل زاویه ای موتور DC

کنترل زاویه ای موتور DC زمانی مطرح می شود که بخواهیم موتور به موقعیتی مشخص برسد و متوقف شود. برخلاف کنترل سرعت، این نوع کنترل نیازمند بازخورد از موقعیت است. با استفاده از سنسورهایی مانند انکودر نوری یا پتانسیومتر، می توان موقعیت فعلی موتور را اندازه گیری و با موقعیت مطلوب مقایسه کرد. الگوریتم هایی مانند PID در این کاربرد بسیار مفید هستند و به ما امکان کنترل دقیق زاویه ای را می دهند.



آشنایی کلی با انکودر

انواع انکودر از نظر عملکرد

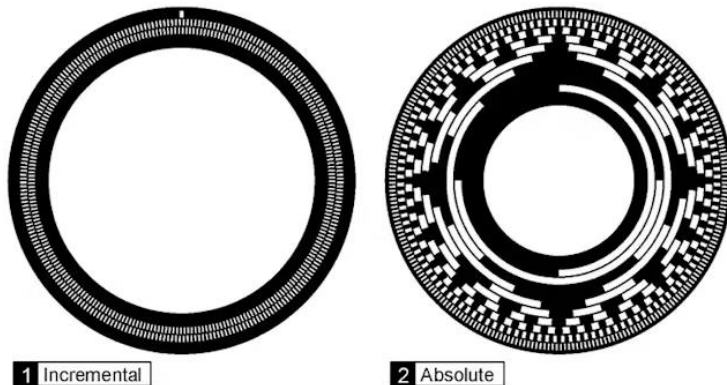
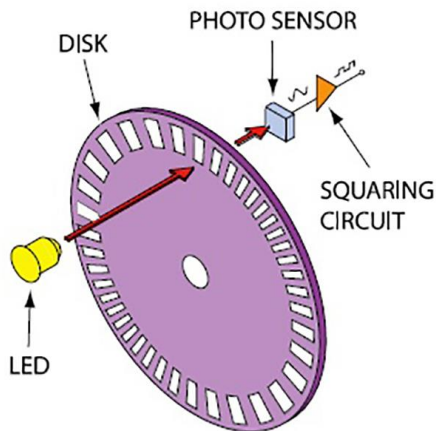
- انکودر افزایشی (Incremental Encoder): این نوع انکودر با تولید پالس‌های متوالی در هنگام چرخش شفت، تغییرات موقعیت را اندازه‌گیری می‌کند. هر پالس نشان‌دهنده یک میزان مشخص از چرخش است. با شمارش این پالس‌ها می‌توان سرعت و جهت حرکت را تعیین کرد. از آنجا که موقعیت مطلق را ذخیره نمی‌کند، در صورت قطع برق، موقعیت فعلی از دست می‌رود و نیاز به مرجع‌گیری مجدد دارد.

- انکودر مطلق (Absolute Encoder): این انکودر برای هر موقعیت خاص یک کد منحصر به فرد تولید می‌کند. بنابراین، حتی پس از قطع و وصل برق، موقعیت دقیق شفت حفظ می‌شود. این ویژگی در کاربردهایی که نیاز به دقت بالا و حفظ موقعیت در هر لحظه دارند، بسیار مفید است.

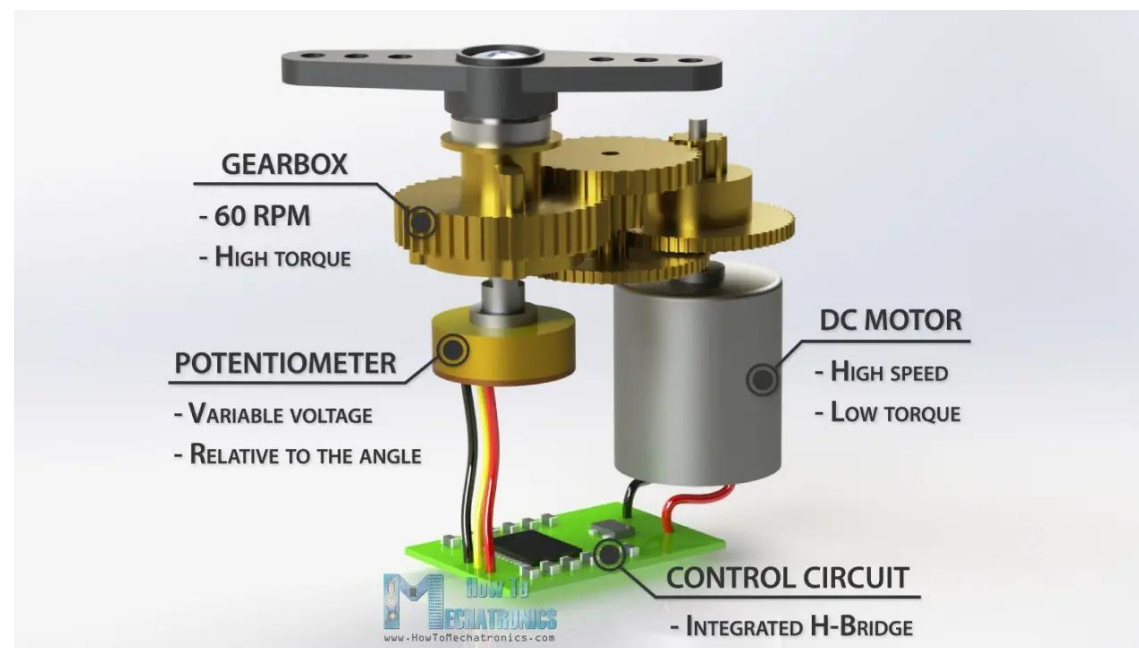
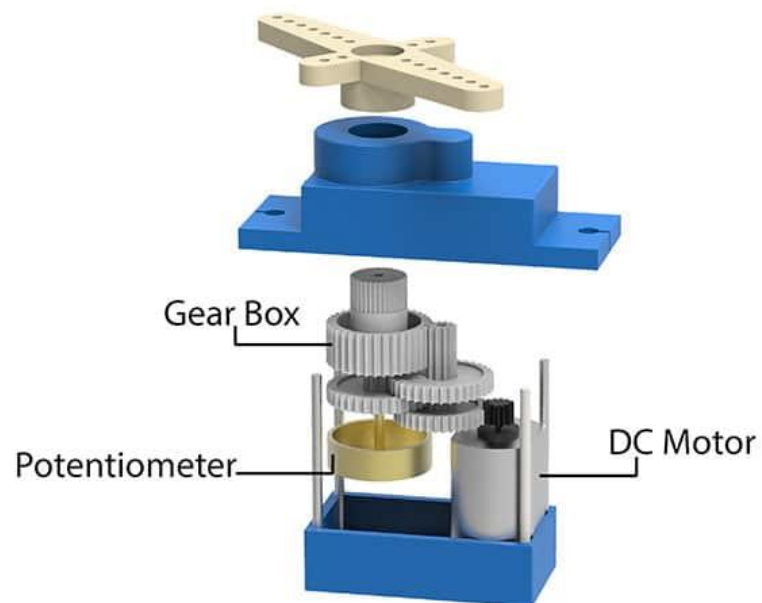
انواع انکودر از نظر تکنولوژی ساخت

- انکودر نوری (Optical Encoder): در این نوع، یک دیسک با الگوهای شفاف و مات بین یک منبع نور (مانند LED) و یک حسگر نوری قرار دارد. با چرخش دیسک، نور به صورت متناوب به حسگر می‌رسد و پالس‌های نوری تولید می‌شود. این انکودرها دقت بالایی دارند اما نسبت به گرد و غبار و آلودگی حساس هستند.

- انکودر مغناطیسی (Magnetic Encoder): در این نوع، از یک دیسک با قطب‌های مغناطیسی و حسگرهای مغناطیسی برای تولید سیگنال استفاده می‌شود. این انکودرها مقاومت بالاتری در برابر شرایط محیطی سخت دارند اما دقت آن‌ها نسبت به انکودرهای نوری کمتر است.



سروو موتورها دسته‌ای خاص از موتورها هستند که برای کنترل دقیق موقعیت، سرعت و گشتاور طراحی شده‌اند. یک سروو معمولاً شامل یک موتور DC، یک گیربکس کاهنده و یک سیستم بازخورد موقعیت داخلی است. سروو موتورها در رباتیک، کنترل پرواز پهپادها، بازوهای مکانیکی و بسیاری از پروژه‌های هوشمند به کار می‌روند.



کار با سرو موتور موقعیتی (POSITIONAL SERVO MOTOR)

سرو موتورهای موقعیتی، قادرند تا در یک بازه زاویه‌ای مشخص (معمولاً ۰ تا ۱۸۰ درجه) حرکت کنند. برای کنترل آنها، کافیست یک سیگنال PWM خاص به آنها ارسال شود. طول پالس تعیین‌کننده موقعیت نهایی محور سرو خواهد بود. این موتورها دقت بالایی دارند و در پروژه‌هایی که نیاز به تعیین زاویه دقیق دارند، مانند کنترل بازوی ربات یا جهت آنتن، استفاده می‌شوند.

در بازار برای پیدا کردن این نوع سرو ها به دنبال چیزی باشید که بازه ۰-۱۸۰ یا در همین حوالی (کمتر از ۱۸۰ درجه) معرفی شده.



کار با سروو موتور با چرخش مداوم (CONTINUOUS ROTATION SERVO)

سروو موتورهای با چرخش مداوم برخلاف نوع موقعیتی، می توانند به صورت بی نهایت در جهت های مختلف بچرخند. این موتورها بیشتر به عنوان جایگزینی برای موتورهای DC استفاده می شوند ولی با مزیت داشتن مدار داخلی برای کنترل آسان تر با PWM. با تغییر عرض پالس ورودی، می توان سرعت و جهت چرخش را کنترل کرد. از این سرووها در ربات های متحرک و ماشین های کنترلی استفاده زیادی می شود. در بازار برای پیدا کردن این نوع سروو ها به دنبال چیزی باشید که بازه ۰-۳۶۰ معرفی شده.

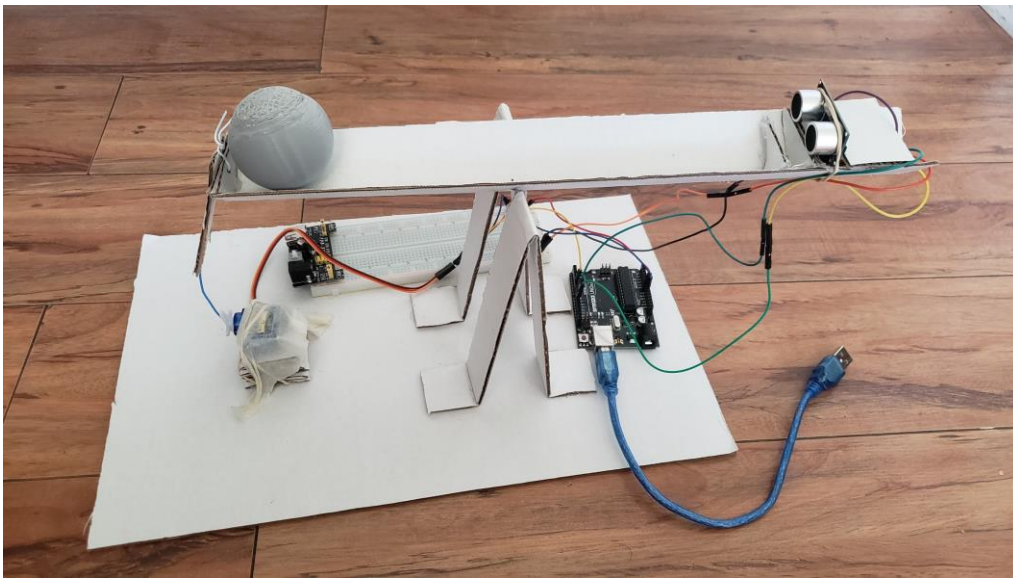


مختصر صحبت درباره PID و نحوه استفاده از آن در پروژه ها (پروژه تعادل توپ)

کنترلر PID (تناسبی - انتگرالی - مشتقی) یکی از پرکاربردترین الگوریتم های کنترلی در مهندسی است.

این الگوریتم با محاسبه خطای بین مقدار مطلوب و مقدار اندازه گیری شده، و اعمال واکنش بر اساس سه مولفه، تلاش می کند خطا را به حداقل برساند. در پروژه تعادل توپ (Ball Balancer)، موقعیت توپ روی یک صفحه توسط دوربین یا سنسور اندازه گیری می شود و با استفاده از PID، زاویه صفحه طوری تنظیم می شود که توپ در موقعیت دلخواه باقی بماند. این پروژه مثالی عملی و جذاب از کاربرد PID در کنترل پلادرنگ است.

در صورتی که علاقه به تغییر ضرایب PID هم داشتید میتوانید با استفاده از سه پتانسیومتر و دستورات `analogRead` و `map` ضرایب را در لحظه تغییر دهید.



راه های ارتباطی و لینک های مربوط به دوره

در صورت وجود هرگونه ابهام و مشکل در حین دوره میتوانید از راه های زیر با بنده در ارتباط باشید:

theheidari@gmail.com

در تلگرام و ایتا [@xheidari](https://t.me/xheidari)

<https://www.linkedin.com/in/xheidari/>

در ضمن تمامی محتوای ارائه شده دوره به تدریج در گروه تلگرامی و لینک گیت هاب دوره آپلود میشود:

<https://github.com/xheidari/ArduinoCourse>

شبیه سازی ها در سایت Tinkercad انجام خواهد شد و در لینک زیر شبیه سازی های انجام شده در کلاس قرار میگیرد:

<https://www.tinkercad.com/joinclass/KD54P7ADW>

با تشکر از توجه شما!