بسم الله الرحمن الرحيم

موضوع پروژه :

Steper & dc & servo motors

زیر نظر استاد محترم :

آقای دکتر جهانپور

تهیه کنندگان:

گروه نرم افزاری خاتم توس

زمستان ۱۳۸۴

موتورهای DC (Direction Current Motor)

اگرچه عملا انرژی الکتریکی تجارتی به شکل متناوب تولید می شود ولی گاهی نیاز به انرژی DC احساس می شود و ضرورت ایجاب می کند از دستگاهها و مصرف کننده های جریان مستقیم استفاده نمائیم. موتورهای جریان مستقیم برای بخشی از فرایندهای صنعتی که نیاز به کنترل سرعت و گشتاور می باشند بسیار مناسب است.

بطور کلی محرکهای جریان مستقیم دارای مزایای زیر هستند :

1- سرعت موتور در حدود وسیع قابل تنظیم است.
2- توان مکانیکی خروجی یا گشتاور ثابت است.
3- تند و کند شدن به سرعت انجام می شود (شتاب بالا)
4- به سیگنالهای فید بک پاسخ می دهند.

ساختمان موتورهای DC

موتورهای DC دارای قسمتهای مختلف زیر می باشند که هرکدام وظیفه مشخصی را بر عهده دارند.

الف) استاتور : استاتور یا قسمت ثابت موتور از هسته آهنی با جنس مخصوص تشکیل شده است. هسته استاتور روی بدنه موتور قرار می گیرد و دارای شیارهایی می باشد که سیم پیچ های تحریک (میدان) (field winding) روی آن قرار گرفته است. سیم پیچهای میدان فوران اصلی را تولید می کنند که باعث چرخیدن آرمیچیر(رتور) می شود.

ب) آرمیچر : به قسمت گرداننده موتور DC آرمیچر می گویند. آرمیچر همانند هسته استاتور از ورقه های ریز با ضخامت تقریبی $0.043\ ^{cm}$ ساخته می شوند. این ورقه های فولادی کنار یکدیگر قرار گرفته و شکل کلی آرمیچر را تشکیل می دهند.

برای جلوگیری از کاهش تلفات هسته مورق (ورقه ورقه) ساخته می شود. آرمیچر همانند استاتور دارای شیارهایی می باشد که داخل این شیارها سیم پیچهای آرمیچر قرار می گیرند.

ب) آرمیچر : به قسمت گرداننده موتور DC آرمیچر می گویند. آرمیچر همانند هسته استاتور از ورقه های ریز با ضخامت تقریبی $0.043\ ^{cm}$ ساخته می شوند. این ورقه های فولادی کنار یکدیگر قرار گرفته و شکل کلی آرمیچر را تشکیل می دهند.

برای جلوگیری از کاهش تلفات هسته مورق (ورقه ورقه) ساخته می شود. آرمیچر همانند استاتور دارای شیارهایی می باشد که داخل این شیارها سیم پیچهای آرمیچر قرار می گیرند.

مبحث سیم پیچی آرمیچر شامل یک بحث کلی و پیچیده می باشد که فقط اشاره می کنیم که سیم پیچی آرمیچر بر دو نوع یا سه نوع موجی ، حلقوی ، پای قورباغه ای می باشد که هرکدام دارای کاربرد و شرایط خاصی هستند.

ج) کموتاتور یا کلکتور:

کموتاتور از تیغه های مسی تشکیل می شود که این تیغه ها بوسیله ورقه های عایقی از جنس میکا یا کائوچو از یکدیگر عایق می شوند و سپس به صورت یکی در میان روی محور آرمیچر قرار می گیرند. و ابتدا و انتهای کلافهای آرمیچر به کلکتور اتصال داده می شود. وظیفه کلکتور رساندن و یا جمع آوری جریان از کلافهای آرمیچر می باشد.

شکل شماره 3 ساختمان کلکتور و نحوه اتصال سر و ته کلاف به آن را نشان می دهد.

د) جاروبک ها :

هر موتور DC حداقل دارای دو عدد جاروبک یا زغال می باشد که این زغ

ها وظیفه رساندن یا گرفتن جریان به کلکتور را برعهده دارند. زغال ها از

جنس گرفیت یا مس می باشند. فشار لازم برای نگهداری زغالها روی

جاروبک توسط

فنر تأمین می شود که فشار این فنرها قابل تنظیم می باشد که بعد از مدت زمان به خصوصی که از عمر زغال می گذرد فشار پشت زغال باید بیشتر شود یا به عبارتی فنر متراکم تر گردد.
در شکل شماره 4 یک نمونه نگهدارنده جاروبک با کلیه مشخصات نشان داده شده است. دراین شکل فشار فنر توسط محکم کردن پیچ تأمین می شود.

- اساس کار موتورهای DC :

بطور کلی کارکرد یک موتور را می توان به این شکل مطرح نمود.همانطور که می دانیم ، هرگاه یک هادی حامل جریان در داخل یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، برآن هادی نیرویی وارد می شود که این مطلب ، اساس کار موتورها را تشکیل می دهد.

یک موتور دو قطبی را در نظر می گیریم که یک سیم پیچ (aa) حامل جریان در داخل آن قرار گرفته است. علامت 0 نشان دهنده این است که جریان به سمت ناظر حرکت می کند. (از صفحه خارج می شود). علامت 0 نیز نشان می دهد که جریان از ناظر دور می شود.(به داخل صفحه حرکت می کند.)

حال با توجه به قانون دست چپ موتوری و نیز جهت جریانها و جهت میدان مغناطیسی (از N به S) نیروی

F وF به هادی وارد می شود و باعث می شود که در هادی یک چرخش ایجاد شود. حال اگر تعداد هادی زیاد شود مقدار این نیرو نیز افزایش می یابد. بنابراین یک گشتاور بوجود می آید و باعث چرخش رتور می گردد.

به عبارتی نیرو محرکه مغناطیسی mmf باعث حرکت رتور می شود.

انواع سیم بندی آرمیچر :

الف) سیم پیچی حلقوی

ب) سیم پیچی موجی

با توجه به گسترده بودن موتورهای DC و بررسی عملکرد آنها از ارائه مطالب ریزتر و تئوریک خود داری نموده و به بیان انواع موتورهای DC خاص که کاربردهای ویژه ای دارند می پردازیم.

1- موتورهای مورد استفاده در وسایل صوتی و نوری :

وسایلی مانند ضبط و صوتها ، ویدئو و ... موتورهای DC زیادی برای کارهایی از قبیل حرکت نوار، هد مغناطیسی بکار می روند. ماشینهای تولید کننده تصویر از موتورهای دقیق استفاده می کنند. شکل شماره 6 یک دوربین را نشان می دهد که درآن 16 موتور مرحله ای بکار رفته است که به صورت دیجیتالی کنترل می شوند و گاه گاهی نیز از یک میکروپرسور استفاده می شود وضعیت دوربین ، تنظیم نور، موقعیتهای متفاوت نمایشی و نیز کنترل اتومات خود دوربین توسط این موتورها تنظیم می شود.

2- موتور مرحله ای بدون آهنربای دائمی :

هر گاه قطعه فلزی در مجاورت یک آهنربا قرار گیرد ، آن قطعه فلز نیز خاصیت آهنربایی پیدا می کند. برای اولین بار آقای (جی- سی- ماکسول) اِ فلوی مغناطیسی و قدرت خطوط فلوی مغناطیسی را مطرح کرد. به این منظ که بوسیله آن روابط ریاضی را برای ایجاد نیرو در اثر خاصیت مغناطیسی توجیه کند. شکل شماره 7 اصول اولیه این موتورها را نشان می دهد. این موتور برای استفاده سیستم کنترل عددی جنگنده های آمریکائی در جنگ جهانی دوم مورد استفاده قرار گرفت.

شکل شماره 8 نیز نوع توسعه یافته آن را نشان می دهد که استاتور متشکل از 6 سیم پیچ ثابت بوده که هرکدام یک هسته آهنی دارد و در قسمت داخلی موتور یک محور فلزی با 6 داندنه بنام رتور وجود دارد که سر همه سیم پیچها بطور سری به همدیگر وصل شده اند و یک آهنربا تشکیل می دهند که به آهنربای تکفاز معروف هستند.

3- موتور با استفاده از آلیاژ تشکیل دهنده حافظه :

خانواده بسیار مهم آلیاژها عبارتست از آلیاژهای تشکیل دهنده حافظه ، مایع اصلی موتور در اثر حرارت شکل می گیرد و به صورت اولیه خود بر می گردد. یعنی پس از شکل گرفتن مایع در حرارت پائین و بوسیله میدان مغناطیسی آهنربا دوباره به منطقه حرارت بالا رفته و در اثر حرارت خاصیت مغناطیسی خود را از دست می دهد. در زمانی که مایع در اثر آهنربای دائمی خاصیت آهنربایی پیدا می کند بلافاصله ذرات معلق در مایع خاصیت تدافعی پیدا کرده و از حوزه ی آهنربا دور می شوند و سپس به منطقه حرارت بالا رفته و خاصیت آهنربایی را از دست می دهند و در نتیجه این عمل گشتاور بوجود می آید و می توان هوا کش ها را بدین طریق حرکت داد.

آلیاژهای مهم حافظه ای عبارتند از: نی تی نول (nitinol) و بت آلوی (betalloy)

درشکل 11 یک قطعه سیم از آلیاژ حافظه ای مورد استفاده قرار گرفته اس که بوسیله فنر معمولی در موقع سرما کشیده می شود. موقعی که کلید وص می شود جریان در آلیاژ تولید می شود و تولید گرما می کند. حرارت ایجاد سبب منقبض شدن آلیاژ می شود و بنابراین به شکل اولیه خود بر می کرد در زمانی که کلید قطع است ، آلیاژ بسط پیدا کرده و بوسیله فنر متصل به آ کشیده می شود. این عمل باعث حرکت عقربه می شود.

4- موتور با امواج آلتراسونیک :

موتور با امواج آلتراسونیک موتور جدیدی است که توسط آقای توشی کوساشی دا (Toshi ku sashida) در سال 1939 ابداع شد. این موتور با اصولی کاملاً متفاوت است. در این روش از اثر معکوس پیزوالکتریک و یک نوع موج سینوسی قوی که از مواد کریستالی می گذرد استفاده شده است. شکل 12ساختمان اصلی موتور و شکل داخلی آنرا نشان می دهد.

5- موتور یونیورسال :

موتور یونیورسال مشابه موتور DC است با این تفاوت که جهت راه اندازی آن می توان هم از جریان DC و هم از جریان AC استفاده کرد. علاوه برآن به موتور کمولاتور دار AC یا موتور سری AC نیز معروف است. موتور یونیورسال به نسبت اندازه فیزیکی بسیار قدرتمند است و سرعت آن در مواقع بدون بار بسیار زیاد است. این موتور در ابزار پر قدرت چون رنده کوچک ، ماشین برش ، دستگاههای غذایی مخلوط کن و جاروبرقی است. از معایب های این موتور می توان به سرو صدا ، اصطکاک جاروبک ها وایجاد جرقه اشاره نمود. شکل شماره 13 یک نوع موتور یونیورسال را نشان می دهد. از مهمترین اختلاف این نوع موتور با نوع DC داشتن استاتور به صورت ورقه های استیلی دین موبلش است.

6- موتورهای بدون جارو بک :

همانطور که قبلاً اشاره شد ، یکی از معایب این موتورها داشتن جاروبک می باشد. زیرا سرویس و نگهداری موتور مشکل تر شده و نیز تولید جرقه می نماید. زمانی که موتور با آهنربای همیشگی همراه با ..... الکترونیکی و سنسور مورد استفاده قرار بگیرد، موتور DC بدون جاروبک شکل می گیرد. در این موتورها برای جاری ساختن جریان در سیم پیچها و جابجایی میدان مغناطیسی می توان از سر کلید استفاده نمود. موقعی که آهنربای دائمی به عنوان میدان مغناطیسی مورد استفاده قرار می گیرد ، رتور در اثر جابجایی میدان حرکت خواهد کرد. شکل 14 این روش را نشان می دهد.

برای این نوع موتورها دو عیب اساسی بیان می شود :

1- اگر سرعت عمل کلیدی خیلی زیاد باشد ، روتور فرصت واکنش را به علت پسمانه از دست می دهد

2- از آنجایی که انتظار می رود سرعت روتور معادل جابجایی میدان مغناطیسی باشد ، کنترل سرعت آسان به نظر می رسد ولی در واقع ضربه هایی را در سرعت پایین بوجود می آورد که جبران ناپذیر است.

شکل 15 سیستم موتور DC بدون جاروبک را نشان می دهد.

موتورهای DC قراردادی که بوسیله کنترل ولتاژ تنظیم می شوند.

همانطور که قبلاً بیان شد یک موتور DC قراردادی با اتصال به باطری به سادگی گردش می کند. برعکس موتورهای AC تنها فاکتور سرعت در این موتورها ولتاژ می باشد زیرا منبع DC فاقد فرکانس می باشد. سه نوع رو برای کنترل سرعت موتورهای DC بکار می رود که به شرح مختصر هر می پردازیم :

1- روش مکانیکی :

در این روش سرعت موتور توسط کلید گریز از مرکز کنترل می شود. زمانی که سرعت بالاتر از حد معمول مورد نیاز است ، یک نوع اتصال مکانیکی که روی روتور قرار دارد آرمیچر را از مدار روتور خارج می کند. وقتی که سرعت پایین تر از سطح معمول است ، اتصال مکانیکی ولتاژ را به آرمیچر وصل می کند ، در این صورت سرعت دوباره افزایش پیدا می کند.

شکل 16 یک نمونه از این موتور را نشان می دهد.

2- کنترل سرعت با ابزار الکترونیکی :

امروزه روش مکانیکی چندان کاربردی برای کنترل دور ندارد. بنابراین وسایل الکترونیکی جایگزین آنها شده اند. اضافه می شود که موتور DC می تواند به خوبی ژنراتورDC نیز باشد.

زمانی که در حالت موتوری است ، نیز مقداری ولتاژ در رتور آن تولید می شود که مقدار ولتاژ متناسب با سرعت رتور می باشد. این مقدار ولتاژ توسط وسایل الکترونیکی تشخیص داده می شود و سپس به صورت یک فید بک ولتاژ القایی را تصحیح نموده و در نتیجه سرعت موتور کنترل می شود. شکل 17 یک نمونه از این موتور را نشان می دهد.

3- کنترل سرعت با استفاده از تاکوژنراتور :

برای تعدادی از موتورها با سرعت نسبتاً زیاد از سنسورهای تعیین کننده سرعت استفاده می کنند. تاکوژنراتور DC عبارت است از دستگاهی آنالوگی که حتی در سرعت کم نیز خیلی حساس است.

تاکوژنراتور شبیه موتور DC است ولی طوری طراحی شده است که متناسب با دور ولتاژ تولید می کند.

در شکلهای 18 و 19 مدار کنترل سرعت با استفاده از تاکوژنراتور نشان داده شده است.

ولتاژ مورد استفاده در اینجا حدود 5 ولت است - تاکوژنراتور ها مستقیماً ا
محور روتور وصل هستند و ترمینالهای اتصال آن طوری بسته شده است ؛
ولتاژ منفی متناسب با سرعت آن در ترمینال A است.

البته این روش علیرغم سادگی مورد استفاده گسترده نمی باشد زیرا تنظیم
سرعت دقیق نیست (به علت مقاومت و البته به درجه حرارت و ظرفیت م
در اجزای کنترل) و مضافاً اینکه تاکوژنراتورها وسایل گران قیمتی هستند.

4- کنترل سرعت موتور با استفاده از نور یا اینکودِر مغناطیسی :

برای کنترل سرعت بسیار دقیق و بالا ، یک سنسور تولید پالس مورد نیاز است. یکی از این نوع وسایل عبارتست از فتوانیکودر که بنام اینکودر نوری شناخته می شود. فتواینکودر ها به دو گروه تقسیم می شوند.
یکی نوع ساده آن می باشد که در آن یک صفحه مدور بر محور رتور نصب شده است و در سطح آن به فاصله های مساوی شیارهایی وجود دارد. شکل 20 یک نمونه ساده از فتواینکودر را نشان می دهد.

در مقابل نیز یک صفحه شیاردار ثابت روی استاتور قرار دارد. زمانی که صفحه دوار می چرخد ، صفحه ثابت مانع رسیدن نور به قطعه فتواینکودر می شود. بنابراین یک نور منقطع به قطعه فتواینکودر می رسد. این نورهای منقطع تبدیل به پالسهای الکتریکی می شود که فرکانس سیگنال آن متناسب با سرعت رتور است.

نوع دیگر اینکودر وسیله ای است که موقعیت روتور را تبدیل به کد عددی می کند. صفحه متحرک دارای یک شبکه است که در مقابل آن یک صفحه ثابت با حفره های متفاوت وجود دارد. این بخش اینکودر مطلق نام گرفته است. شکل 21 بیانگر این مسئله است.

جهت بکارگیری چنین روشی مدار منطقی الکترونیکی یا میکروپروسور مورد نیاز است.

موتورهای سرو :

موتورهای سرو عبارتند از نوعی موتور کنترل و یا موتورهایی که به عنو
عامل حرکت در سیستم اتوماتیک جهت تعیین و کنترل سرعت بازوهای ربا
یا در وسایل مکانیکی و ماشینهای قابل کنترل شمارشی به کار می روند. ا
نظر ساخت به دو نوع سرووDC و سرووAC تقسیم بندی می شوند.
موتورهای سروو دریک رباط مانند ماهیچه در بدن انسان هستند. موتورها
سروو طوری طراحی شده اند که از یک محدود سرعت استفاده می کنند.
موتور سروو باید دارای دو مشخصه زیر باشد :

الف) راه اندازی و ثبات موتور در محدوده وسیعی از سرعت.
ب) تعویض سرعت موتور به صورت خیلی نرم (تولید گشتاور زیاد از یک موتورباندازه خیلی کوچک)
شکل 22 استفاده از موتورها در یک ربات را نشان می دهد.
در شکل 23 بلوک ریاگرام گسترده از نحوه کنترل نمایش داده شده است.
موتور سروو DC همراه با آنکودروتاکوژنراتور بوده و همراه با یک میکروپرسور (که یک کامپیوتر دیجیتالی بسیارکوچک است) جهت محاسبه تعیین موقعیت روتور (زاویه دوران) استفاده می شود.

موتورهای بدون هسته :

از انواع دیگر موتورهای DC که دارای کیفیت بسیار بالایی هستند می توان موتورهای بدون هسته و موتورهای با سیم پیچ گردان را نام برد.
در این موتورها روتور فقط حامل سیم پیچهای آرمیچر یا کموتاتور است و هیچگونه هسته فلزی بجز محور وجود ندارد. شکل 24 و 25 ساختمان و دیاگرام کوچک یک موتور DC و بدون هسته را نشان می دهد.

موتورهای خطی و هابرید :

موتورهای خطی دارای حرکات رفت و برگشتی می باشند. این موتورها دارای سرعت زیاد می باشند. از این بیوتورها در صنایع راه آهن ، دستگاه مته دندان ، عمل تغلیظ اورانیوم در دستگاههای گریز از مرکز، راه اندازی آینه چند وجهی در چاپگرهای لیزری و ماشینهای ساب را نام برد. موتورهای سرعت کم اغلب در رباتها و آدمهای آهنی بکار می روند. در اغلب موتورهای با سرعت پایین مستقیم ، عملاً سه انتخاب وجود دارد که عبارتند از موتور مرحله ای هابرید ، موتور ایلاکتاسن متغیر و موتور DC بدون جاروبک با آهنربای بسیار قوی.

شکلهای 25 و 26 به ترتیب کاربرد موتورهای خطی و ساختمان موتور هابرید را نشان می دهد.

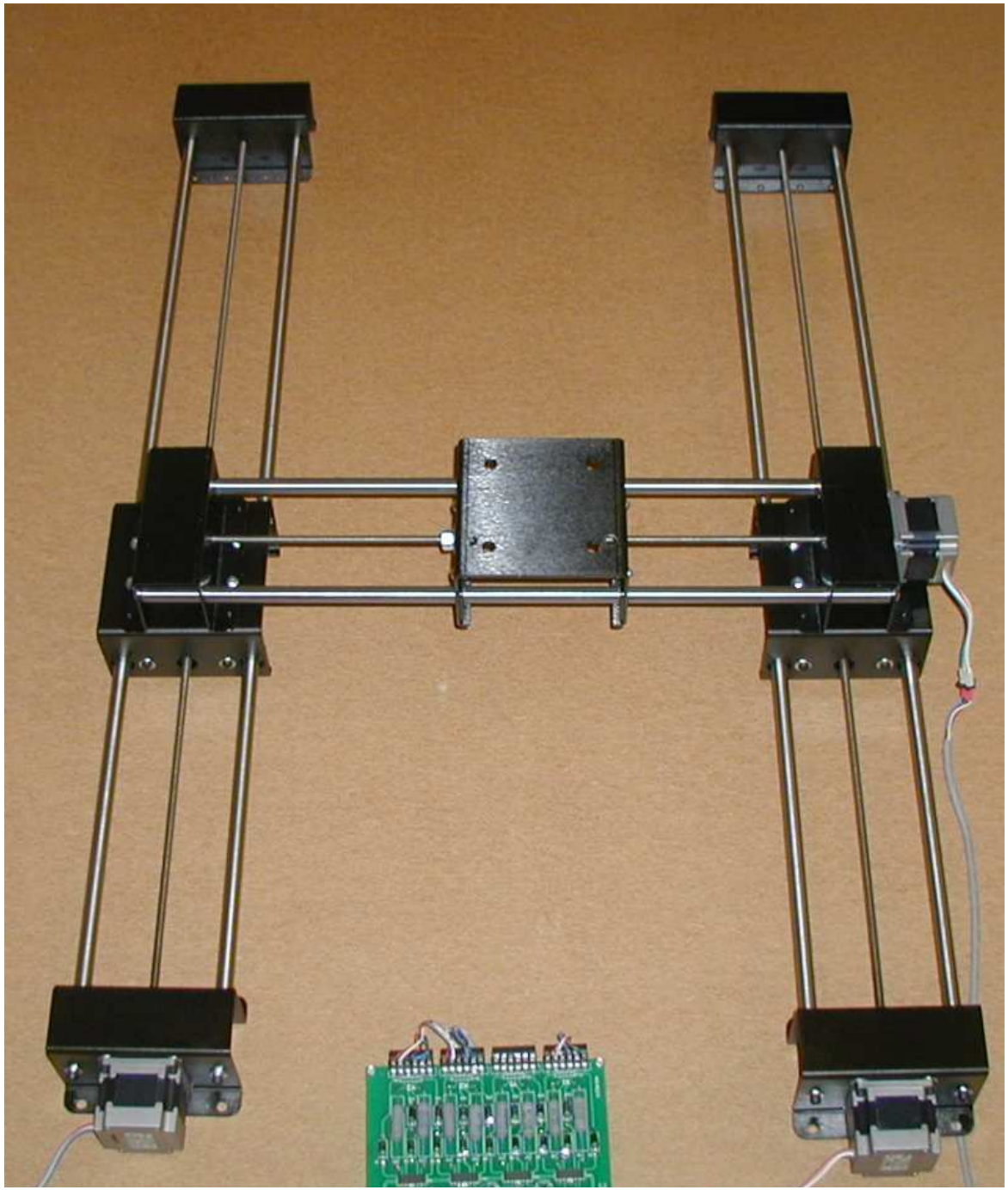
ساخت دستگاه آزمایشی

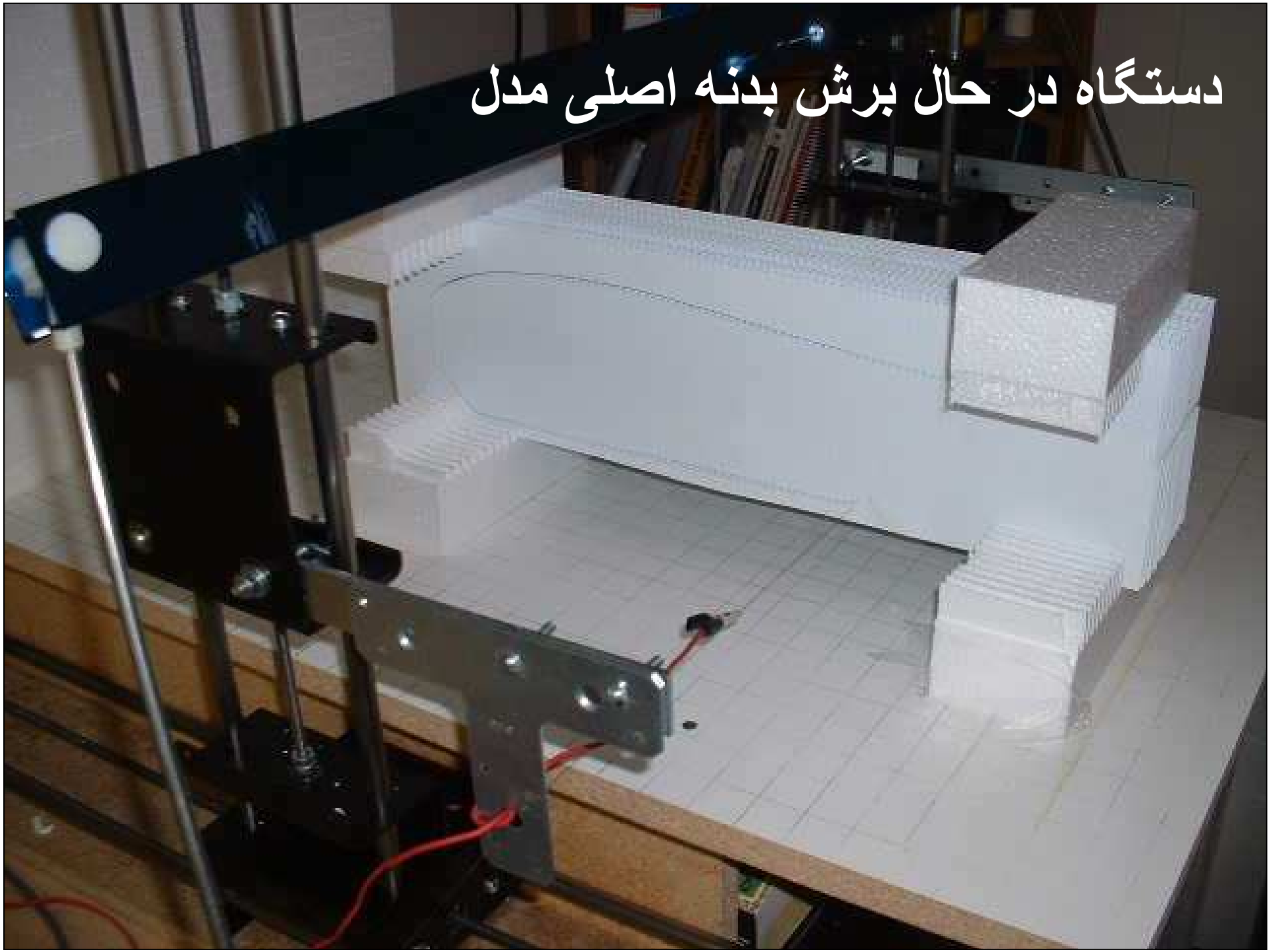
در اینجا با یک پروژه دانشجوئی که در خصوص ساخت دستگاه کنترل اتوماتیک برش قطعات هوا پیمای مدل می باشد آشنا خواهیم شد.

در ساخت این دستگاه از موتور های پله ای استفاده شده است.

تست دستگاه آزمایشی (با امکانات بسیار محدود)

ساخت دستگاه اصلی



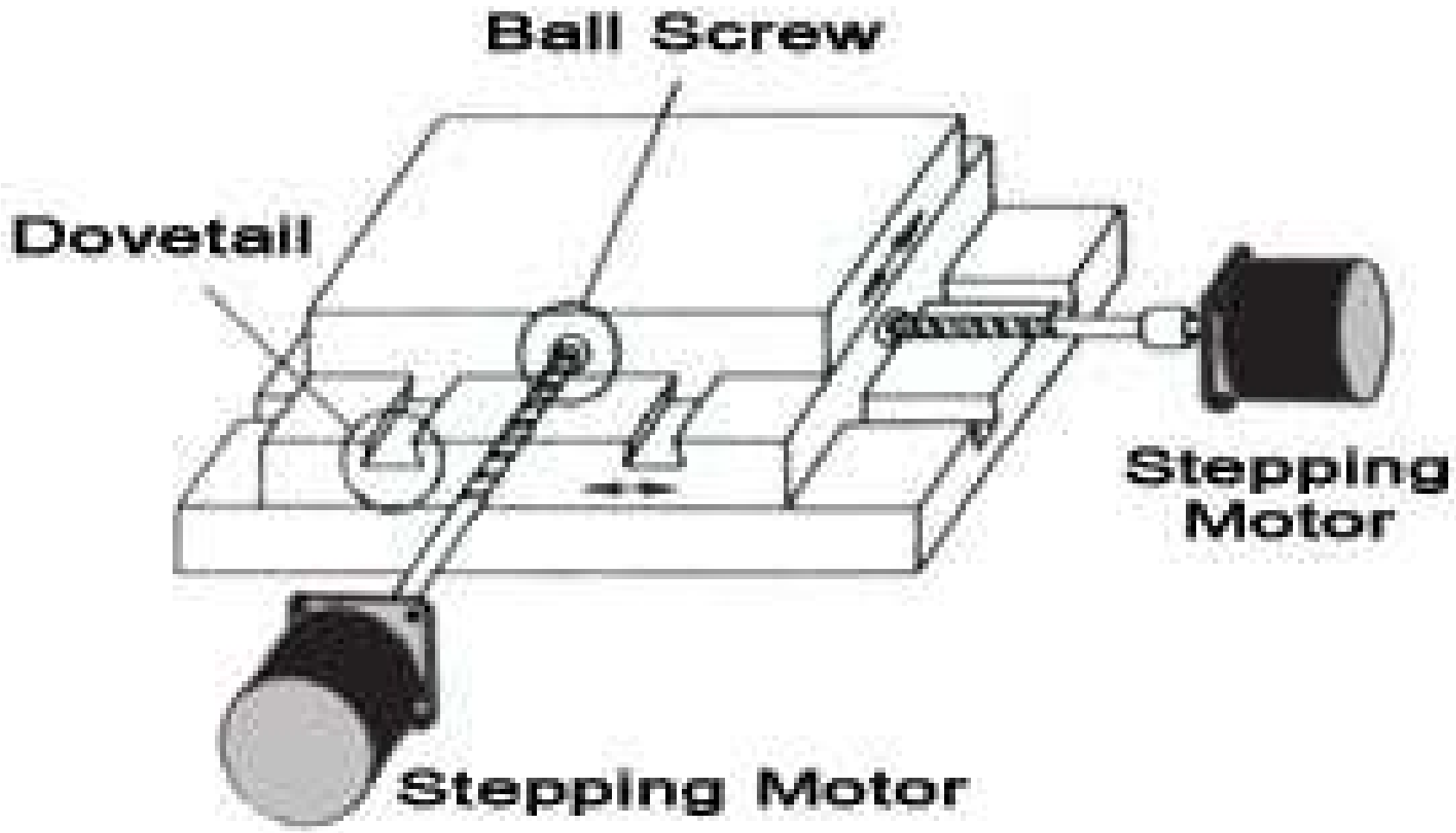

دستگاه در حال برش بدنه اصلی مدل

قسمتی از بال مدل

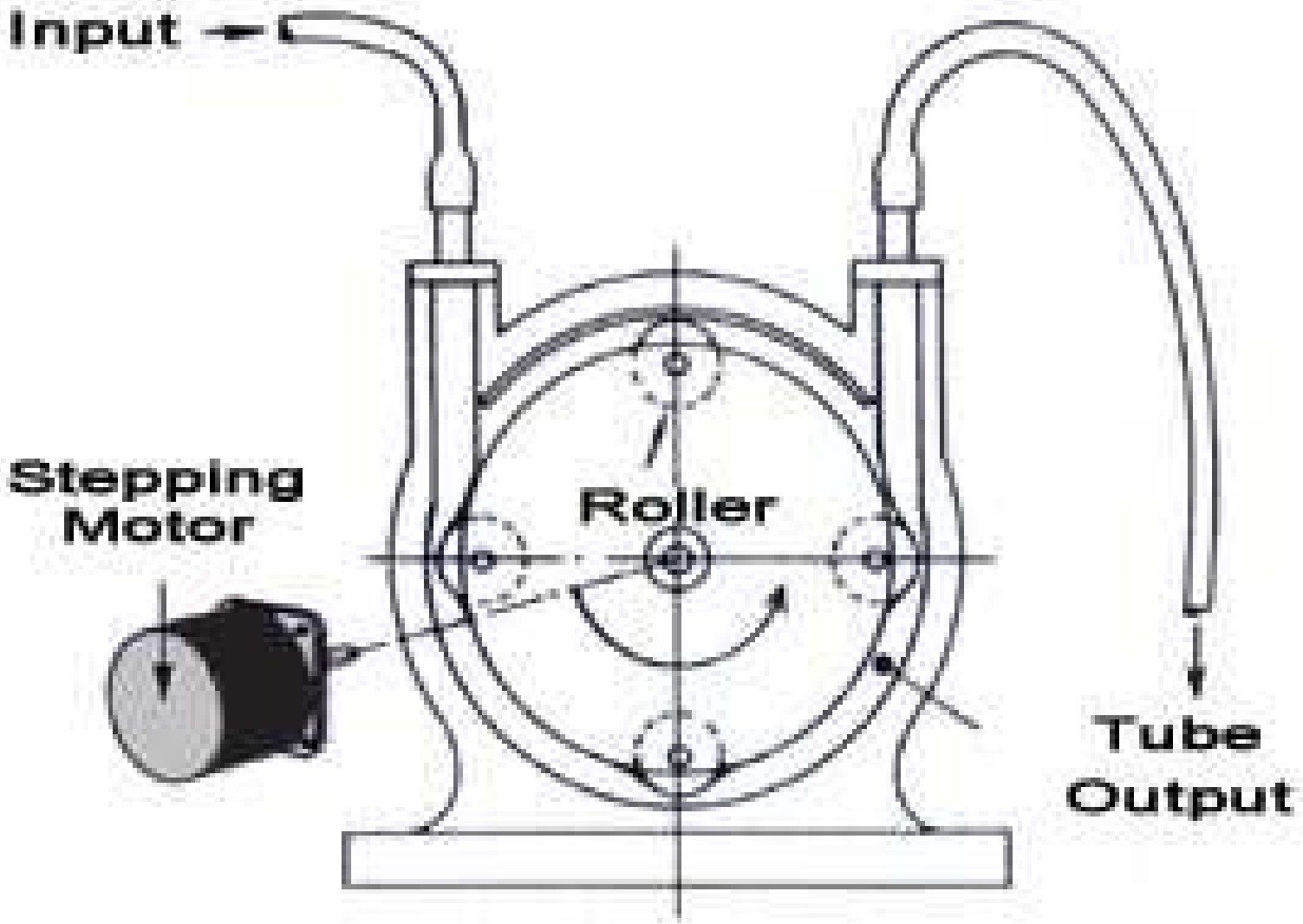
در حال برش قسمتی از بال

نمونه هایی از کاربرد موتور های پله ای

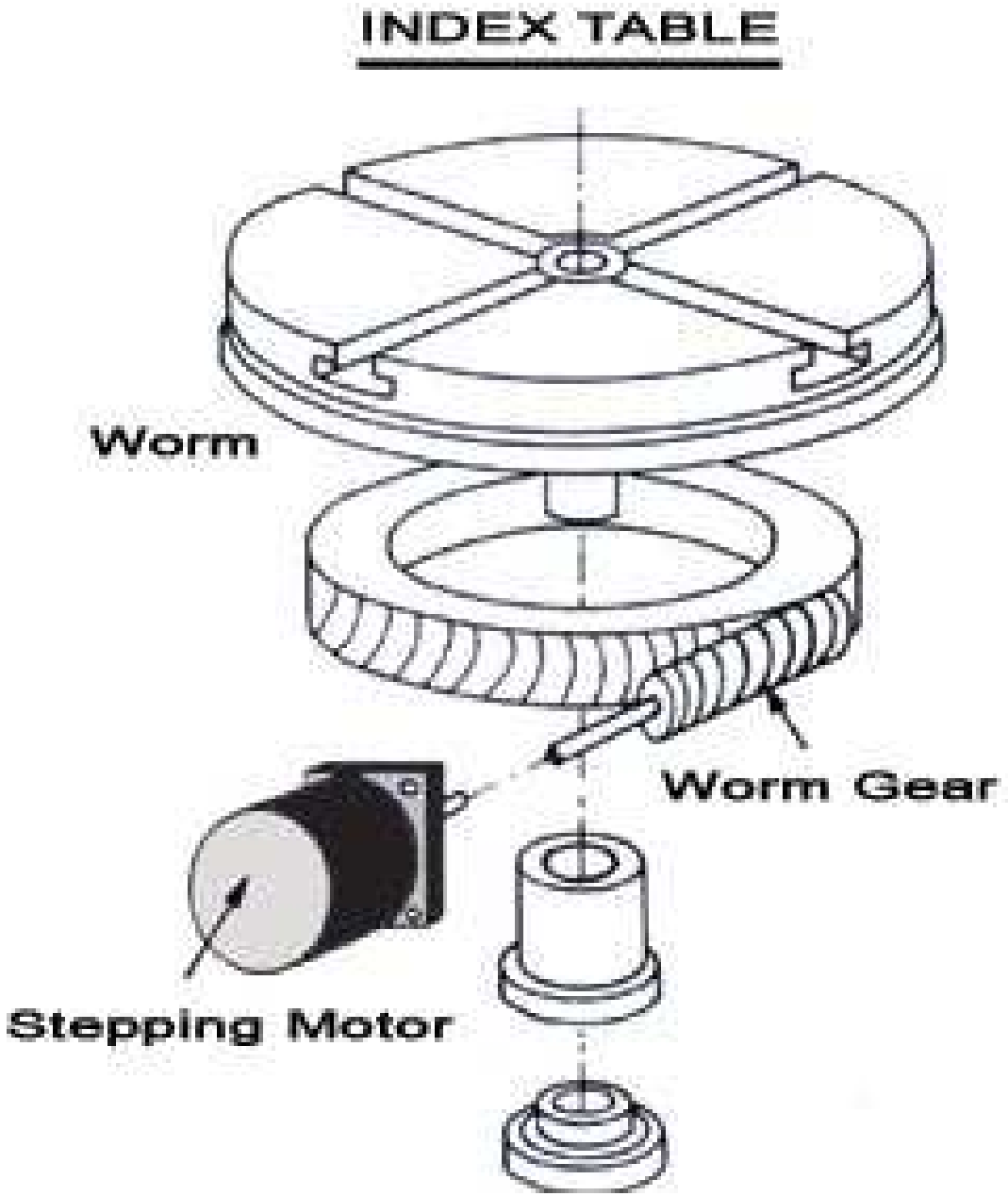
X-Y TABLE



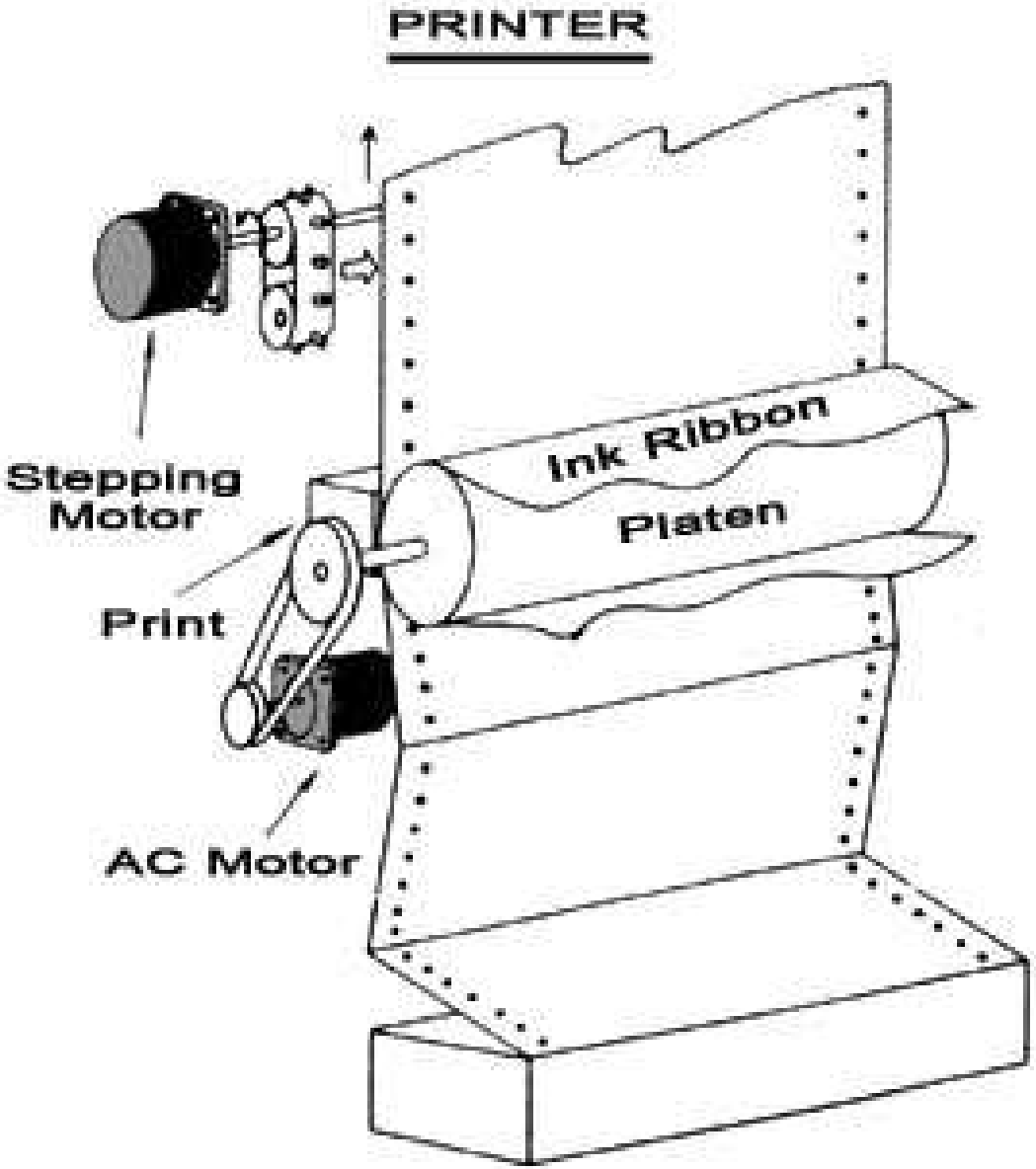
CONSTANT FLOW PUMP



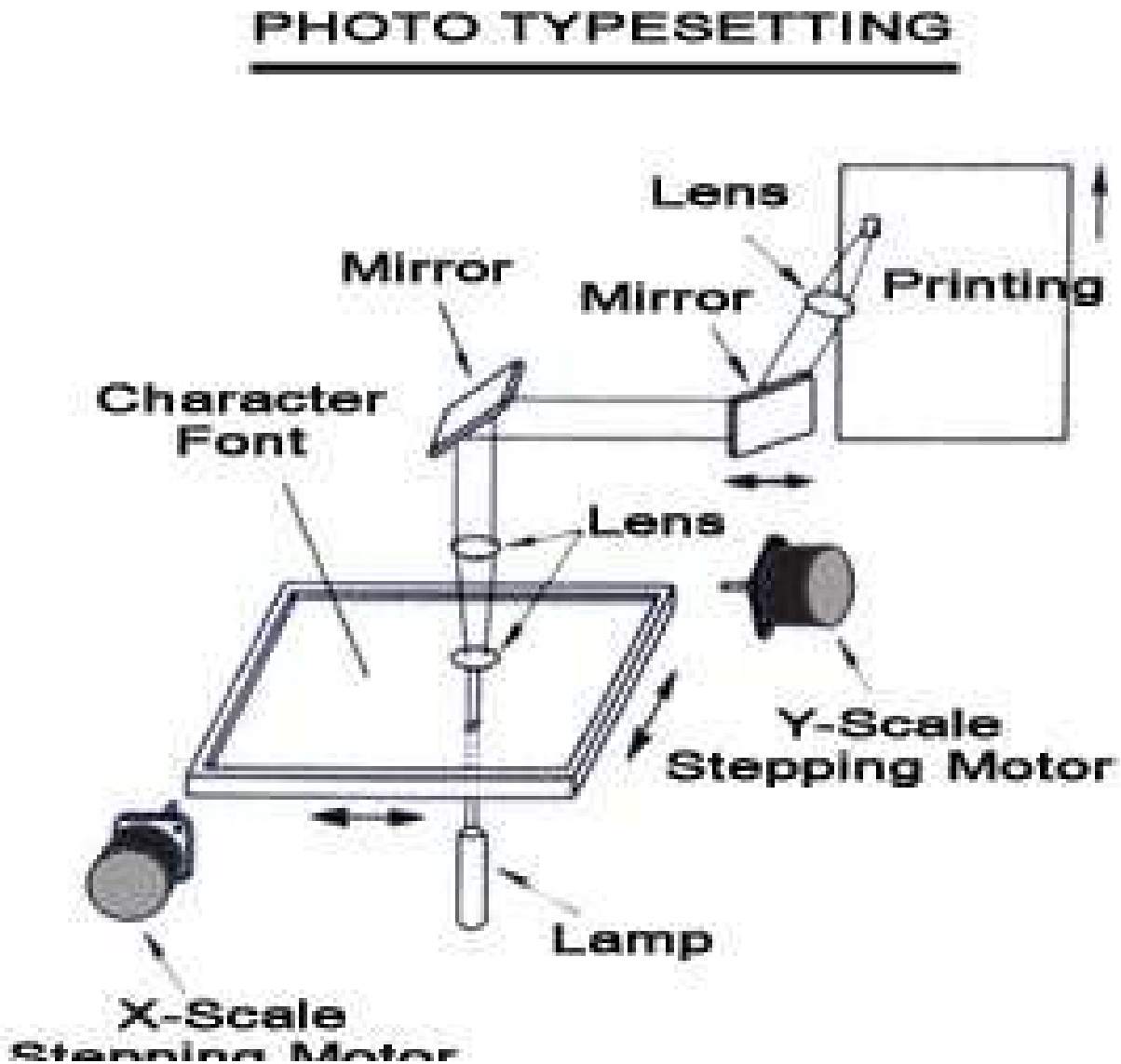
کاربرد موتورهای پله ای در میز چرخان :



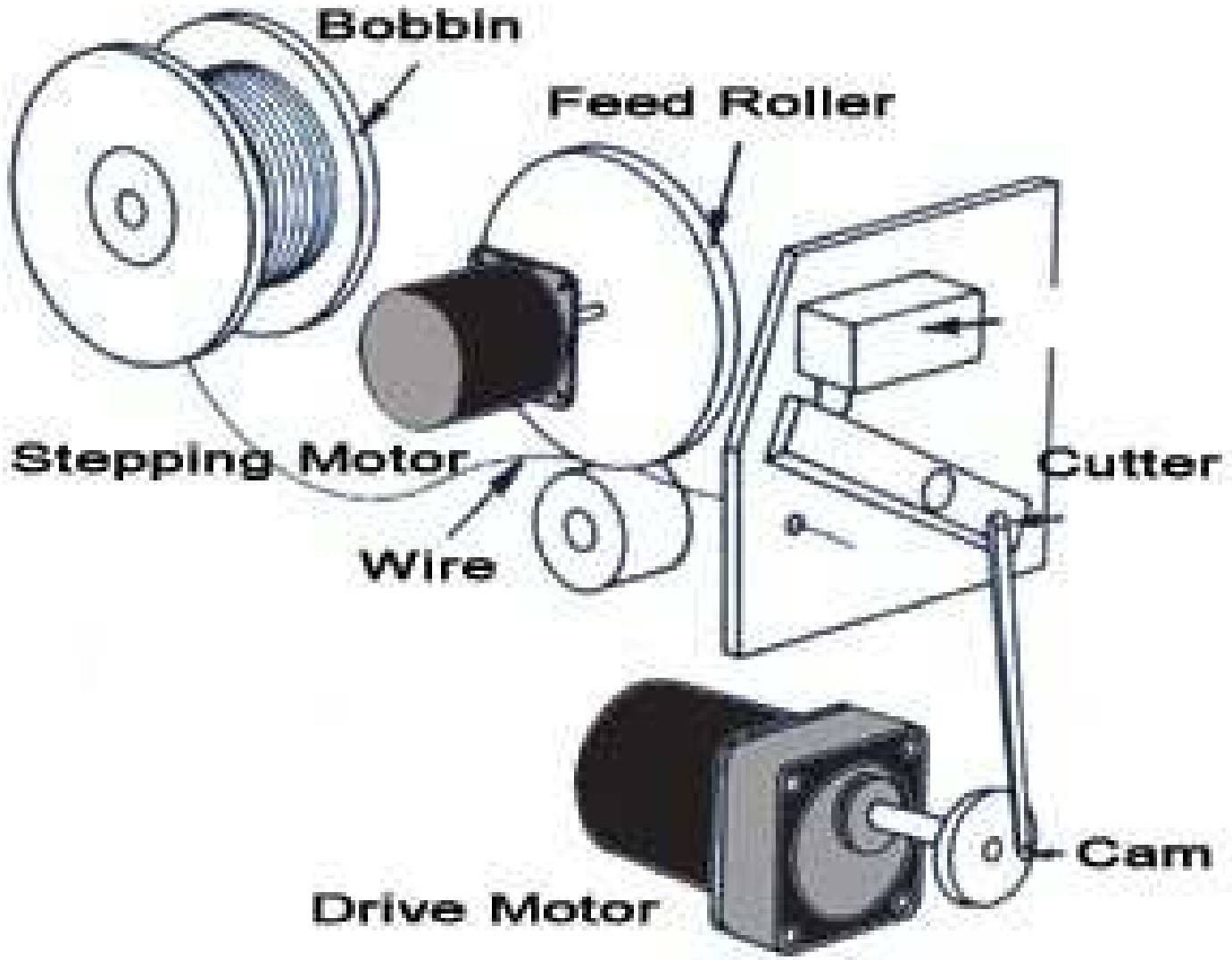
کاربرد موتورهای پله ای در پرینترها :



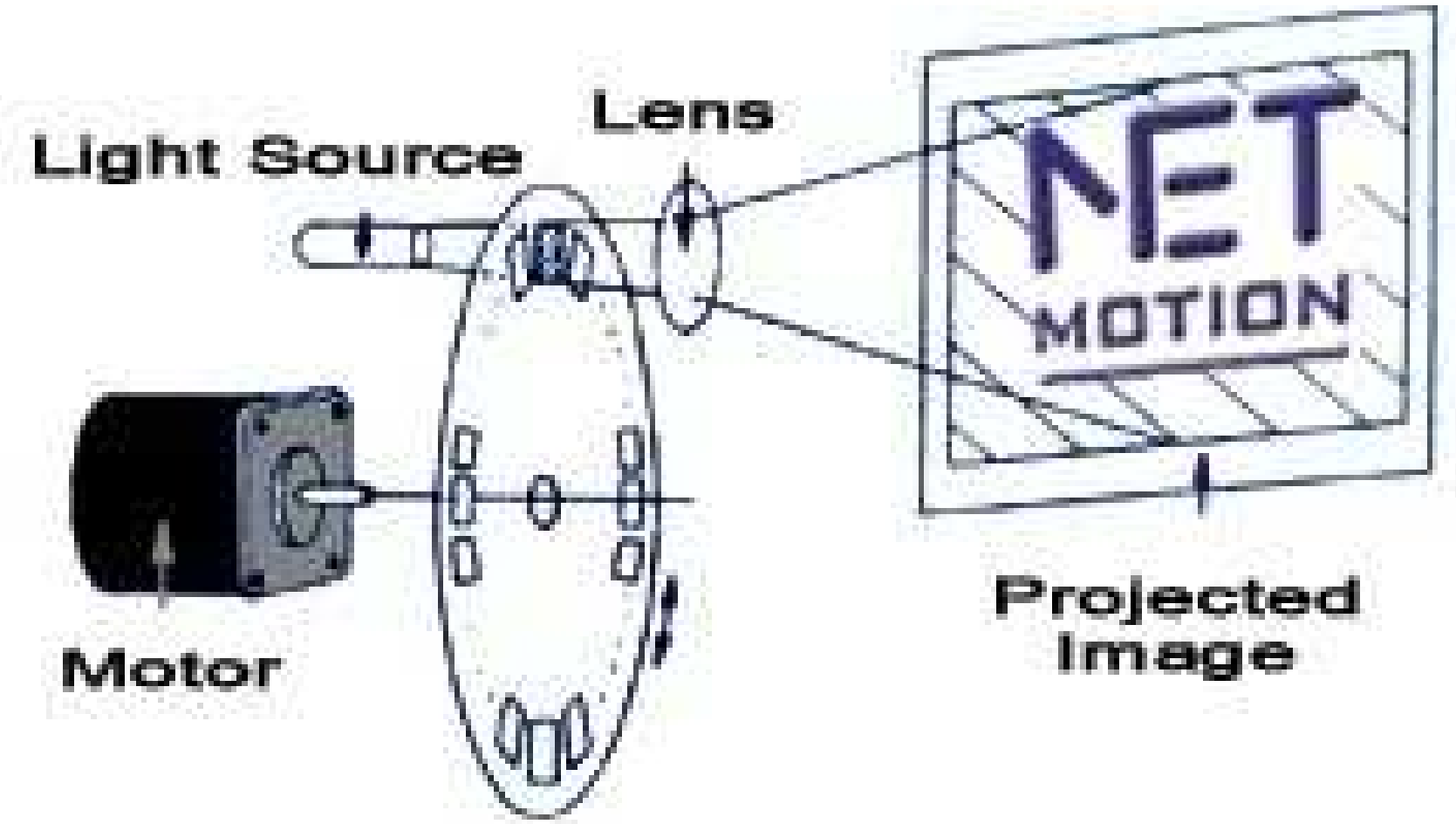
کاربرد موتورهای پله ای در: SCANNER



WIRE CUTTER

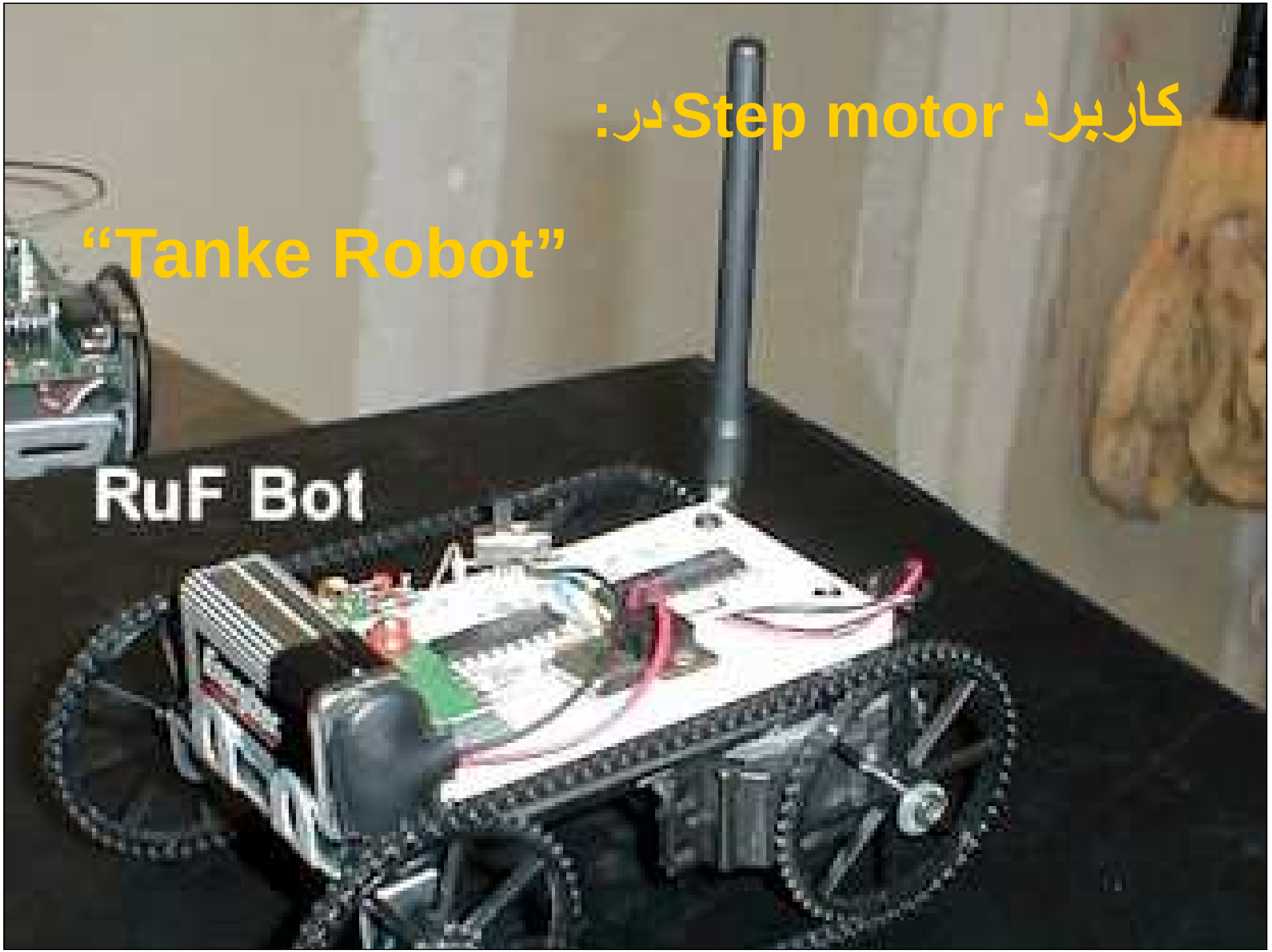

Bobbin
Feed Roller
Stepping Motor
Wire
Cutter
Cam
Drive Motor

PROJECTOR



کاربرد Step motor در:

“Tanke Robot”



دانستنی هایی

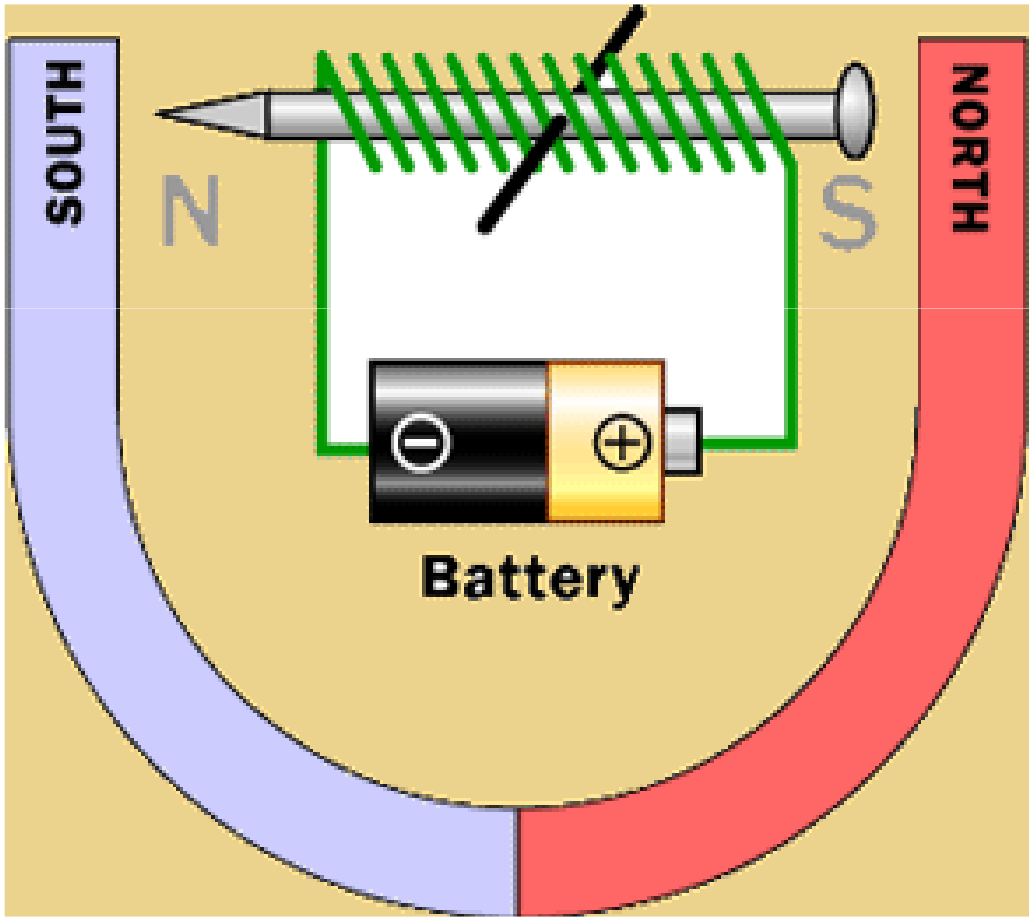
در مورد ساختمان همه موتورها

یکی از ساده ترین نمونه های

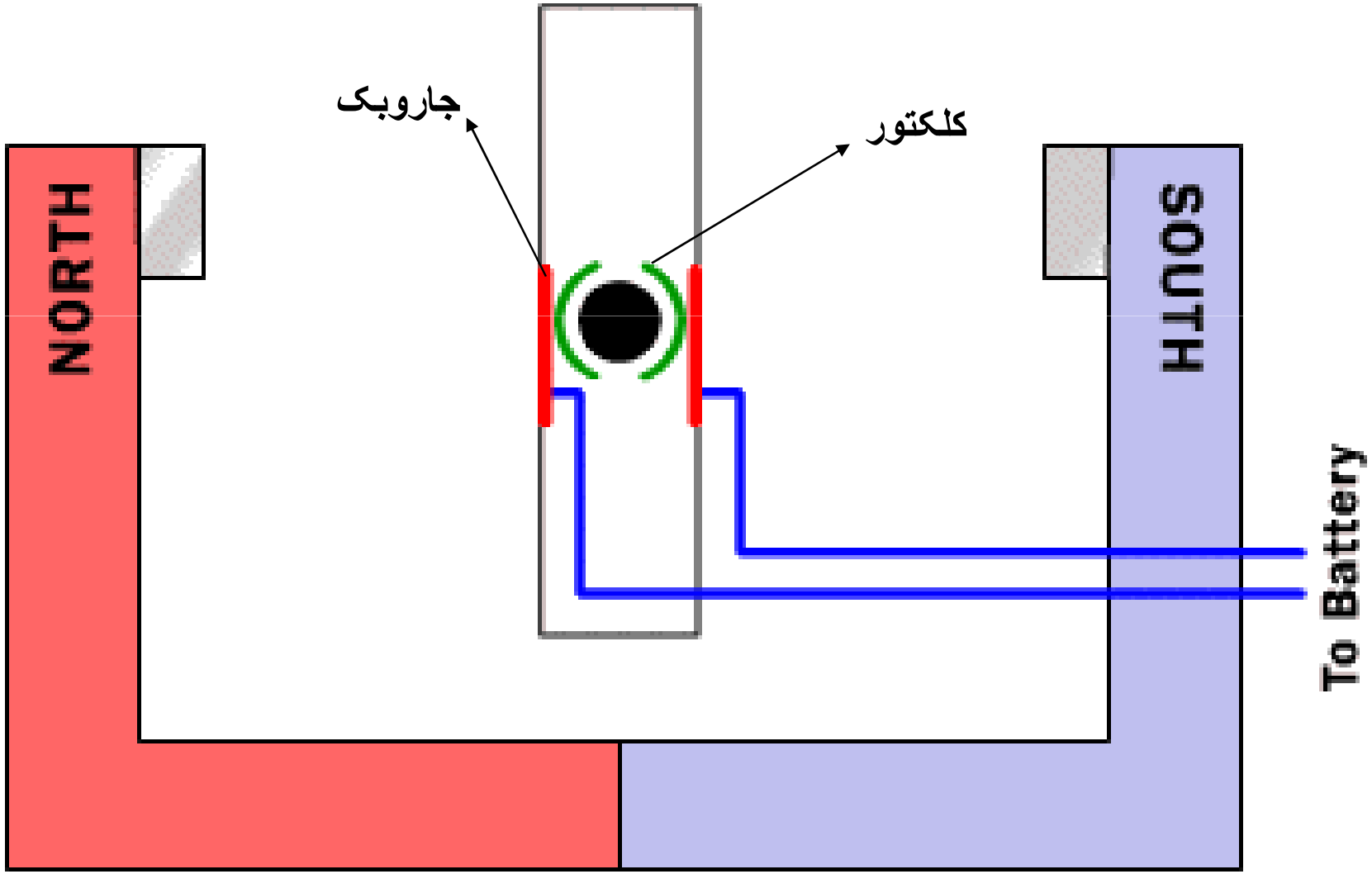
step motor

(تایمر)

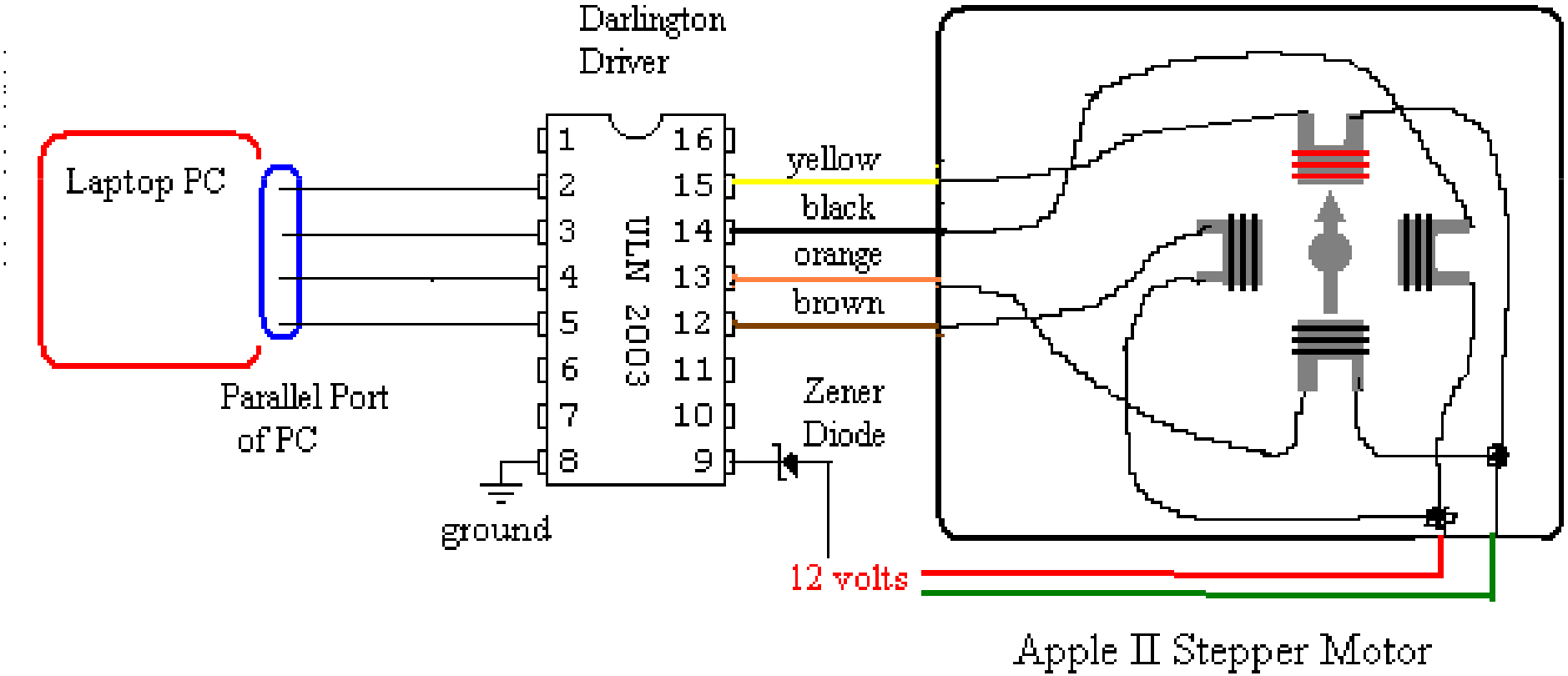
Base of General motors :



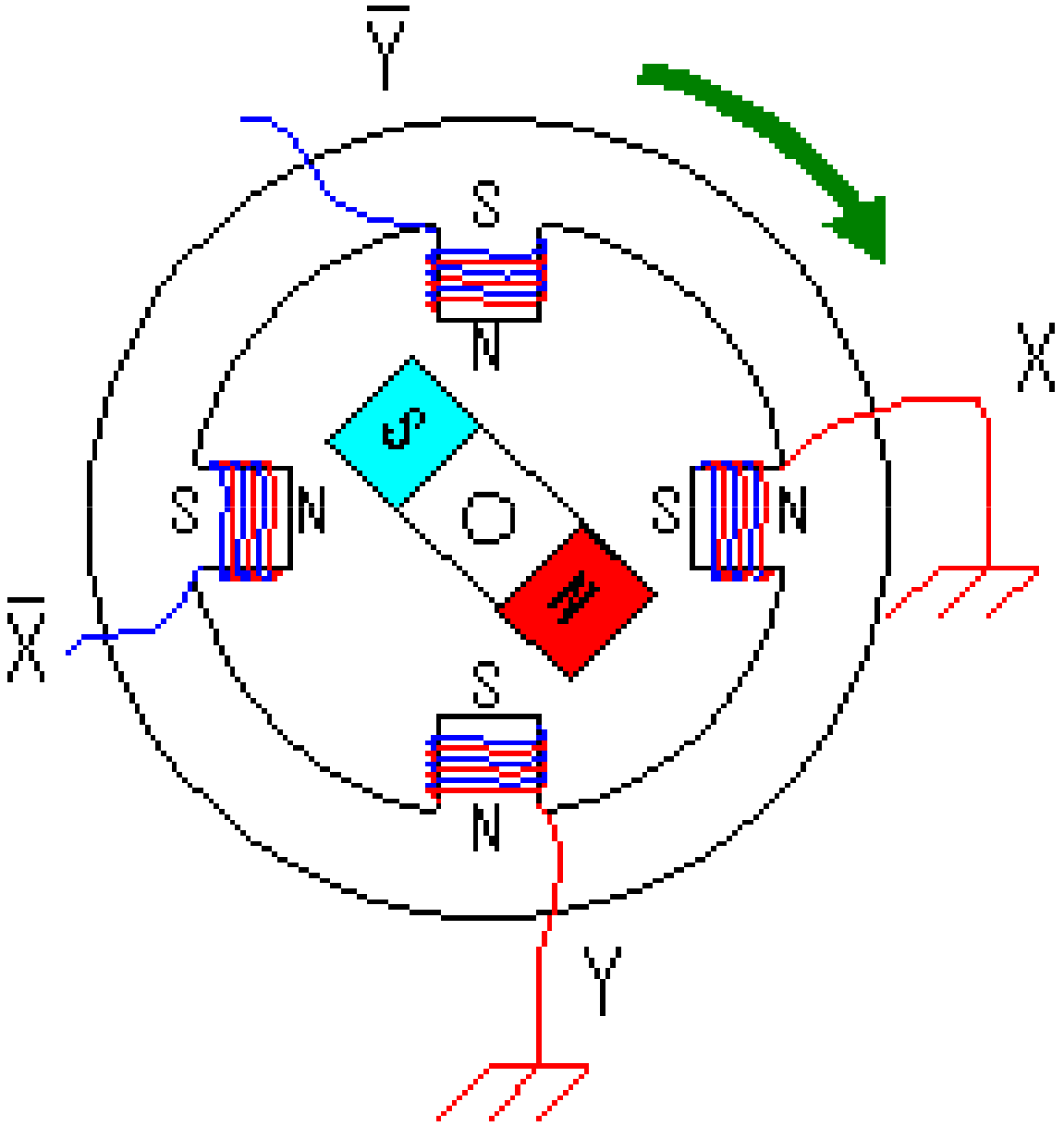
ساختمان داخلی آرمیچرها :



راه اندازی موتور پله ای دو بیتی :

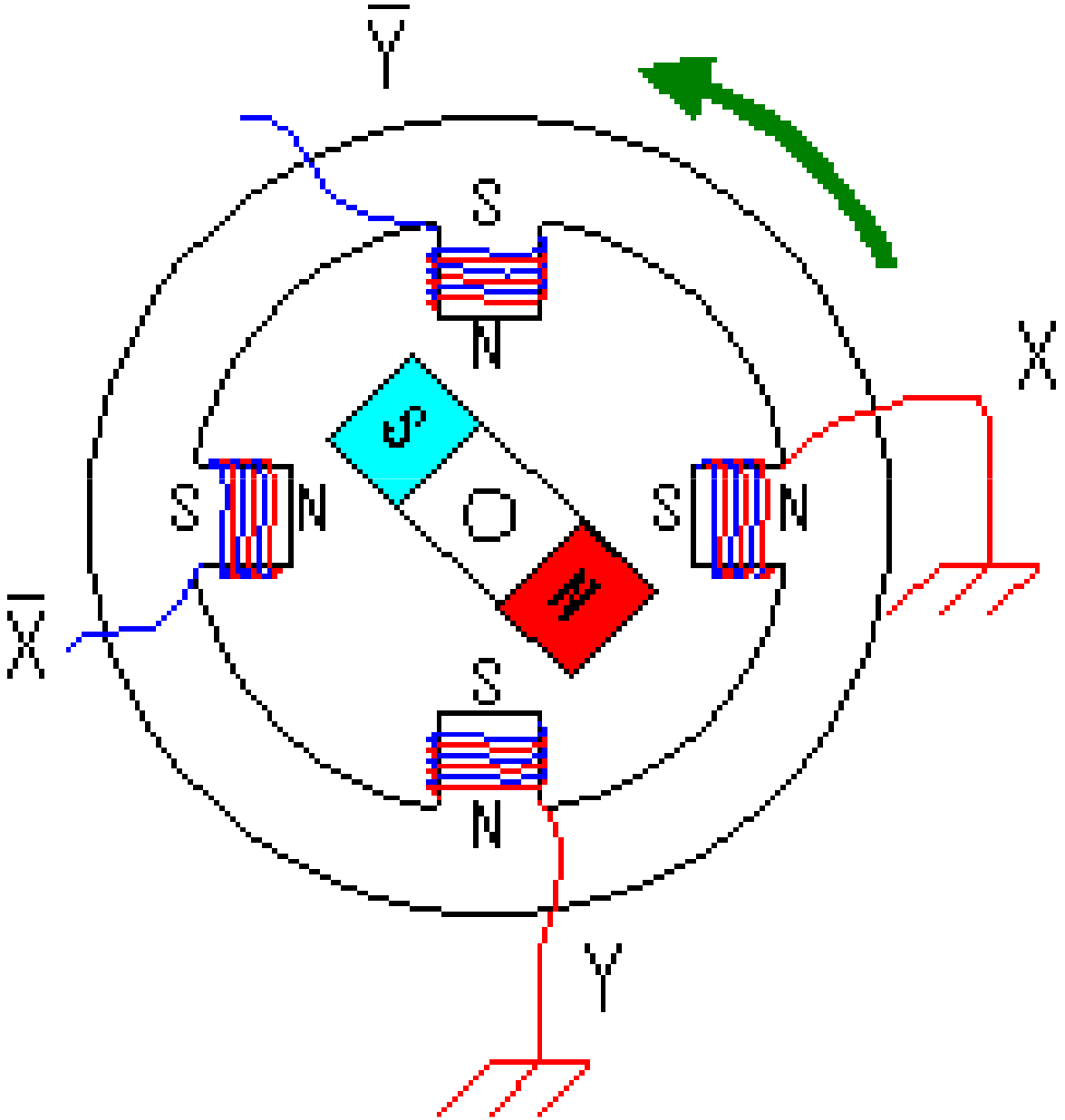


تغییرات قطبهای یک موتور پله ای ساعتگرد:



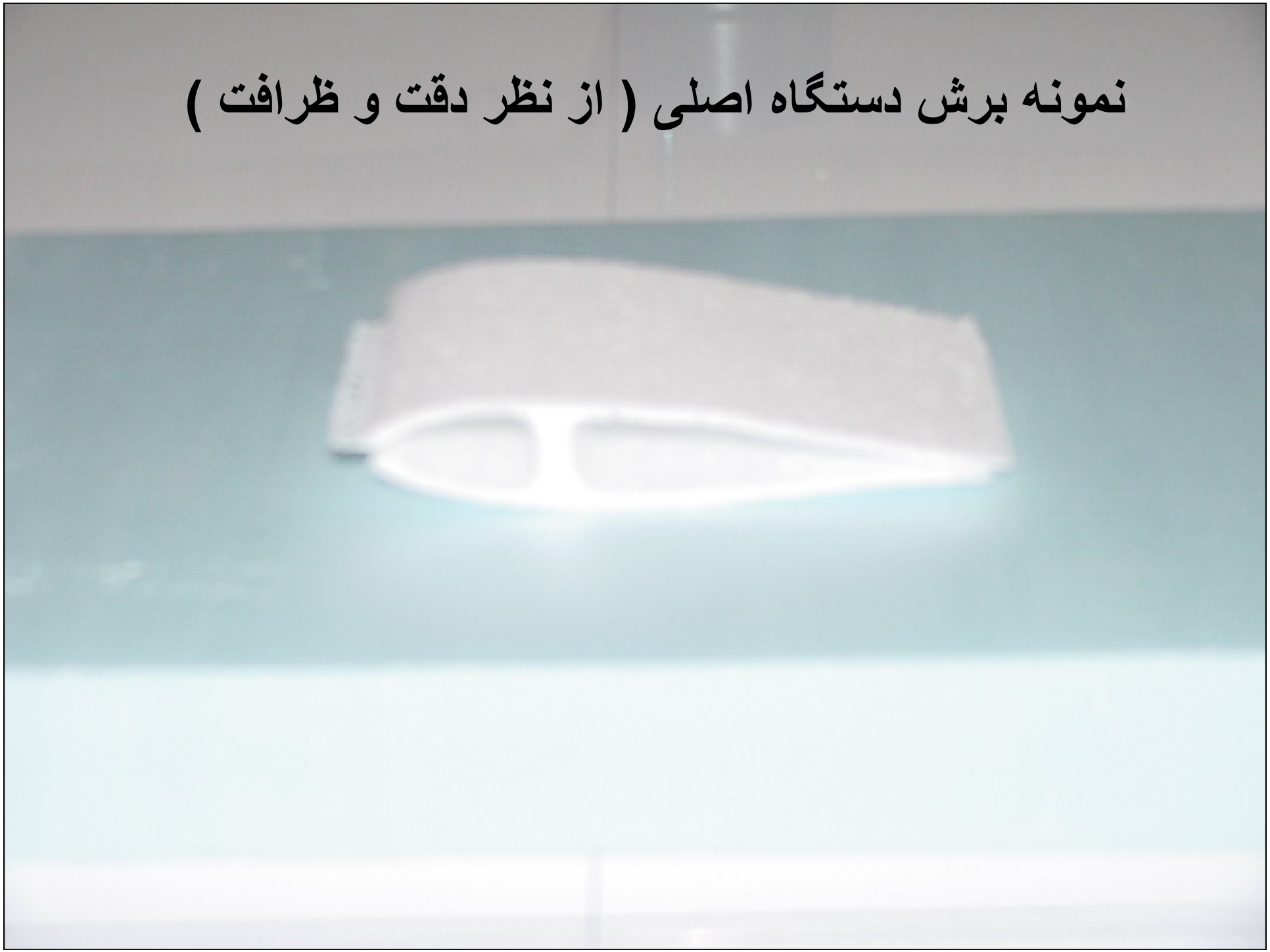
X	$\overline{X}$	Y	$\overline{Y}$
0	1	0	1
1	0	0	1
1	0	1	0
0	1	1	0

تغییرات قطبهای یک موتور پله ای پاد ساعتگرد:

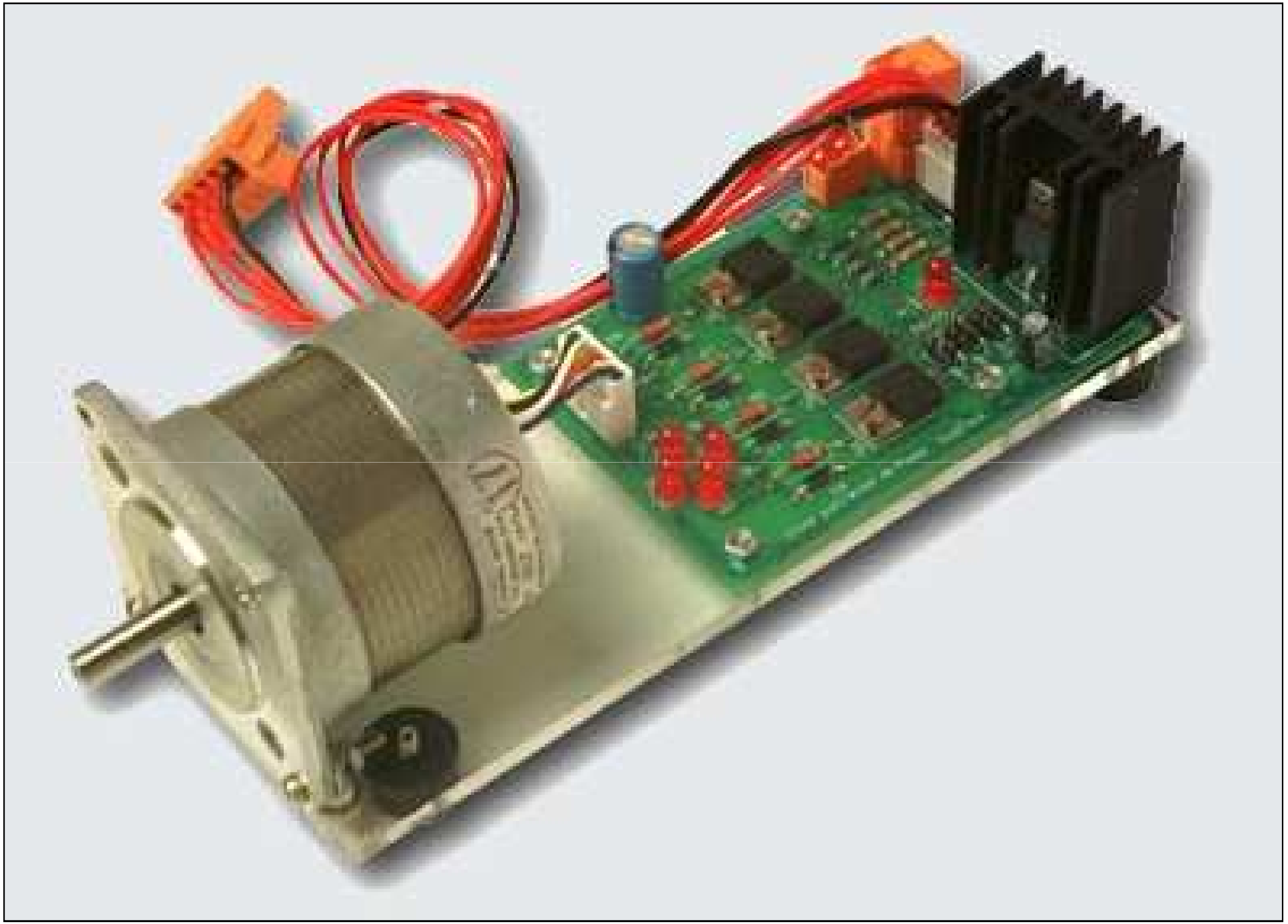


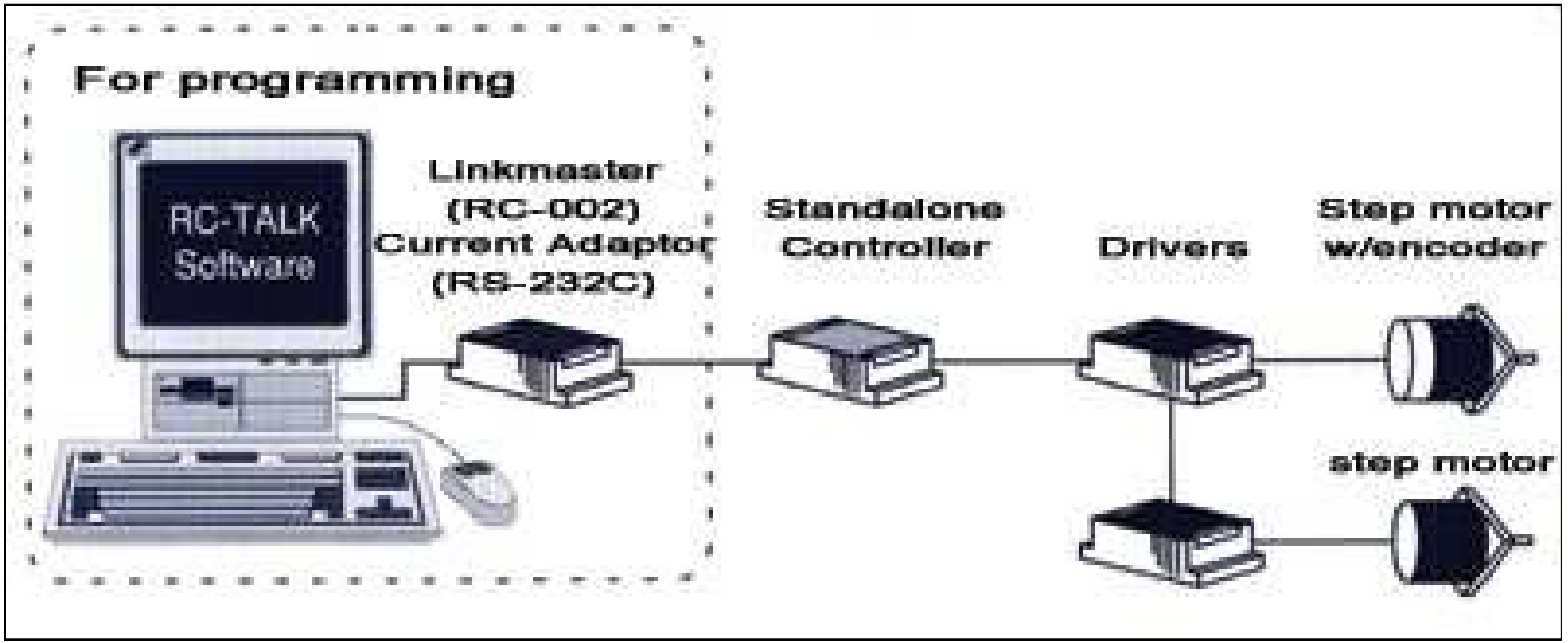
X	$\overline{X}$	Y	$\overline{Y}$
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	0	0	1

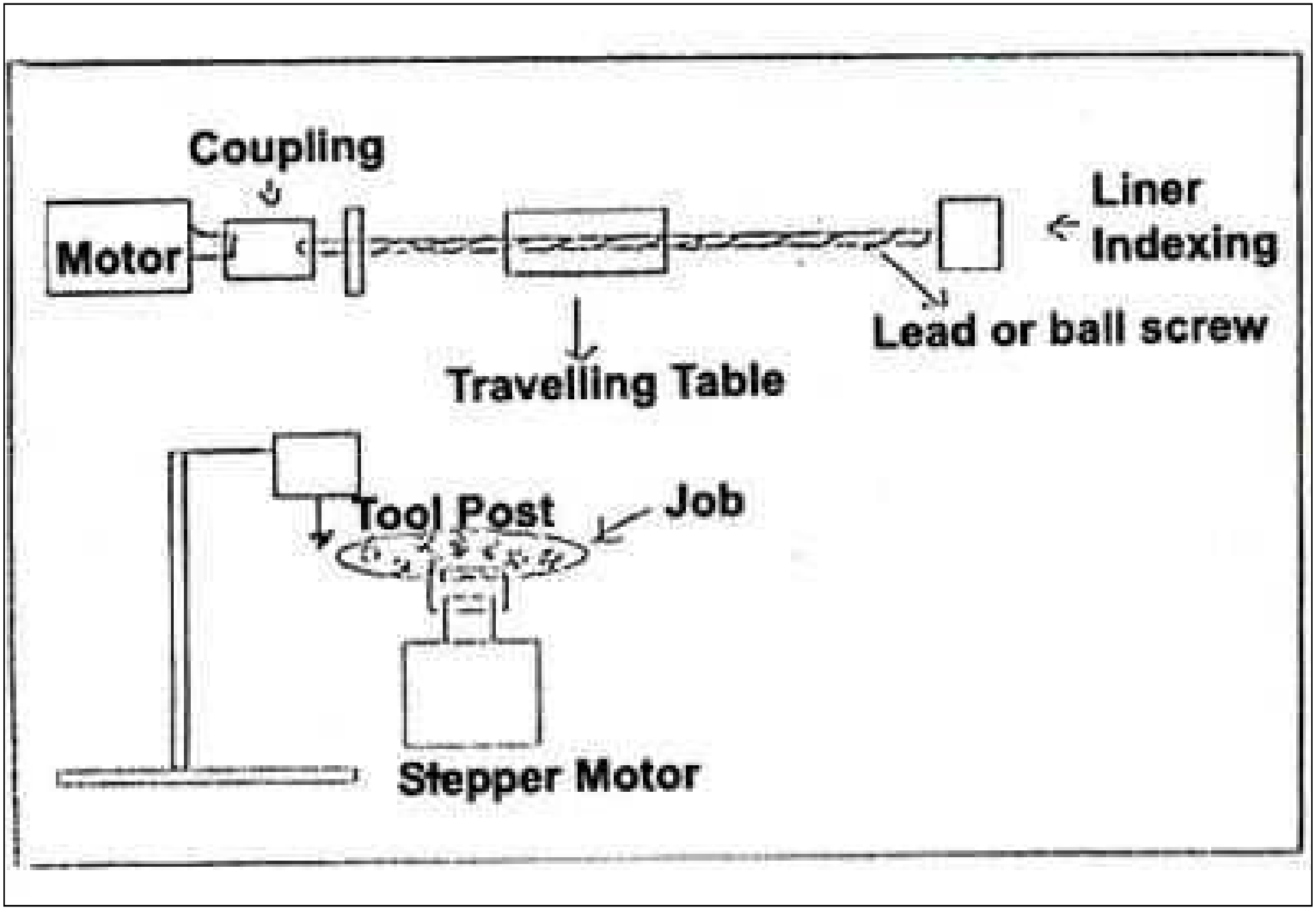
نمونه برش دستگاه اصلی (از نظر دقت و ظرافت)

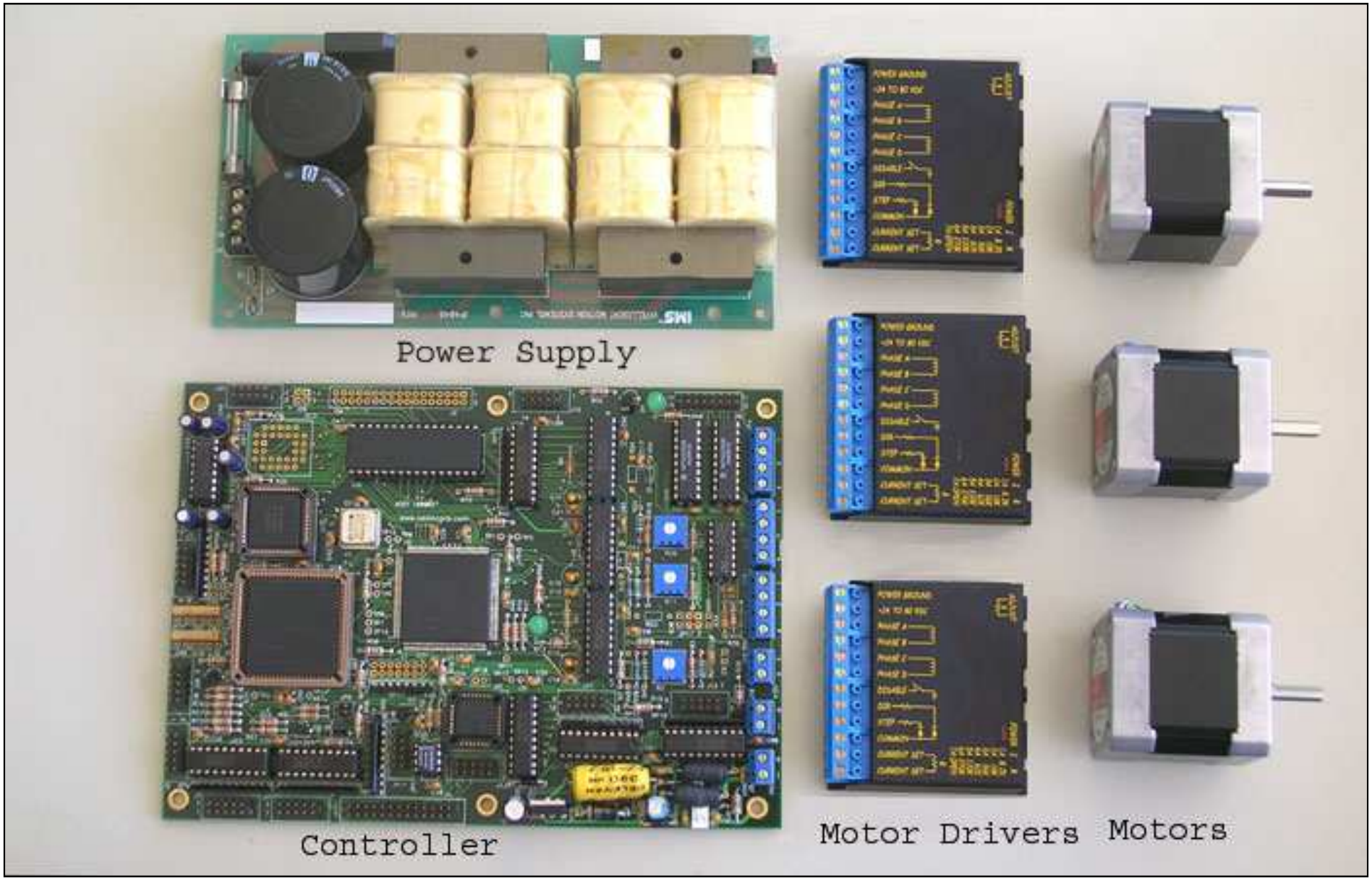


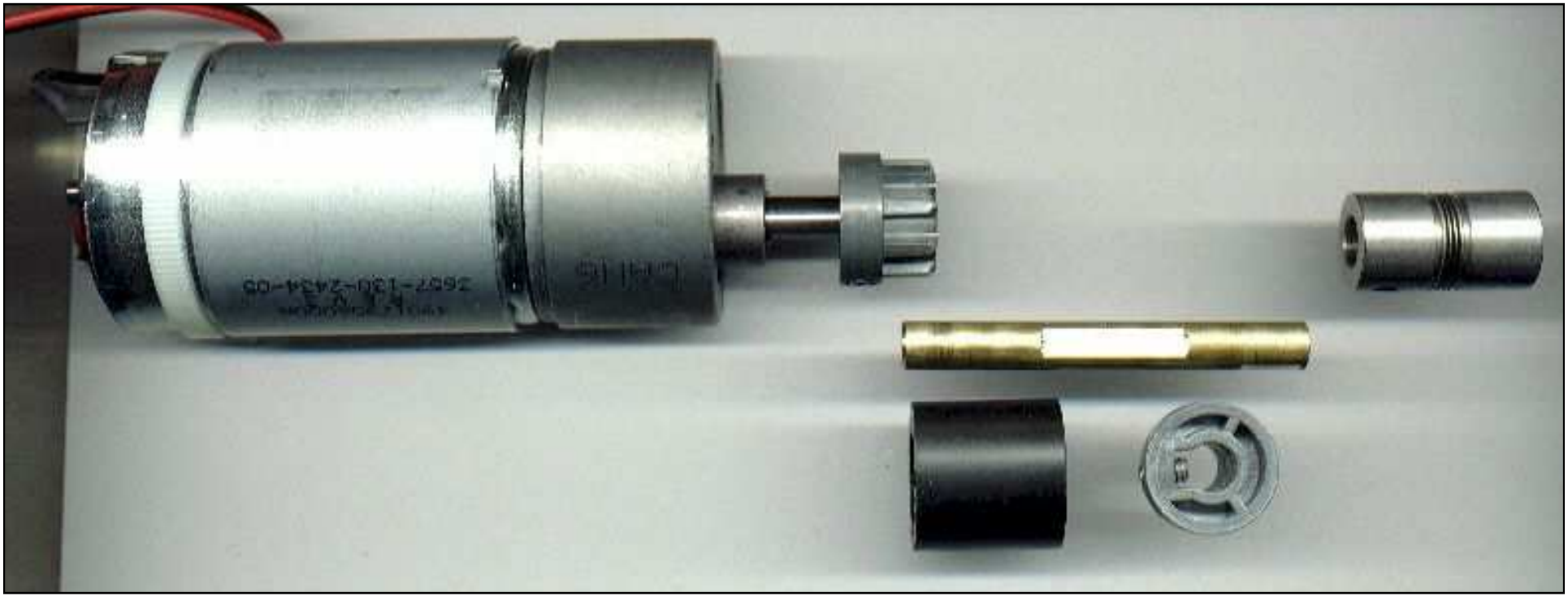
4 6:48 PM

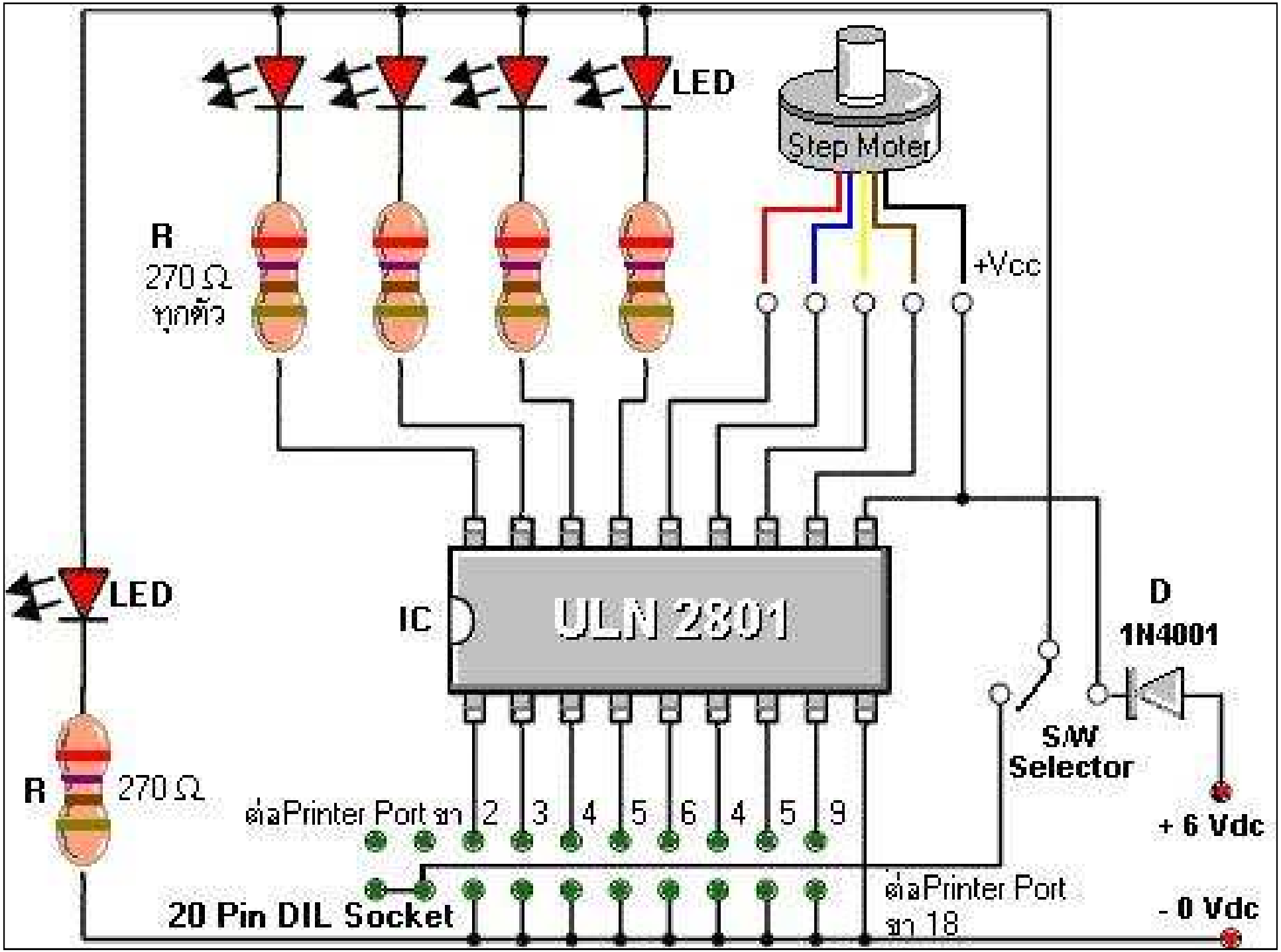



For programming
RC-TALK
Software
Linkmaster
(RC-002)
Current Adaptor
(RS-232C)
Standalone
Controller
Drivers
Step motor
w/encoder
step motor

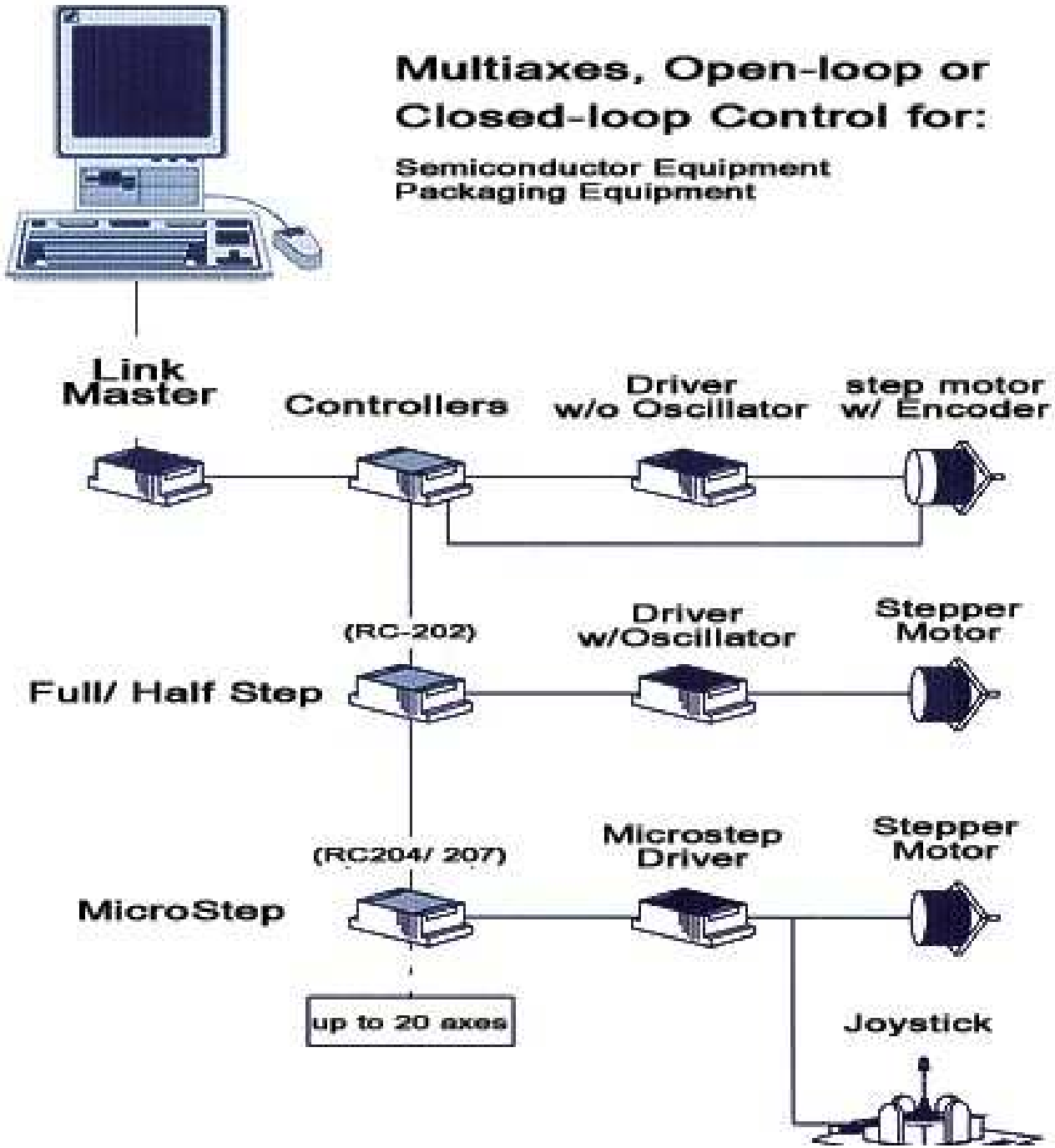

Coupling
Motor
Liner
Indexing
Lead or ball screw
Travelling Table
Tool Post
Job
Stepper Motor


Power Supply
Controller
Motor Drivers
Motors



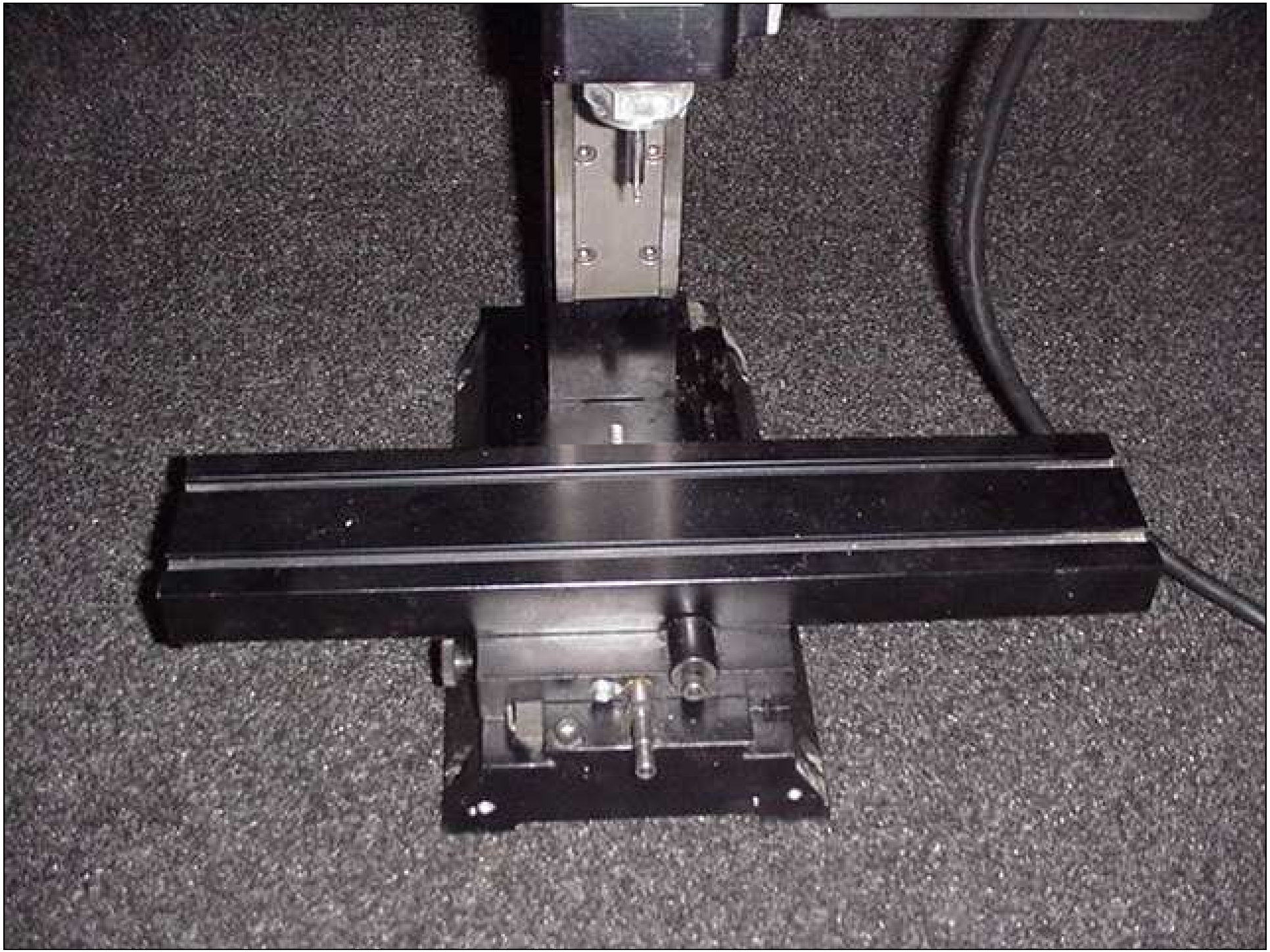

LED
Step Moter
R
270 Ω
ทุกตัว
+Vcc
LED
IC
ULN 2801
D
1N4001
SW
Selector
R
270 Ω
ต่อPrinter Port ขา 2 3 4 5 6 4 5 9
+ 6 Vdc
20 Pin DIL Socket
ต่อPrinter Port
ขา 18
- 0 Vdc

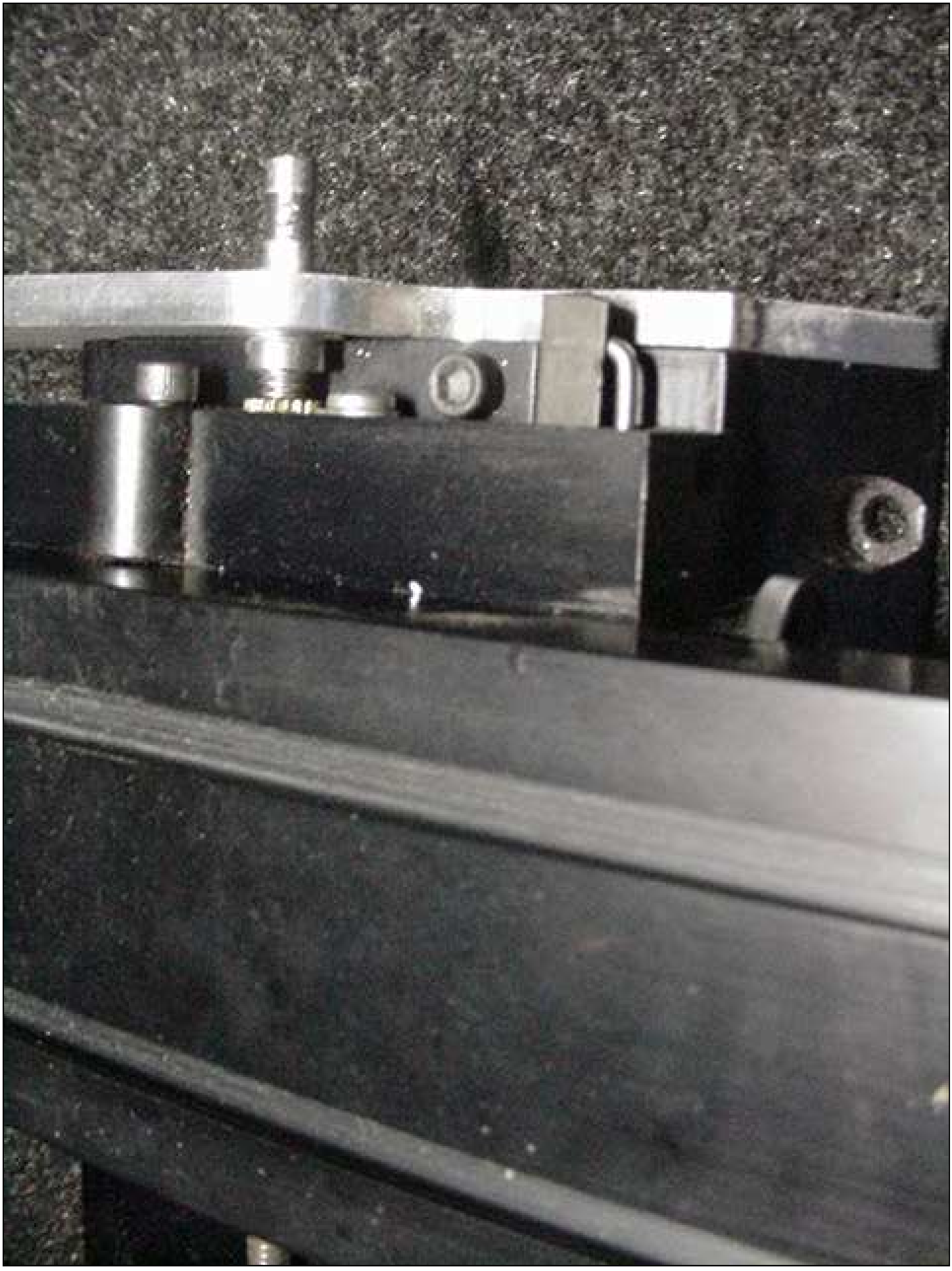
ต่อเข้า Step Moter
ต่อมาจาก Printer Port
6 Vdc
5 Vdc

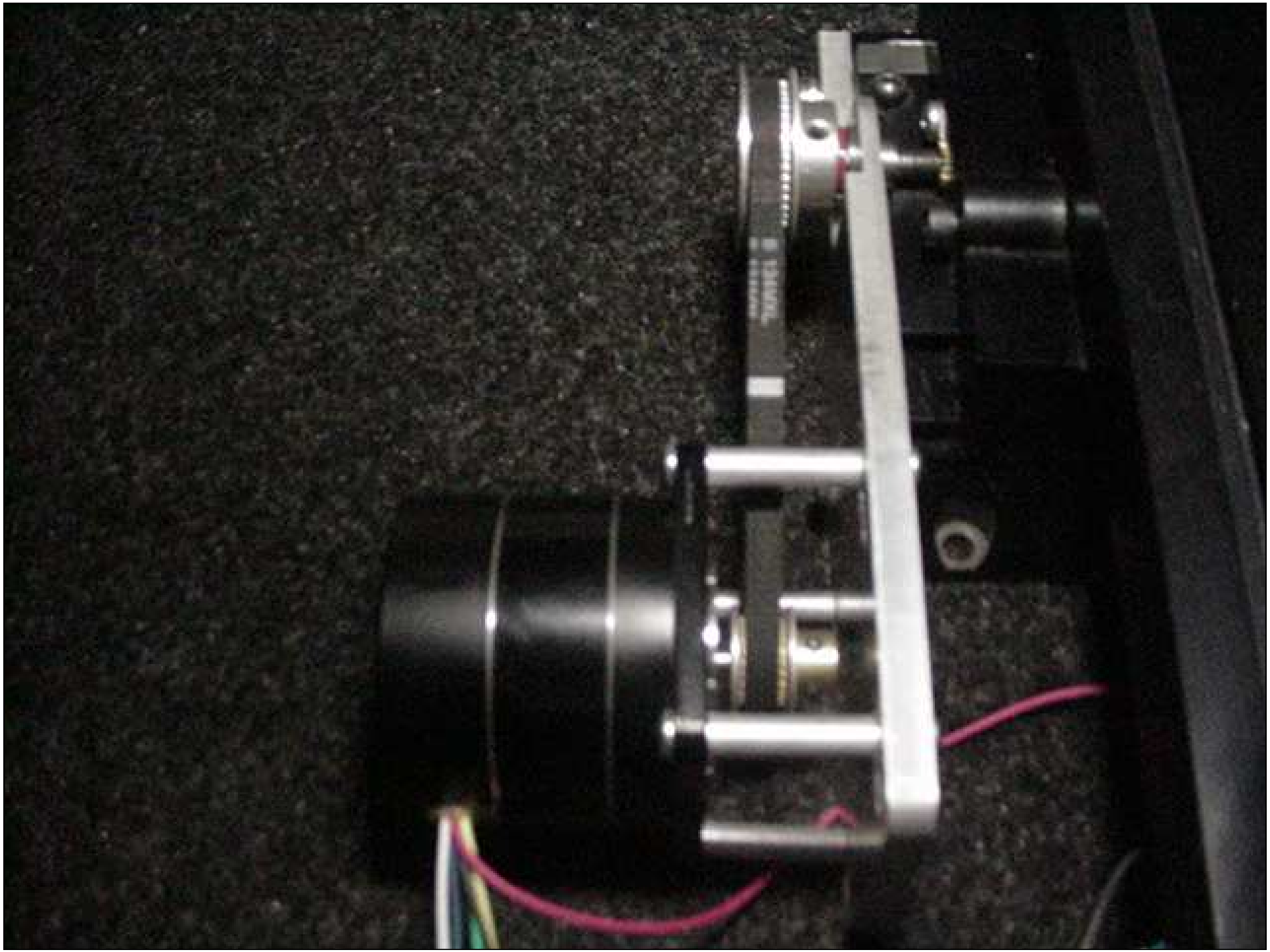

Multiaxes, Open-loop or
Closed-loop Control for:
Semiconductor Equipment
Packaging Equipment
Link
Master
Controllers
Driver
w/o Oscillator
step motor
w/ Encoder
(RC-202)
Full/ Half Step
Driver
w/Oscillator
Stepper
Motor
(RC204/ 207)
MicroStep
Microstep
Driver
Stepper
Motor
up to 20 axes
Joystick

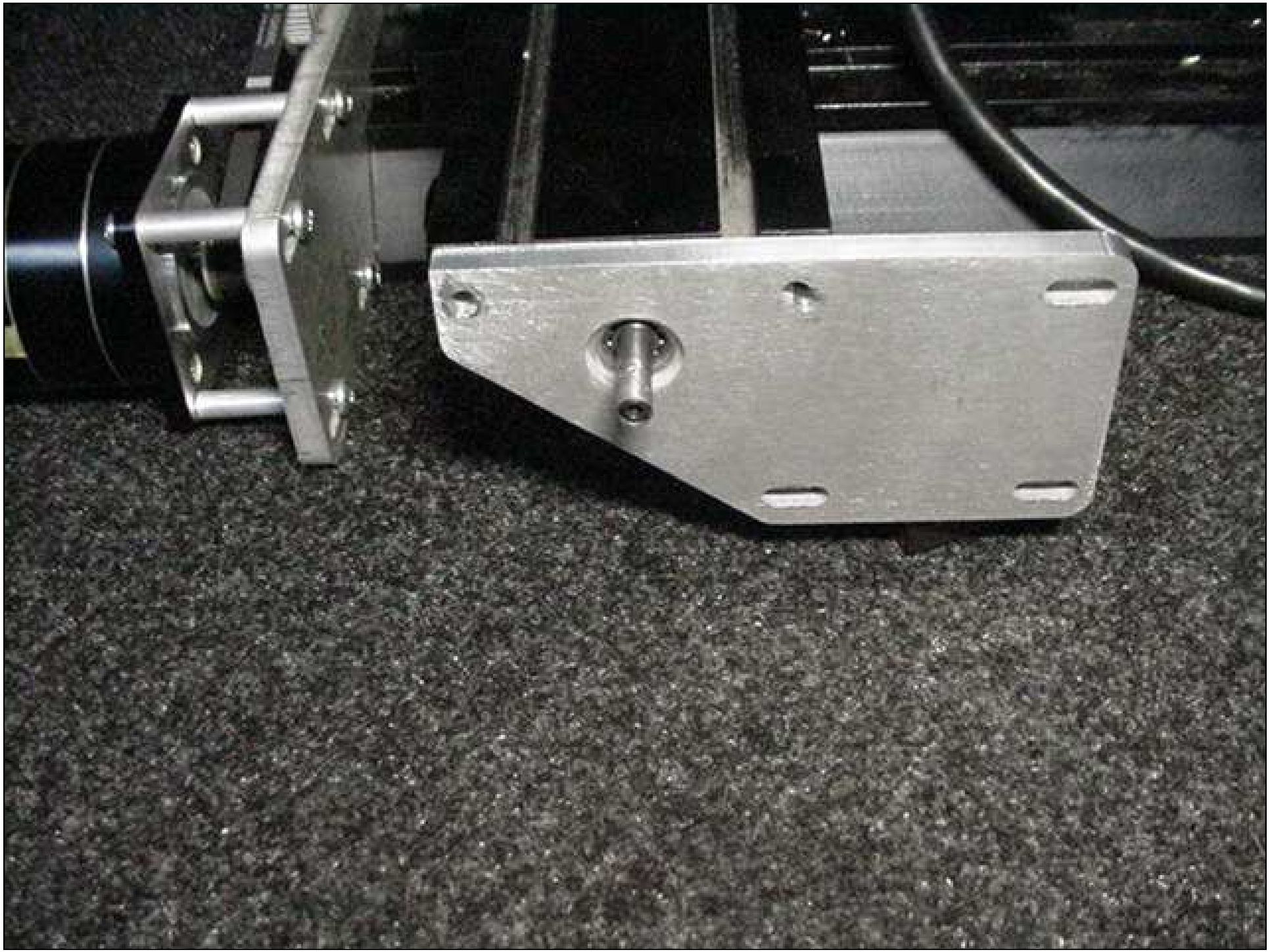
کاربرد عملی موتورهای پله ای

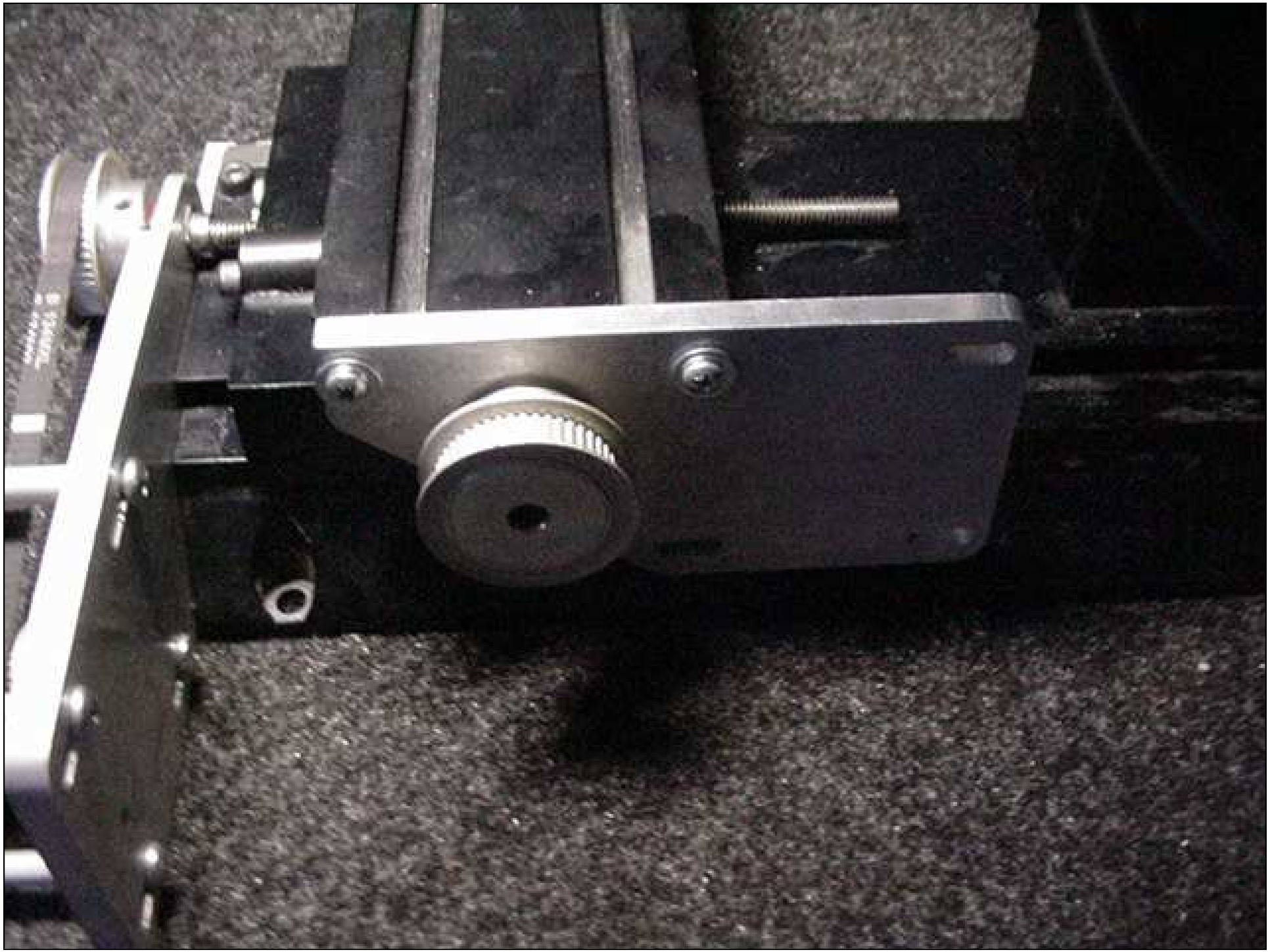
درکنترل حرکت میزهای دو درجه آزادی











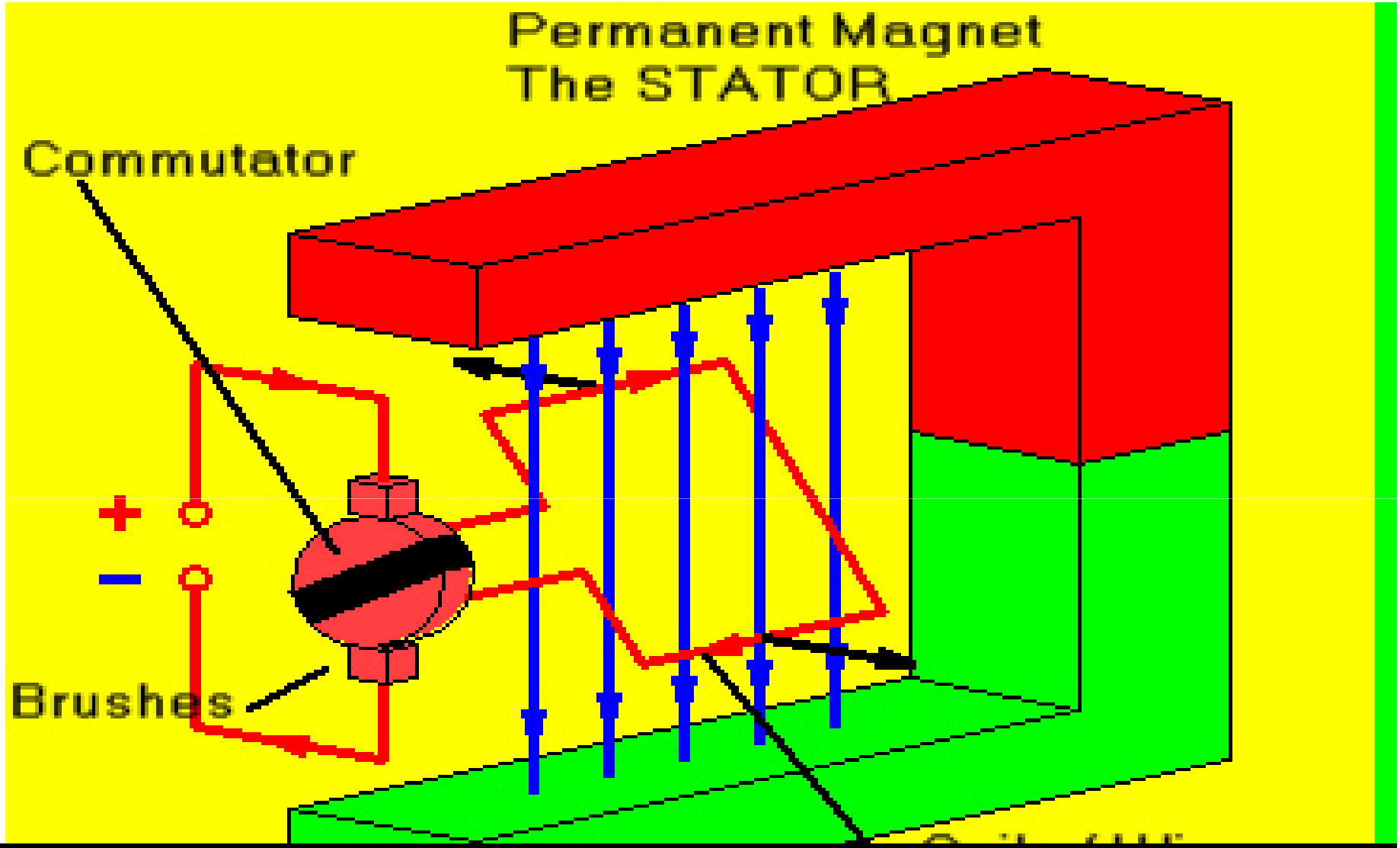
نحوه کنترل موتورهای پله ای

این موتور به صورت ۱ بیتی یا دو بیتی حرکت می کند و در حالت یک بیتی درهر 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 دریا فت می کنند اگر این دریافت پالس به صورت منظم و پشت سر هم انجام شو د موتور نیز به صورت صحیح به سمت جهت حرکت عقربه های ساعت یا خلاف جهت آن حرکت خواهد کرد

موتور های جریان مستقیم

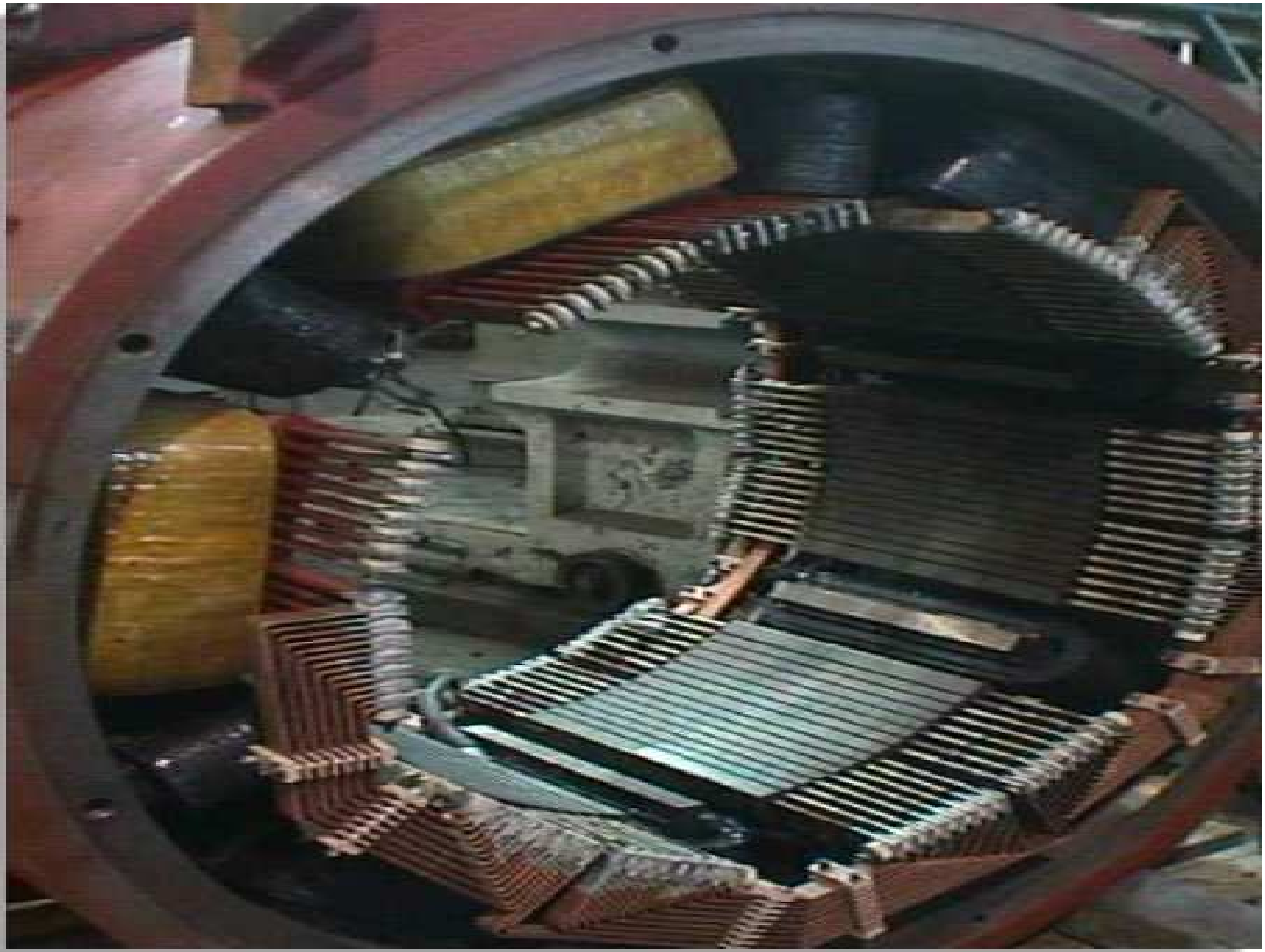
(dc)

استاتور (قسمت ثابت) :

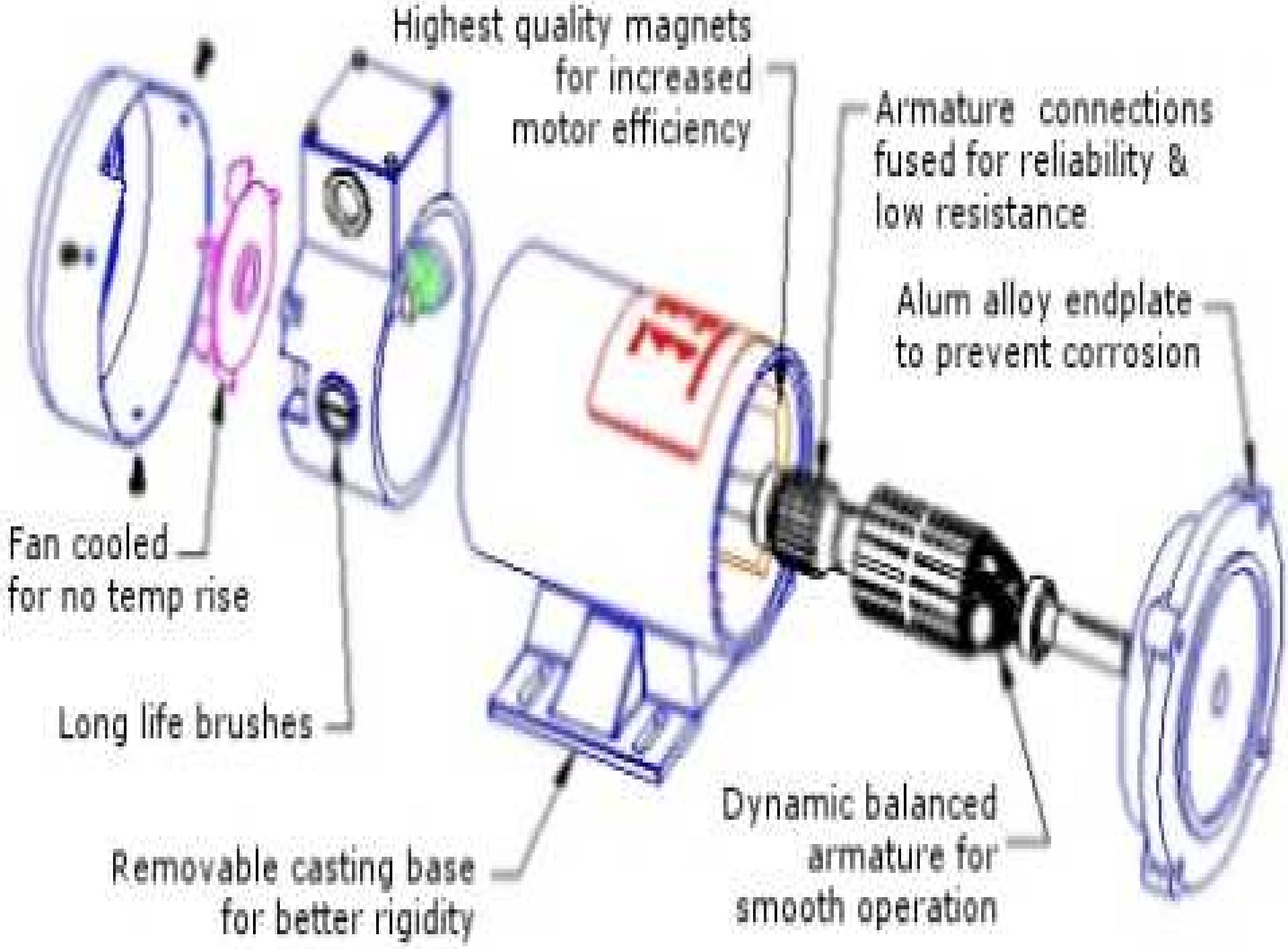


فلو مغناطیسی:

رئوتور در حال تعمیرات



رئوتور توربین در حال تعمیر


Highest quality magnets
for increased
motor efficiency
Armature connections
fused for reliability &
low resistance
Alum alloy endplate
to prevent corrosion
Fan cooled
for no temp rise
Long life brushes
Removable casting base
for better rigidity
Dynamic balanced
armature for
smooth operation

در حال بالانس کردن موتور:

در حال سیم پیچی :

نمونه بالشتک های آماده در بازار:

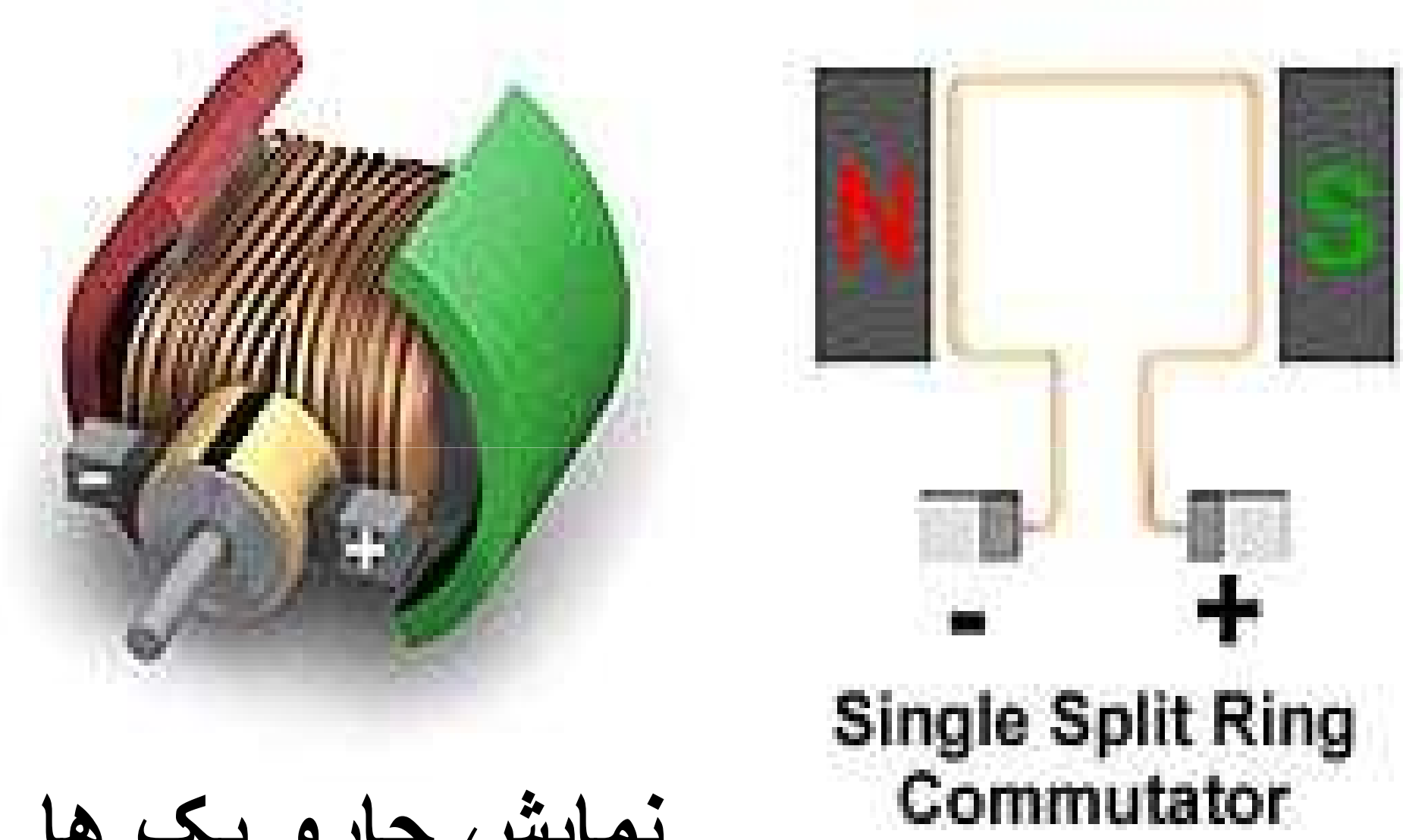
کنترلر موتور های جریان مستقیم :

موتور با شفت خارج از مرکز

موتور با گیربکس

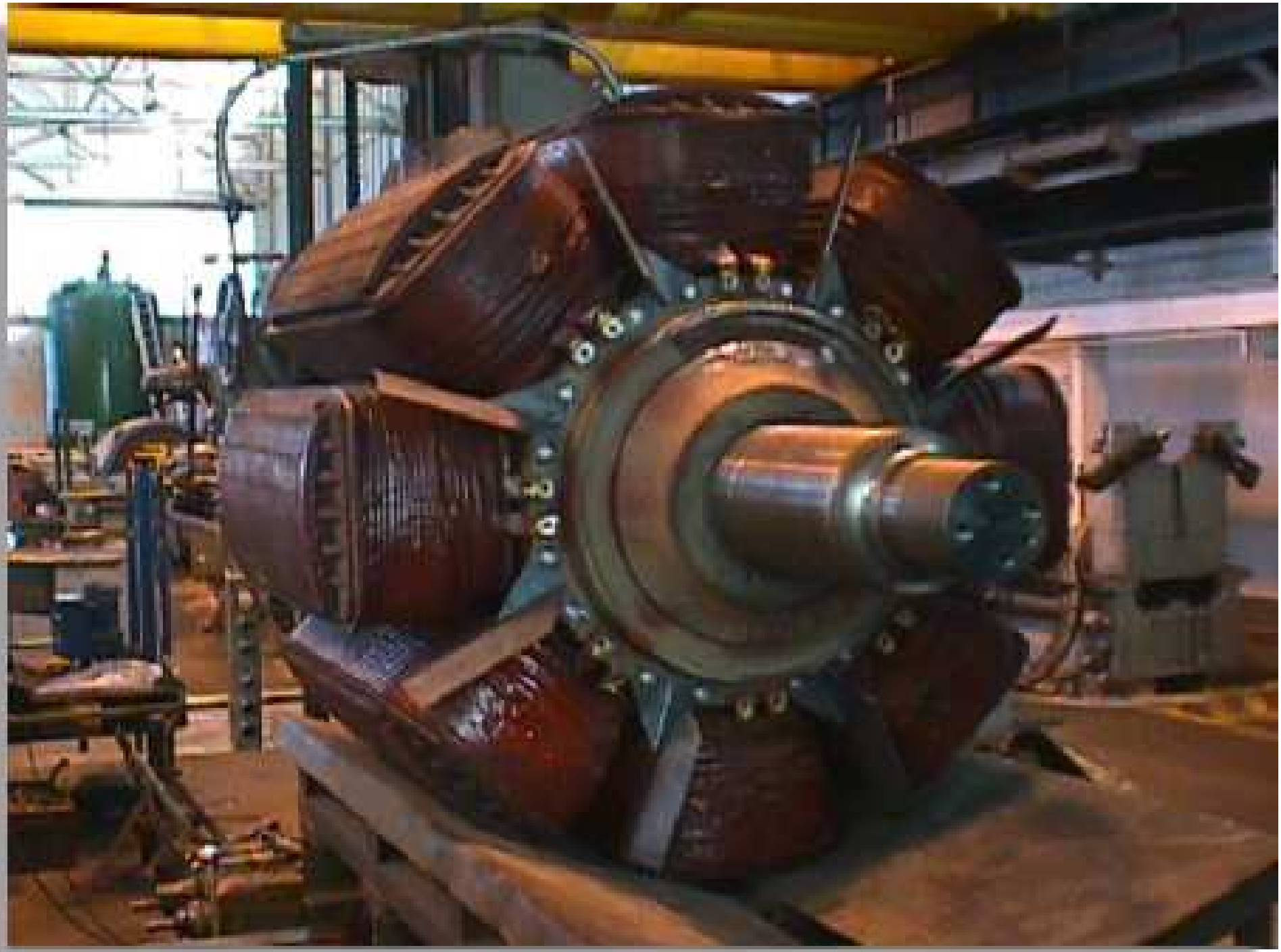
Bridgeport

DC Generator



نمایش جارو بک ها

Figure 7



تولید موج سینوسی در سیم پیچ:

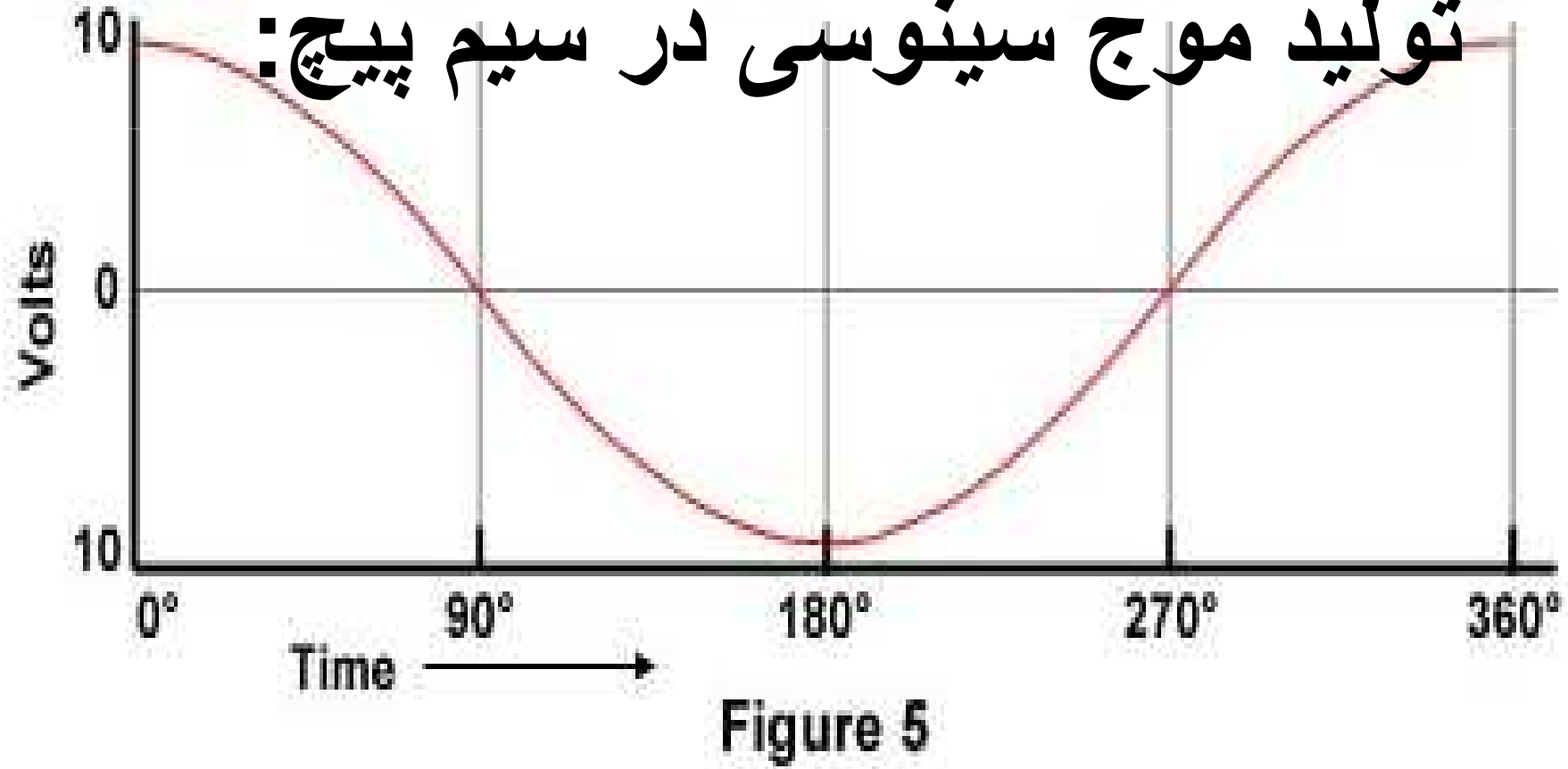
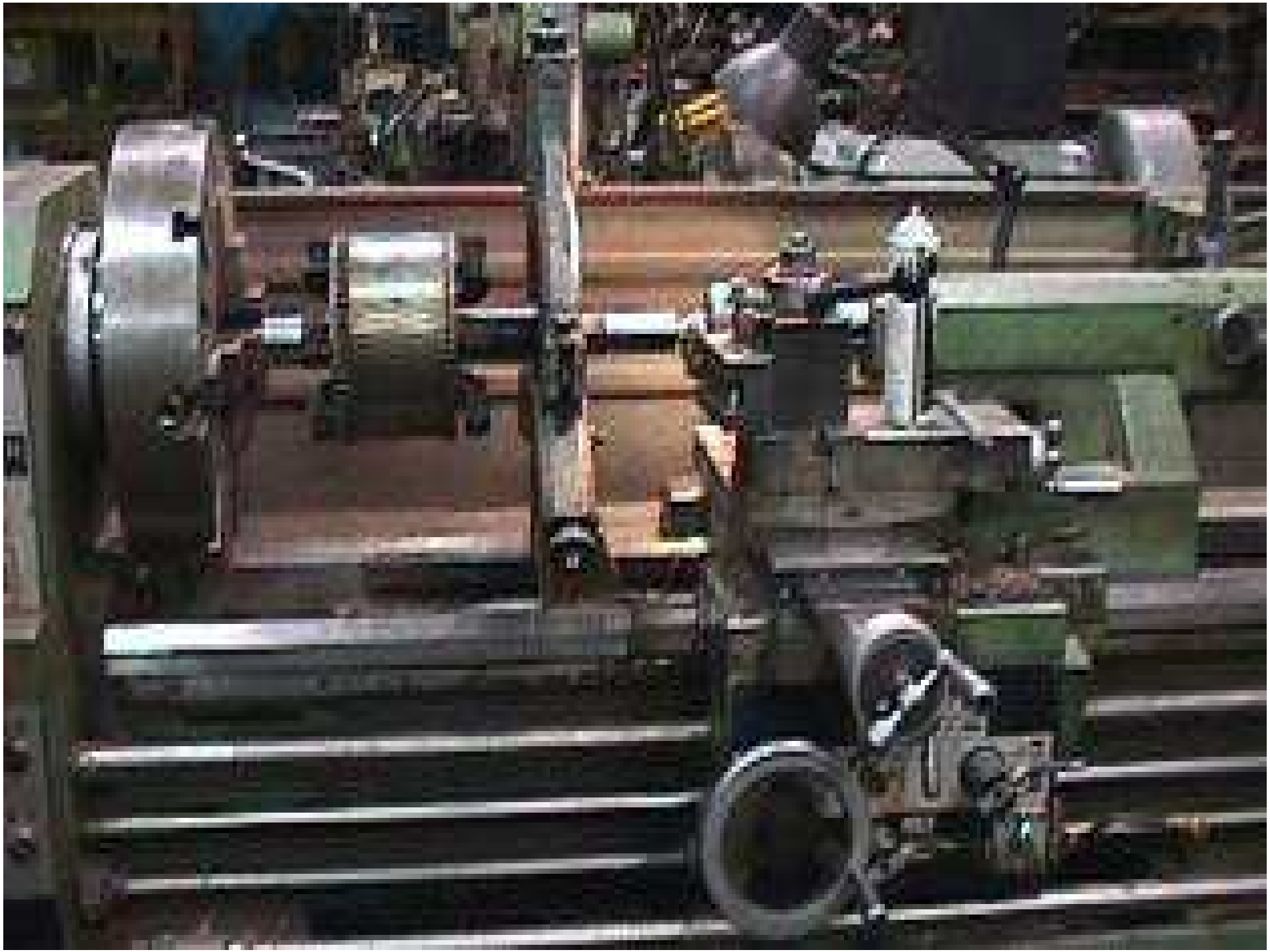


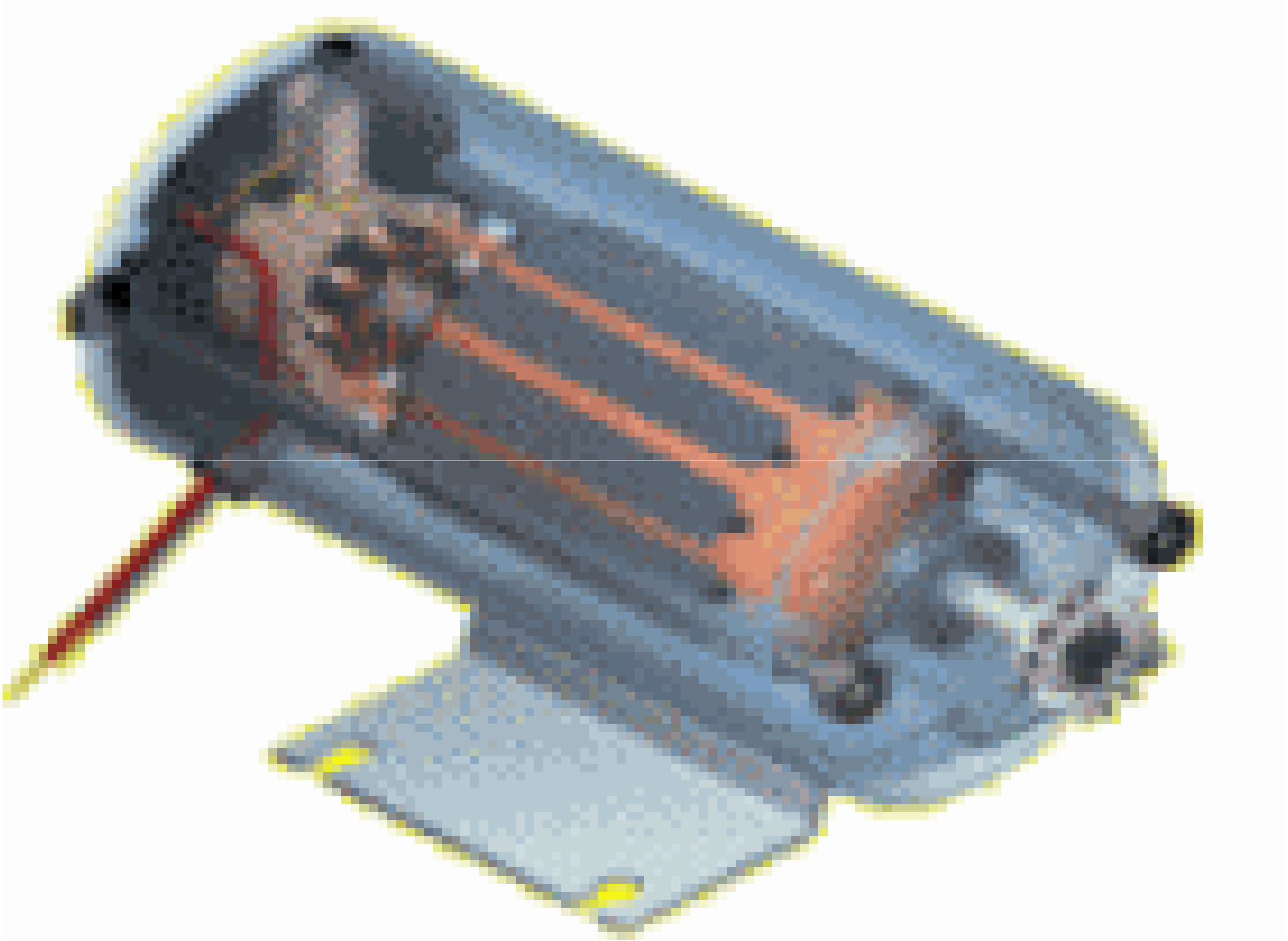
Figure 5

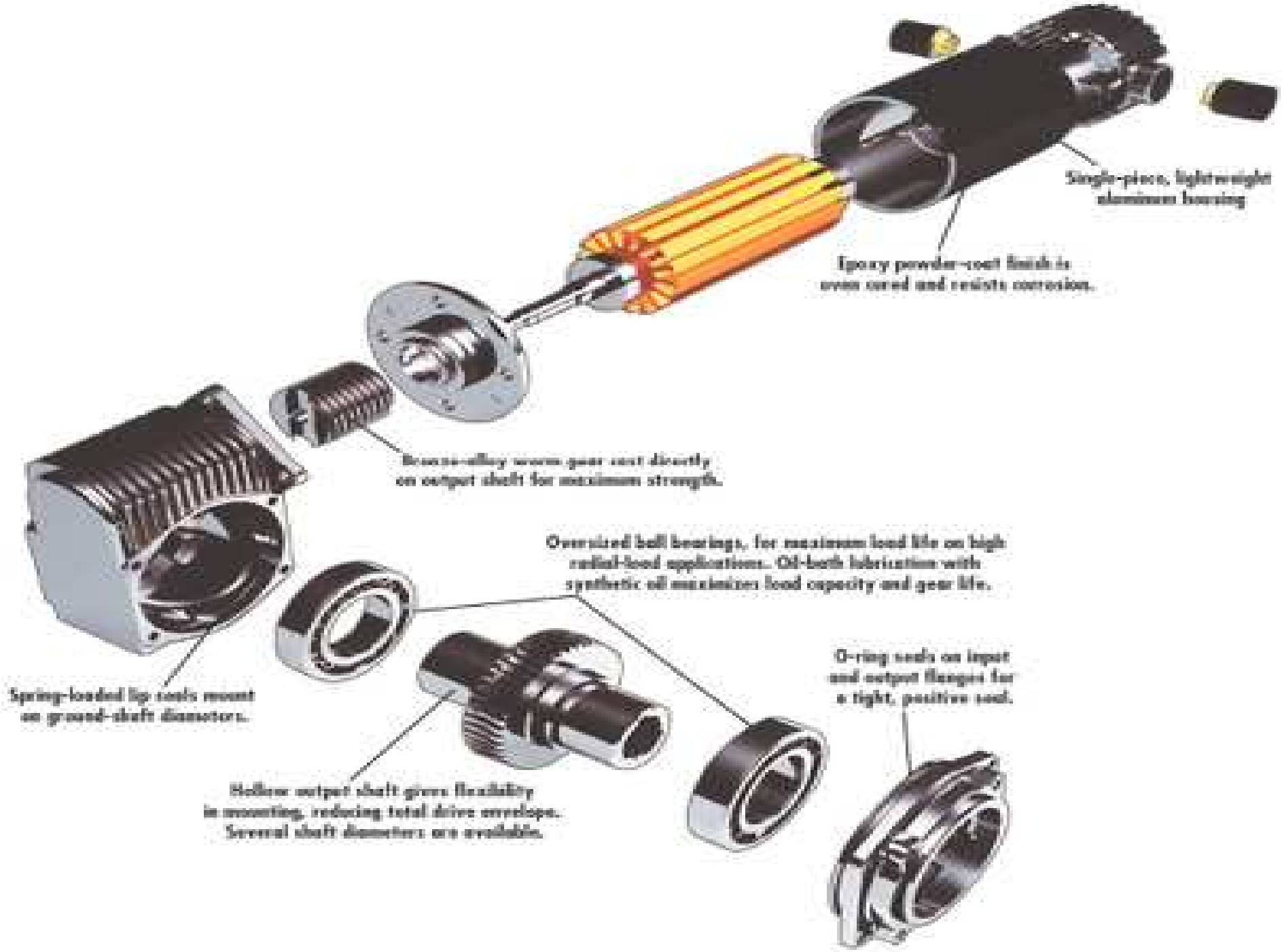
موتور القايى:

Figure 12



موتور قایق های سبک :




Single-piece, lightweight aluminum housing
Epoxy powder-coat finish is oven cured and resists corrosion.
Bronze-alloy worm gear cast directly on output shaft for maximum strength.
Oversized ball bearings, for maximum load life on high radial-load applications. Oil-bath lubrication with synthetic oil maximizes load capacity and gear life.
O-ring seals on input and output flanges for a tight, positive seal.
Spring-loaded lip seals mount on ground-shaft diameters.
Hollow output shaft gives flexibility in mounting, reducing total drive envelope. Several shaft diameters are available.

نمونه سر بندی سیم پیچها:

مشخصات حک شده بر پلاک یک موتور:

خدایا چنان کن سر انجام کار

تو خشنود باشی و ما رستگار

((((پایان))))