

موتور پله ای

استپ موتور هم برگرفته از اسمش نوعی موتور است که تولید حرکت دورانی می کند. با این تفاوت که استپ موتورها دارای حرکت دقیق و حساب شده تری هستند. این موتورها به صورت درجه ای دوران می کنند و با درجه های مختلف در بازار موجود هستند.

در واقع واژه پله به معنی چرخش به اندازه درجه تعریف شده است. مثلا استپ موتوری با درجه ۱٫۸ باید ۲۰۰ پله انجام بدهد تا ۳۶۰ درجه یا یک دور کامل بچرخد ($۳۶۰ = ۲۰۰ * ۱٫۸$) و یک استپ با درجه ۱۵ فقط باید ۲۴ پله برای یک دور کامل انجام

پله در دور	زاویه پله
500	0.72
200	1.8
180	2.0
144	2.5
72	5.0
48	7.5
24	15

دهد. این ویژگی فواید بسیار زیادی دارد از جمله امکان کنترل سرعت.

اما موتور DC چگونه عمل می کند؟ وقتی به آن ولتاژ دهیم از سرعت آرام شروع



می کند و شتاب می گیرد و با قطع کردن ولتاژ تازه می خواهد

شتاب منفی بگیرد و معلوم نیست چند ثانیه بعد از قطع ولتاژ از چرخش بایستد. با این تفاسیر فکر می کنید تو هارد دیسک یا دیسکت درایوها ویا ویدئوها از کدام موتور استفاده می کنند؟ در رباتیک بسته به نوع شرایط از هر دو نوع موتور استفاده میشد.

موتورهای پله ای موجود در بازار معمولا دو نوع ۵ یا ۶ سیمه دارند.

در مدل ۵ تایی فقط یک سیم مشترک (COM) وجود دارد ولی در مدل ۶ تایی ۲ سیم مشترک وجود دارد که باید به ولتاژ وصل می شوند (سیم یا سیمهای مشترک معمولا قرمز هستند.) یعنی در هر دو در آخر فقط ۴ تا سیم باقی می ماند.

نحوه تست سالم بودن موتور پله ای: برای اینکار در مرحله اول باید مطمئن باشیم هیچکدام از سیمها به هم اتصال ندارند حالا با دست شفت رو بچرخانید، می بینید که راحت و روان می چرخد! حالا تمام سیم ها رو به هم اتصال بدهید و سعی کنید دوباره شفت رو با دست بچرخانید، اگر مقاومت یا سفتی نسبت به حالت قبل احساس کردید بدانید حتما استپت موتور سالم است.

یافتن ترتیب صحیح سیمها: پیدا کردن این ترتیب خیلی مهمه و اگر رعایت نشود موتور ما درست نخواهد چرخید. برای اینکار ابتدا سیم (یا سیمهای) مشترک رو به ولتاژ مورد نیاز موتور (روی بدنه موتور می نویسند ولی معمولا ۱۲ ولت) وصل می کنیم. بعد از میان ۴ تا سیم باقیمانده یکی را انتخاب می کنیم و سر منفی یا زمین منبع رو به آن اتصال می دهیم. اینکار باعث چرخش کوچک میشود. به کاغذ گرد یا یه تیکه چوب به شفت ببندید تا چرخش های ریز معلوم بشود. این چرخش کوچک در واقع همان یک پله موتور به اندازه زاویه موتور می باشد. حالا سر منفی GND رو به یکی از ۳ تا سیم دیگه اتصال بدهید. اگر از این ۳ تا سیم، سیم صحیح رو انتخاب کرده باشید یه گردش کوچیک (به اندازه قبلی) در ادامه حرکت قبلی می بینید ولی اگر خطا باشه گردش معکوس یا بیش از حد (۲ یا ۳ پله) خواهید داشت. اگر سیم خطا بود دوباره زمین رو به سیم اول اتصال بدید و همون کار رو با ۲ سیم دیگه تکرار کنید تا زمانی که سیم صحیح پیدا بشود. قتی سیم صحیح پیدا شد سیم اول رو کنار بگذارید و مراحل رو از اول برای سه سیم باقیمانده انجام دهید تا ترتیب ۴ تا سیم رو پشت سر هم پیدا کنید.

نحوه کنترل موتور پله ای: حالا اگر این چهار تا سیم رو به ترتیب صحیح کنار هم قرار بدهیم و سر منفی منبع رو به ترتیب روی اونها بکشیم، می بینیم که موتور هر چند دست و پا شکسته شروع به چرخش می کند. (البته باید ترتیب سیمها کاملا صحیح باشه.)

حالا فرض کنید چهار تا سیم رو به صورت چهار بیت در نظر بگیریم و ۱ شدن هر کدوم به معنی اتصال اون به GND باشد (البته اینجا شما فقط برای درک بهتر این رو فرض کنید چون در واقعیت برعکسه یعنی ۰ به معنی گراند شدن هستش). مثلا ۰۰۰۱ یعنی سیم اول گراند شده و ۰۱۰۰ یعنی سیم سوم گراند شده است.

شماره پله	سیم ۴	سیم ۳	سیم ۲	سیم ۱
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

اگر چهار پله a, b, c, d رو که هر کدام به صورت چهار بیت در جدول نشان داده شده را به صورت

مداوم به یک استپ موتور القا کنیم. (شبه کیشدن GND به سرعت روی چهار سیم موتور) باعث حرکت منظم موتور در یک جهت خواهیم شد. این نوع القا بیتهای، حرکت یک بیته نام دارد. یعنی در هر پله فقط ۱ بیت روشن یا ۱ است. در ضمن القا بیت ها طبق این جدول و جداول بعدی مرحله جدایی هست که باید با

شماره پله	سیم ۴	سیم ۳	سیم ۲	سیم ۱
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	1

توسط میکرو انجام بگیرد.

نو دیگری از القا پله به موتور وجود دارد که حرکت دوبیتی نام

دارد. همانطور که در جدول می بینید در این نوع حرکت در یک پله همزمان دو بیت ۱ هستند (انگار همزمان دو سیم رو به زمین اتصال دادیم). اگر این مدل را مثل بالایی به صورت مداوم تکرار کنیم باز هم باعث چرخش موتور خواهیم شد اما در این حالت گشتاور و جریان مصرفی موتور نزدیک ۲ برابر خواهد شد. افزایش گشتاور به معنی افزایش قدرت چرخاندگی (نه سرعت چرخش) است.

شماره پله	سیم ۴	سیم ۳	سیم ۲	سیم ۱
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

نوع دیگری از القا پله به استپ موتور وجود دارد بنام حرکت نیم پله. همانطور که از اسمش پیداست این مدل باعث چرخش موتور به اندازه نیم پله خواهد شد. مثلاً اگر زاویه موتوری ۱٫۸ درجه است هر پله از این مدل باعث چرخش موتور به اندازه

۰٫۹ درجه خواهد شد. از ویژگی های این روش افزایش حساسیت استپر موتور است.

لازم به ذکر است که اگر بیت های این سه جدول رو از بالا به پایین القا کنیم موتور در جهت ساعتگرد و اگر از پایین به بالا اجرا کنیم در جهت پادساعتگرد خواهد چرخید .

خوب حالا حتما فکر می کنید میشود چهار سیم موتور رو به چهار پین از یه پورت (دلخواه) میکرو وصل کنیم و با تغییر متناوب بیتها (۰۰۰۱، ۰۰۱۰ و ...) می تونیم باعث چرخش موتور بشویم .

اما واقعیت این است که کمتر مصرف کننده ای را میشود به صورت مستقیم به پایه های میکرو وصل کرد . علتش هم این است که پایه های میکرو نمی توانند بیشتر از ۲۰ میلی آمپر را سینک کنند (عبور بدهند) .

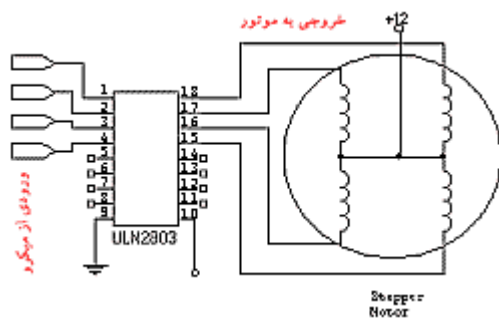
برای مثال فرض کنید یک LED داریم با آمپراژ ۵۰ میلی آمپر مصرفی ، اگر سر مثبت آن را به ولتاژ وصل کنیم و سر منفی آن را به یک پین از میکرو وصل کنیم و آن پین رو صفر کنیم (به معنی GND کردن) باعث سوختن حداقل همون پین میکرو می شویم . این بخاطر جریان کشیدن بیش از توان میکرو هست، برای همین باید بین پین و پایه منفی LED یا پایه LED و سر مثبت منبع یک مقاومت مناسب قرار بدهیم . همین اتفاق در مورد استپر موتور صادق فقط با مقیاس بزرگتر .



برای جلوگیری از این پدیده از آی سی های رابط مخصوصی استفاده می کنند که اصطلاحا درایور نام دارند. باوجود تنوع زیاد درایور ها ما از مدل ULN2803 یا ULN 2003 که فکر می کنم یکی از رایجترین نوع برای ساخت ربات مسیریاب است استفاده می کنیم. این درایور

دارای ۱۸ پایه هستش. همانطور که در شماتیک درونی IC مشاهده می کنید پایه ۹ سر gnd و پایه ۱۰ سر VCC هستش و پایه های ۱ تا ۸ ورودی (در اینجا از میکرو) و پایه های ۱۱ تا ۱۸ خروجی (در اینجا به موتور) این آی سی هستند . در شکل نحوه رابط قرار دادن این آی سی بین ۴ پایه میکرو و ۴ سیم موتور رو مشاهده می کنید . راستی در این IC، پایه ۱۸ خروجی پایه ۱، پایه ۱۷ خروجی ۲، ۱۶ خروجی ۳ و... می باشد.

البته همانطور که در قسمت کنترل استپ موتور اشاره شد بیت های ارائه شده در جدولهای پست قبل باید به صورت نقیض به موتور ارسال بشود .



مثلا ۰۰۰۱ که از میکرو ارسال می شود باید به صورت ۱۱۱۱۰ به موتور ارسال بشود ، چون می خواهیم سیمهای استپر را به ترتیب ۱ های جدول GND کنیم و صفر به معنی GND هست نه ۱ یکی از کارهای مهم این IC هم همین کار است و خروجی های

میکرو را که طبق جدول های پست قبل هست نقیض (NOT) می کند و به موتور می فرستد . در ضمن از آنجایی که این درایور ۸ تا ورودی و ۸ تا خروجی دارد ، ما می توانیم دو تا موتور را فقط با یک درایور راه بیندازیم . ۴ تا ورودی و ۴ تا خروجی برای ۱ موتور و یک جفت ۴ تایی باقی مانده هم برای موتور دوم .