



Namatek
True Education

www.namatek.com

Stepper Motor

موتور پله ای

فهرست مطالب

۱. علل نیاز به موتور پله ای
۲. کاربرد موتور پله ای
۳. مکانیزم داخلی و عملکرد استپر موتور

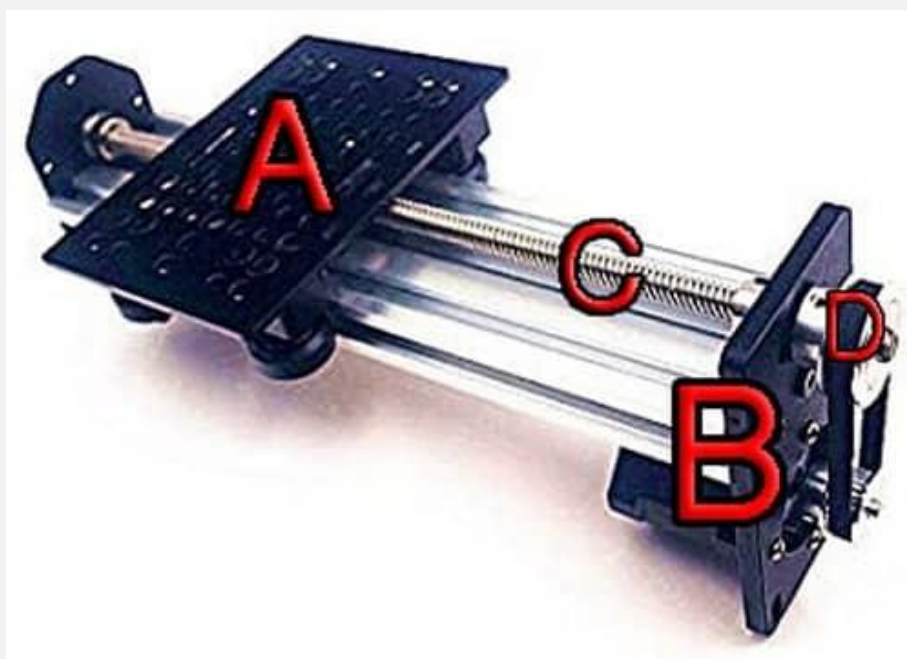
موتور پله ای یکی از موتورهای با دقت بالا جهت کاربردهای الکترونیکی و صنعتی می باشد. این موتور امکان گردش در زاویه های محدود را فراهم می آورد و صرفا توسط برد الکترونیکی کنترل می شود، در واقع امکان به کارگیری این موتور بدون یک کنترل کننده الکتریکی امکان پذیر نیست. در ادامه درباره این موتور بیشتر توضیح خواهیم داد.

همان طور که می دانید انواع مختلفی از موتورها در صنعت برق و الکترونیک استفاده می شوند. این موتورها با جریان، ولتاژ، فرکانس و البته قدرت های متفاوتی عرضه می شوند. در شکل زیر چند مدل موتور الکتریکی در سایز و قدرت متفاوت مشاهده می کنید.



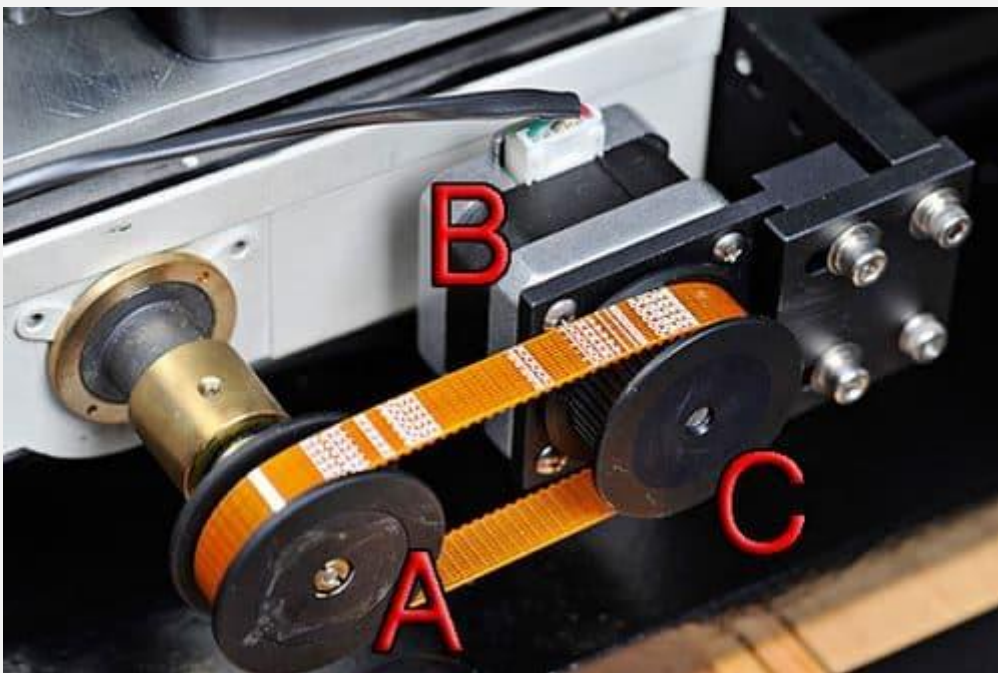
علل نیاز به موتور پله ای

موتورهای معمولی با دریافت جریان برق با سرعت ثابت یا متغیر در جهت راست گرد یا چپ گرد به چرخش در می آیند. حال فرض کنید به موتوری نیاز داریم که لازم باشد به صورت کاملاً دقیق بچرخد. یعنی مثلاً اگر به آن دستور دهیم که ۱۲ درجه در جهت ساعتگرد بچرخد، دقیقاً به همان اندازه گردش کند نه بیشتر و کمتر. این وظیفه ایست که موتور پله ای برای ما انجام می دهد. برای درک بیشتر این نیاز به شکل زیر نگاه کنید، میز A روی میز B حرکت می کند، این کار از طریق چرخش پیچ C امکان پذیر می شود. پیچ C به [پولی](#) D متصل است؛ یعنی اگر پولی D را بچرخانیم میز A حرکت می کند، حال اگر پولی D با موتور الکتریکی ساده به گردش دربیاید امکان تنظیم دقیق حرکت میز A نسبت به B فراهم نمی شود.



اما راه حل چیست؟

مکانیزمی شبیه مکانیزم شکل بالا در تصویر زیر نشان داده شده. به شکل زیر نگاه کنید، این شکل یک میز دستگاه دقیق را نشان می دهد. میز این دستگاه با چرخش دقیق پولی A حرکت می کند. یعنی اگر پولی A به میزان ۱۰ درجه بچرخد، میز به اندازه ۰/۰۵ میلی متر حرکت می کند. همان طور که می بینید دو پولی A و C توسط [تسمه](#) به یکدیگر متصل شده اند؛ یعنی چرخش پولی C باعث چرخش پولی A می شود. پولی C نیز به موتور پله ای B متصل شده. با چرخش دقیق موتور پله ای B پولی C و در نهایت پولی A به صورت کاملاً دقیق به چرخش درآمده و میز دستگاه با دقت زیاد و به صورت کنترل شده حرکت می کند.



کاربرد موتور پله ای

موتور های پله ای در ابعاد و اندازه های گوناگونی ساخته می شوند و در هر مکانیزمی که نیاز به دقت و سرعت عمل بالا باشد به کار می روند. در شکل زیر چند موتور پله ای را مشاهده می کنید.



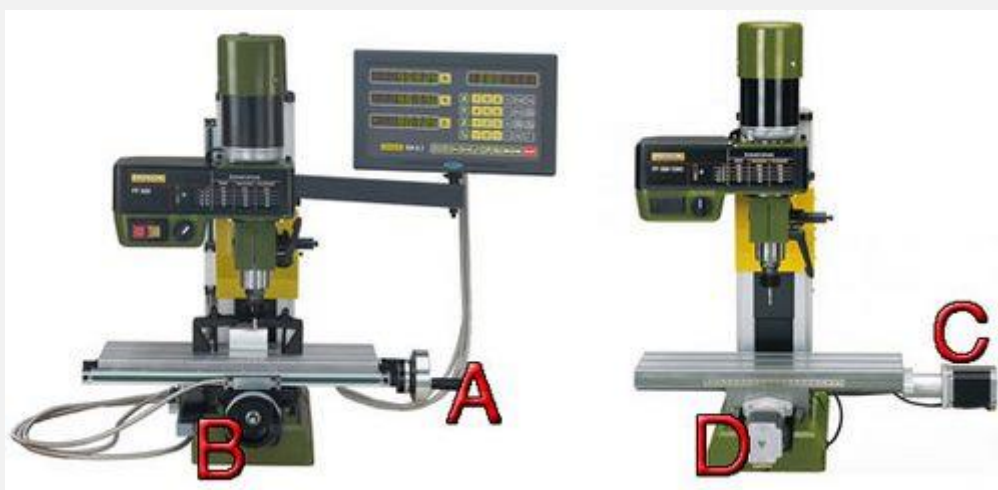
در ادامه به صورت دقیق تر به کاربرد این موتور ها اشاره کرده و در نهایت عملکرد موتورهای پله ای را شرح خواهیم داد. پس هم چنان با ما همراه باشید.

ماشین ابزار های دقیق

برای تولیدات قطعات صنعتی به دقت بسیار زیادی در ابعاد و اندازه های تولیدی نیاز است. دستگاه هایی که برای این منظور استفاده می شوند در محورهای طولی، عرضی و ارتفاعی تنظیم شده و حرکت می کنند. برای

تنظیم و حرکت دقیق میز این دستگاه ها از دستگیره یا فلکه های مدرجی استفاده می شود که توسط اپراتور دستگاه چرخانده می شود.

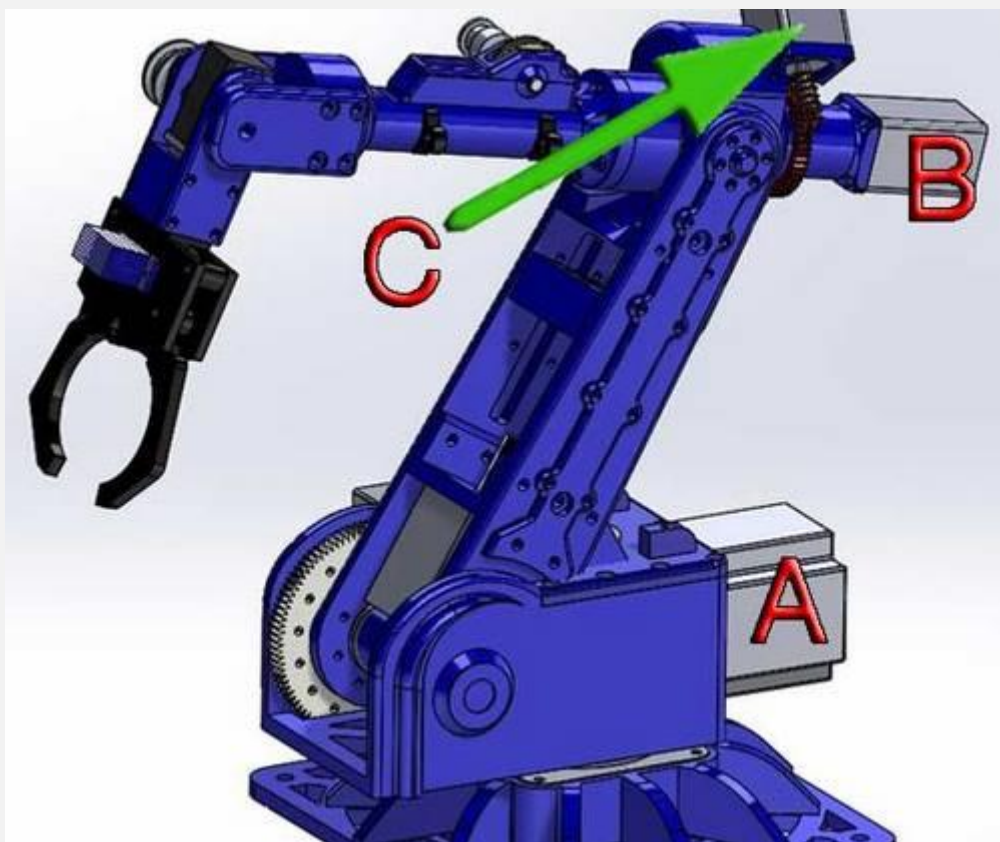
در تصویر چپ شکل زیر فلکه A و B را مشاهده می کنید. این فلکه ها توسط اپراتور دستگاه چرخانده می شود تا میز دستگاه در جهات مختلف به صورت دقیق (با توجه به مدرجات روی فلکه) حرکت کند و دستگاه تنظیم شود.



در دستگاه های تولید اتوماتیک به جای استفاده از فلکه های دستی از موتورهای پله ای استفاده می شود تا تنظیم دقیق و مرحله به مرحله میز به صورت اتوماتیک انجام شود نه توسط اپراتور دستگاه. در تصویر بالا این موتورهای پله ای با C و D نشان داده شده اند.

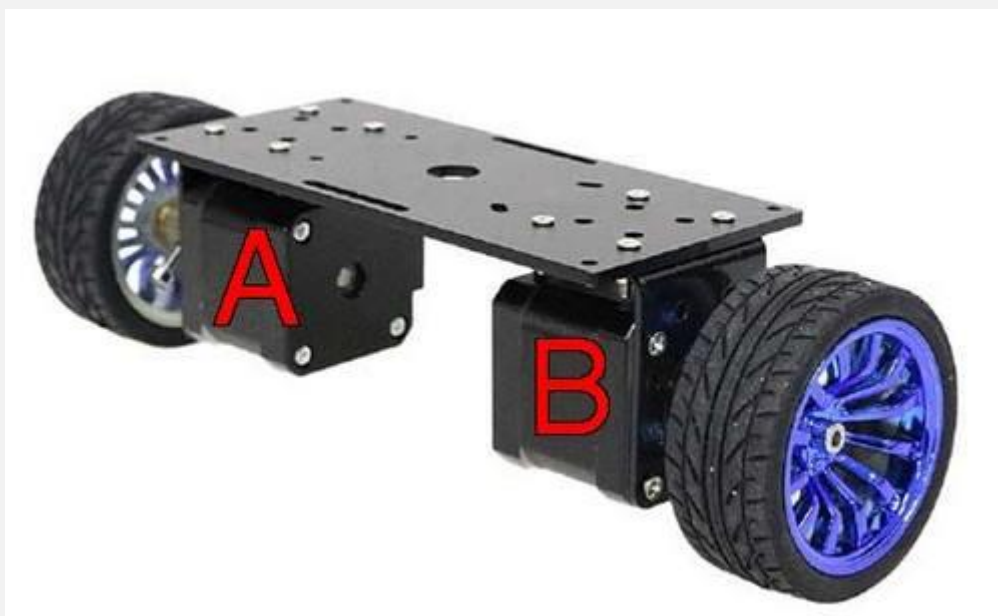
کاربرد موتور پله ای در رباتیک

تقریباً در تمام ربات ها به علت نیاز به حرکت دقیق در تمام جهات از موتورهای پله ای استفاده می شود. در شکل زیر یک ربات را مشاهده می کنید که موتورهای پله ای A، B و C وظیفه تنظیم و حرکت اهرم های ربات در جهات مختلف را بر عهده دارند.



هم چنین در مکانیزم حرکتی ربات های چرخ دار نیز تقریباً می توان گفت که فقط از موتورهای پله ای استفاده می شود. چون همان طور که می دانید حرکت ربات بر روی زمین باید دقیق باشد و قابلیت چرخش ربات بدون استفاده از مکانیزم های پیچیده ای چون فرمان فراهم باشد.

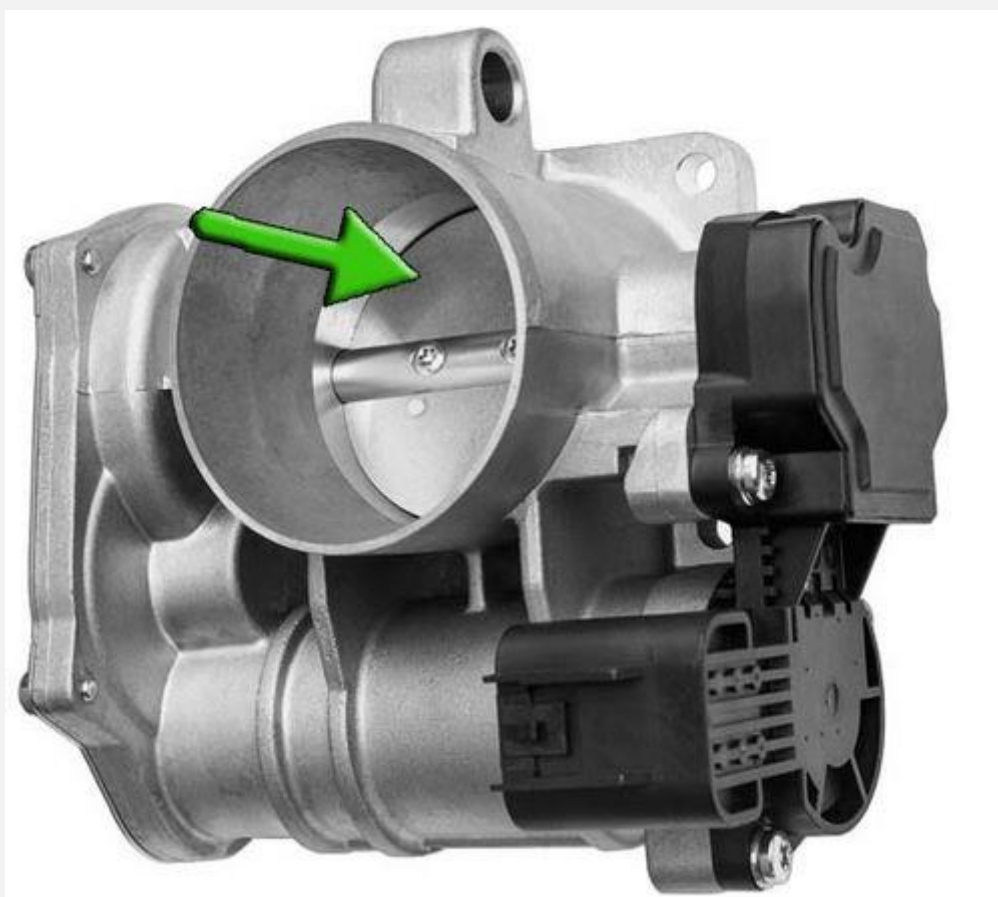
موتورهای پله ای A و B در شکل زیر وظیفه حرکت دقیق و تنظیم شده ربات را بر عهده دارند. هم چنین با تغییر سرعت موتورهای چپ و راست، امکان چرخیدن ربات به دور خود و در نتیجه تغییر جهت حرکت نیز فراهم می شود؛ بدون این که نیاز به استفاده از مکانیزم های پیچیده باشد.



جالب است بدانید مکانیزم گفته شده در تانک های جنگی نیز به کار می رود. تانک های جنگی فرمان ندارند و چرخ ها و زنجیرهای آن ها ثابت می باشند. برای تغییر جهت تانک، سرعت چرخ های یک سمت کمتر می شود تا تانک به آن سمت منحرف شود و جهت حرکت آن تغییر کند. البته در تانک از موتور پله ای استفاده نمی شود!

کاربرد موتور پله ای در خودرو

به عنوان آخرین مثال از کاربرد موتور پله ای می توان به استفاده از آن در مکانیزم تنظیم هوای ورودی به داخل موتور خودرو اشاره کرد. در شکل زیر یک مجموعه دریچه گاز خودرو نشان داده شده. هوای داخل سیلندر خودرو از مدخل ورودی این مکانیزم تامین می شود. کنترل مدخل ورودی با دریچه پروانه ای امکان پذیر می شود که در شکل زیر با فلش سبز نشان داده شده است.



تنظیم این دریچه توسط موتور پله ای یا استپر موتور انجام می شود. استپر موتور با رنگ مشکی در سمت راست این مکانیزم نصب شده است. استپر موتور فرمان میزان باز یا بسته کردن دریچه هوای ورودی خودرو را از کامپیوتر خودرو دریافت می کند.

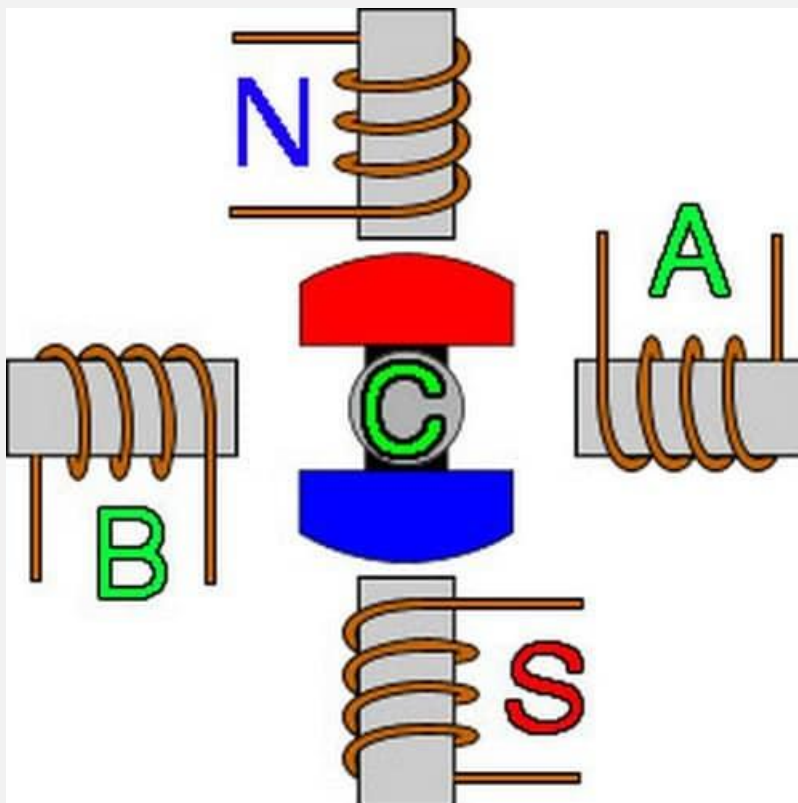
مکانیزم داخلی و عملکرد استپر موتور

اما موتور پله ای چگونه کار می کند؟

برای درک عملکرد موتور پله ای باید با مقدمات عملکرد کلی موتورهای الکتریکی آشنا باشید، اگر نه ممکن است درک عملکرد این موتور برای شما کمی مشکل باشد.

موتورهای پله ای از تعداد بیشتری قطب یا سیم پیچ مستقل در استاتور (و گاهی اوقات روتور) بهره می برند. سیم پیچ های استاتور به صورت مرحله ای مگنت شده و امکان چرخش با زاویه مشخص را برای [روتور](#) فراهم می کنند. در شکل زیر، محور روتور با C نشان داده شده، در این حالت قطب های بالا و پایین استاتور مگنت شده اند و باعث جذب قطب های آهنربایی روتور می شوند (قطب های آهنربا شده روتور با رنگ آبی و قرمز نشان داده شده اند). بنابراین همان طور که در شکل می بینید روتور در جهت نشان داده شده قرار می گیرد. اکنون اگر قطب های A و B مگنت شوند قطب

های قرمز و آبی روتور به سمت قطب های A و B جذب می شوند و باعث می شود که روتور ۹۰ درجه بچرخد.



همان طور که می بینید با تنظیم مگنت شدن یا نشدن قطب های استاتور، امکان چرخش دقیق روتور فراهم می شود. برای چرخش دقیق تر روتور می توان از تعداد بیشتر قطب های آهنربایی (یا همان سیم پیچ ها) در استاتور و روتور استفاده کرد. مثلاً در شکل زیر از سه قطب در روتور و ۸ قطب در استاتور برای افزایش دقت چرخش موتور پله ای استفاده شده است.

