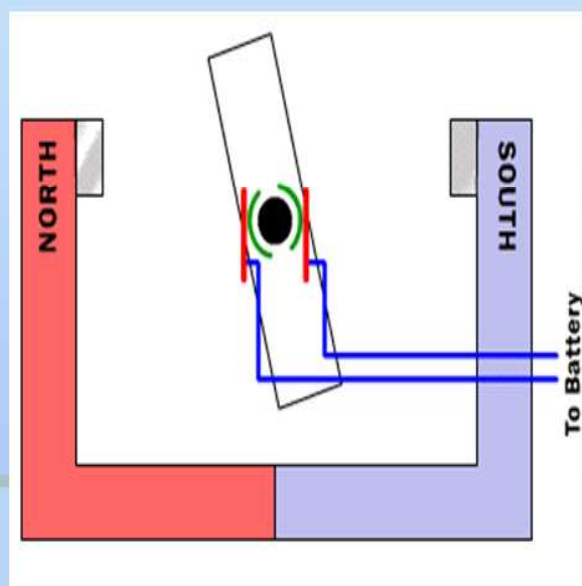
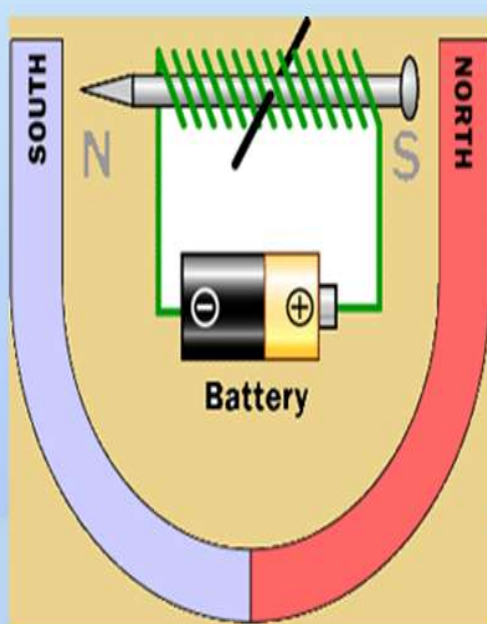
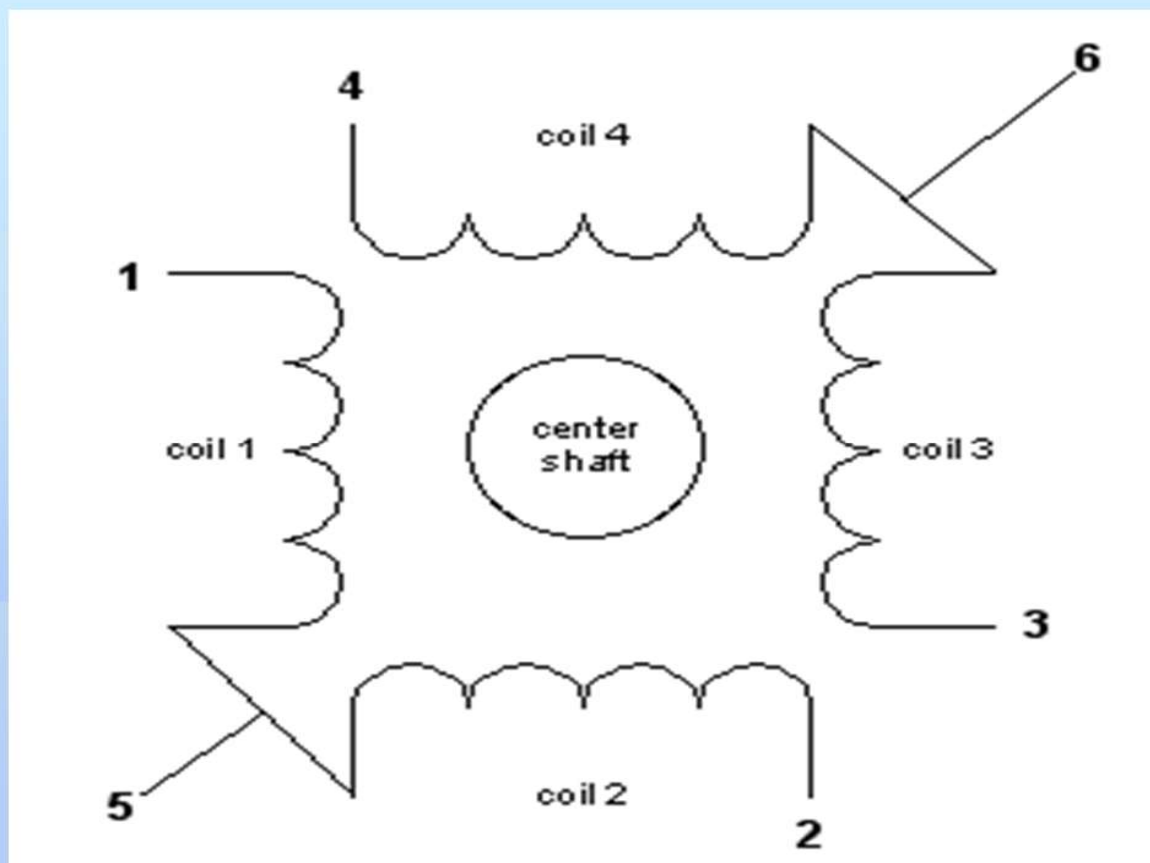


استپر موتور ها

موتور پله ای (Stepper Motor) یکی از انواع موتورهای الکتریکی است که حرکت آن کاملاً دقیق و از پیش تعریف شده می باشد و با ارسال بیت های ۰ و ۱ به سیم پیچ های آن می توان آنرا حرکت داد .



نحوه حرکت تمامی موتور ها



ساختار موتور پله ای



این موتور عموماً دارای چهار قطب میباشد که سیم پیچها بر روی این چهار قطب قرار می گیرند و شما با ارسال بیت های ۰ و ۱ به این سیم پیچها در واقع میدان مغناطیسی ایجاد می کنید که این میدان باعث حرکت روتور مغناطیسی موجود در داخل موتور پله ای می شود. البته میبایست این سیم پیچها را به توالی ۰ و ۱ کرد و گر نه موتور مطابق میل شما نخواهد چرخید یکی از مشخصه های این موتور زاویه حرکت آن می باشد و هر موتوری زاویه حرکتی مخصوص به خودش را دارد. مثلاً اگر موتوری زاویه حرکتش

۷ درجه باشد، این موتور در هر بار که سیم پیچهایش حاوی ولتاژ می شوند ۷ درجه در سمت حرکت عقربه های ساعت یا خلاف جهت آن بسته به اینکه سیم پیچها با چه ترتیبی ولتاژ دار می شوند خواهد چرخید. این ۷ درجه چرخش برای این موتور پله ای نمونه یک پله یا یک step محسوب می شود با این تعریف متوجه شدید که یک موتور پله ای در یک دور کامل ممکن است ۱۰۰ تا ۲۰۰ پله کمتر یا بیشتر بسته به نوع موتور حرکت داشته باشد. شما حتی می توانید یک موتور پله ای را به صورت نیم پله یعنی با نصف زاویه حرکت راه اندازی کنید. این موتورها به صورت میکرو پله نیز حرکت می کنند؛ در واقع منظور حرکت خیلی ریز و دقیق است. وقتیکه شما یک موتور پله ای را از نزدیک می بینید متوجه تعدادی سیم رنگی می شوید که از موتور پله ای بیرون آمده در واقع این سیم ها هر کدام به سر یک سیم پیچ متصل هستند و یک سیم بین تمام سیم ها مشترک است.

نحوه حرکت موتورهای الکتریکی

حالا بیا ببینیم چه اتفاق می افتد که موتور پله ای حرکت می کند. کلید فهمیدن اینکه موتورهای الکتریکی چگونه کار می کنند فهمیدن نحوه عملکرد آهن ربای الکتریکی است؛ آهن ربای الکتریکی مبنای کار موتورهای الکتریکی است. اگر سیمی حدود ۱۰ سانتی متر بردارید و به دور میخی ببیچید و دو سر آنرا به دو سر یک باتری وصل کنید، زمانیکه جریان از سیم عبور می کند یک میدان مغناطیسی در اطراف سیم ایجاد می شود و آن میخ تبدیل به آهنربا می شود. این میدان تا زمانیکه جریان از سیم عبور میکند وجود دارد، یعنی تا زمانیکه دو سر سیم به باتری متصل باشد؛ و زمانیکه این اتصال قطع شود، این میدان نیز از بین می رود. آن سر میخ که به قطب مثبت باتری وصل شده S و سر دیگر را که به قطب منفی باتری وصل شده N می نامیم.

حال اگر یک آهن ربای نعلی شکل بردارید و این میخ را به صورت معلق در وسط این آهن ربا قرار دهید به طوریکه میخ کاملاً افقی قرار گرفته و قطب N میخ در مقابل قطب N آهن ربا ی نعلی شکل قرار بگیرد و قطب دیگر میخ نیز به همین صورت در این وضعییت میخ ۱۸۰ درجه خواهد چرخد تا قطب N میخ در مقابل قطب S آهنربا و قطب S میخ در مقابل قطب N آهن ربا قرار بگیرد. همانطور که میدانید دو قطب متضاد همدیگر را جذب و دو قطب همدان همدیگر را دفع می کنند که حرکت میخ نیز در آهن ربای نعلی شکل به همین صورت است.

حرکت موتورهای الکتریکی نیز در واقع از همین قانون پیروی می کند؛ ما هر بار که در یک موتور پله ای یک سیم پیچ را تحریک می کنیم در واقع قطبهای N و S را در داخل موتور ایجاد میکنیم و روتور نیز مثل آن میخ و با استفاده از قانون جذب و دفع قطبها به حرکت در می آید و این حرکت همان چیزی است که ما به صورت فیزیکی از موتور مشاهده می کنیم.

اصول کار موتور پله ای

- واژه پله به معنی چرخش به اندازه درجه تعریف شده موتور است. مثلاً موتور پله ای با درجه ۱.۸ باید ۲۰۰ پله حرکت کند تا ۳۶۰ درجه یا یک دور کامل بچرخد: $۳۶۰ = ۲۰۰ \times ۱.۸$
- یک استپ موتور با درجه ۱.۵ فقط باید ۲۴ پله برای یک دور کامل انجام دهد: $۳۶۰ = ۱۵ \times ۲۴$. به این ترتیب هرچه تعداد پله های يك موتور بیشتر باشد دقت چرخش آن افزایش می یابد.
- مکانیسم کنترلی موتور پله ای طوریست که امکان کنترل سرعت به سادگی میسر می شود.

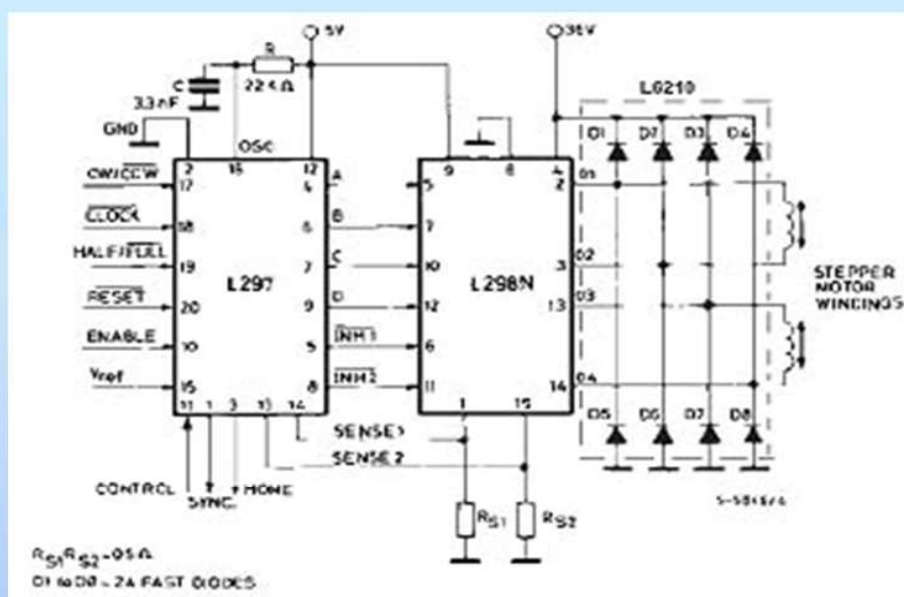
پله در دور	زاویه پله
500	0.72
200	1.8
180	2.0
144	2.5
72	5.0
48	7.5
24	15

موتور پله کامل و نیم پله

- در حالت عادی میزان چرخش موتور به تعداد پالسهای اعمالی و گام موتور بستگی دارد. هر پالس يك پله موتور را می‌چرخاند.
- با تحريك دو فاز مجاور در موتور می‌توان موتور را به اندازه نیم پله حرکت داد. به این ترتیب تعداد پله‌های موتور دو برابر می‌شود و در نتیجه دقت چرخش موتور هم دو برابر می‌گردد.

راه اندازی موتور پله‌ای

- تراشه L297 يك راه انداز مناسب برای موتور پله‌ای است.
- مدارهای راه‌انداز متنوعی برای استفاده از موتورهای پله‌ای وجود دارد. در اینجا از مدار مجتمع L297 و L298 برای راه‌اندازی موتور پله‌ای استفاده می‌شود. که طریقه بستن آن در شکل صفحه ی بعد نشان داده شده است.
- جهت کنترل موتور به قابلیت هایی همچون حرکت به عقب و جلو، کنترل سرعت، کنترل جریان و توقف آنی موتور احتیاج داریم و این نیازها را درایور مورد نظر ما یعنی L298 براحتی تامین می‌نماید. L298 يك آیسی پل-H دوتایی (DUALH-Bridge) دارای ۱۵ پایه می‌باشد که قادر است وظایفی چون چرخش موتور به عقب و جلو، کنترل سرعت، کنترل جریان و توقف آنی موتور را انجام دهد. کنترل موتور به این شرح است که پس از محاسبه میزان چرخش موتور برای جابجایی مورد نظر با استفاده از میکرو کنترلر به تعداد مورد نظر پالس به پایه راه انداز ارسال می‌کنیم.
- يك پایه برای تعیین جهت چرخش (ساعتگرد و پاد ساعتگرد) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- پایه Enable مدار راه‌انداز را فعال و غیر فعال می‌نماید.



مقایسه موتور DC و موتور پله‌ای

موتور پله‌ای	موتور DC
استفاده در توانهای پایین	استفاده در توانهای بالا
راه‌اندازی پیچیده	راه‌اندازی ساده
بدون نیاز به سامانه کنترلی	کنترل با فیدبک
نگهداری ساده و کم	نگهداری مداوم

نحوه تست سالم بودن موتور پله ای

برای اینکار در مرحله اول باید مطمئن بشیم هیچکدام از سیمها به هم اتصال ندارند. حالا با دست شفت رو بچرخونید، می بینید که راحت و روان می چرخه! حالا تمام سیم ها رو به هم اتصال بدید و سعی کنید دوباره شفت رو با دست بچرخونید، اگر یه مقاومت یا سفتی نسبت به حالت قبل احساس کردید بدونید حتما استپتون سالمه! (بدون نیاز به هیچ منبع تغذیه) (لزو ما همه سیم پیچ ها سالم نیستند)

یافتن ترتیب صحیح سیمها

پیدا کردن این ترتیب خیلی مهم است و اگر رعایت نشود، موتور ما درست نخواهد چرخید و ما را دچار اشتباه میکند. برای اینکار ابتدا سیم (یا سیمهای) مشترک را به ولتاژ مورد نیاز موتور (معمولاً ۱۲ ولت) وصل میکنیم. بعد از بین ۴ تا سیم باقیمانده یکی را انتخاب می کنیم و سر منفی یا زمین منبع را به آن متصل می کنیم. اینکار باعث یک چرخش کوچک میشود. یک کاغذ گرد یا یک تکه چوب به شفت ببندید تا چرخش های ریز معلوم شود. این چرخش کوچک در واقع همان یک پله موتور به اندازه زاویه موتور است. حالا سر منفی (GND) را به یکی از ۳ تا سیم دیگر اتصال بدهید. اگر از این ۳ تا سیم، سیم صحیح رو انتخاب کرده باشید یک گردش کوچک (به اندازه قبلی) در ادامه حرکت قبلی می بینید ولی اگر خطا باشد گردش معکوس یا بیش از حد (۲ یا ۳ پله) خواهید داشت. اگر سیم خطا بود دوباره زمین را به سیم اول اتصال بدهید و همان کار را با ۲ سیم دیگر تکرار کنید تا زمانی که سیم صحیح پیدا شود. وقتی سیم صحیح پیدا شد سیم اول رو کنار بگذارید و مراحل را از اول برای سه سیم باقیمانده انجام دهید تا ترتیب ۴ تا سیم پشت سر هم را پیدا کنید.

بیاید نحوه کنترل موتور پله ای را در سه حالت یک بیتی یا دو بیتی و نیم پله بررسی کنیم:

نحوه کنترل ۱ بیتی

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

در حالت یک بیتی اگر اول سیم پیچ ۱ را تحریک کنیم، سیم- پیچ ۲ و ۳ و ۴ بدون تحریک باید باشند جهت حرکت موتور پله- ای در سمت حرکت عقربه های ساعت بعد از سیم پیچ ۱ نوبت سیم پیچ ۲ است که تحریک شود؛ و در این حالت نیز بقیه سیم پیچها بدون تحریک هستند. بعد از آن نوبت سیم- پیچ ۳ و سپس نوبت سیم پیچ شماره ۴ است. دقت کنید که در هر لحظه یک سیم پیچ تحریک شود. اگر بعد از سیم پیچ ۱ سیم پیچ ۴ را تحریک کنیم و سپس به سراغ ۳ و ۲ برویم موتور در جهت عکس عقربه های ساعت خواهد چرخید .

نحوه کنترل ۲ بیتی

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

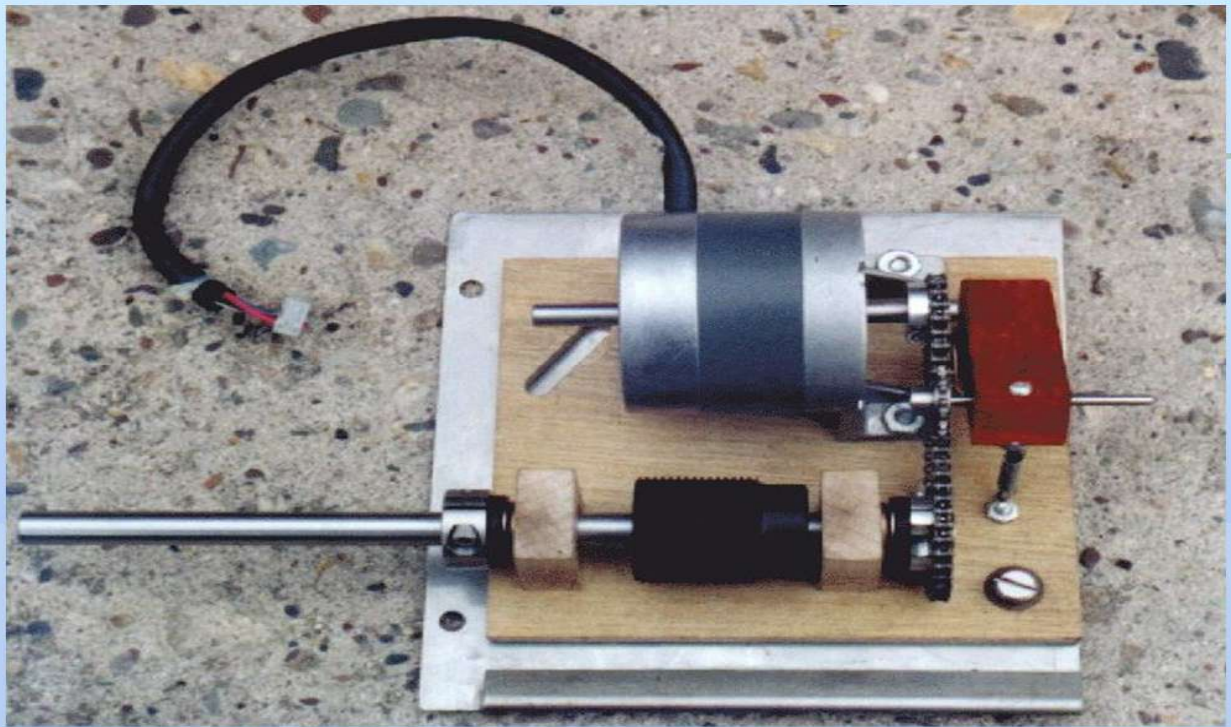
در حالت دو بیتی در لحظه دو سیم پیچ بار دار می شوند مثلاً اگر اول سیم پیچ ۱ و ۲ تحریک شوند بعد سیم پیچ ۲ و ۳ سپس ۳ و ۴ و در نهایت ۴ و ۱ برای حرکت موتور پله ای بایست همین ترتیب را تا موقعیکه می خواهید موتور حرکت داشته باشد ادامه دهید حال اگر این ترتیب را عوض کنید موتور در خلاف جهت فعلی حرکت می کند.

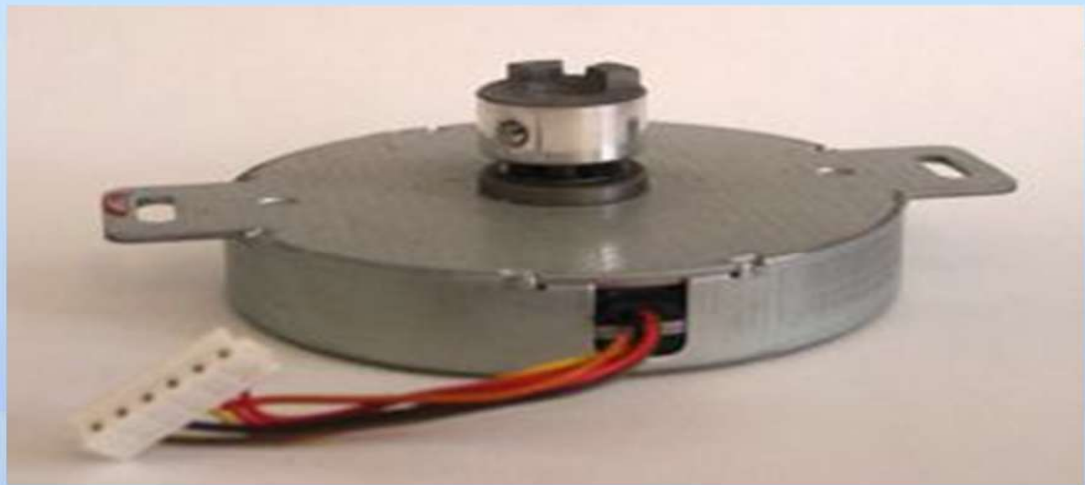
نحوه کنترل نیم پله ای

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

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

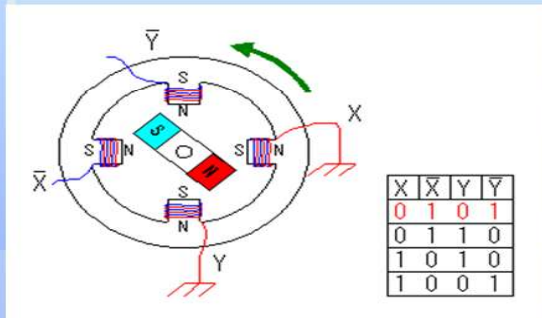




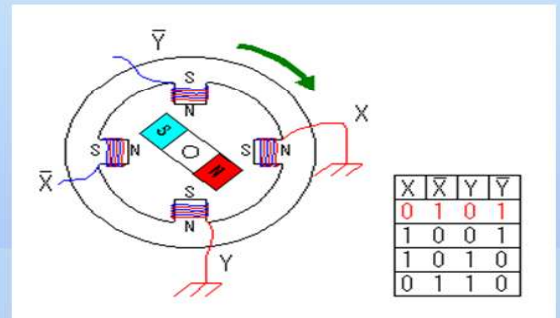


نحوه کنترل

این موتور به صورت ۱ بیتی یا دو بیتی حرکت می کند در حالت یک بیتی در هر لحظه تنها یک سیم پیچ پالس ۱ را دریافت می کند و در حالت دو بیتی دو سیم پیچ در هر لحظه پالس ۱ را دریافت می کنند اگر این دریافت پالس به صورت منظم و پشت سر هم انجام شود موتور نیز به صورت صحیح به سمت جهت حرکت عقربه های ساعت یا خلاف جهت آن حرکت خواهد کرد .



حرکت در جهت خلاف عقربه های ساعت (تحریک ۲ بیتی)



حرکت در جهت عقربه های ساعت (تحریک ۲ بیتی)

