

سمینار درس اتوماسیون صنعتی

موضوع:

دستگاه های CNC

هادی بهین

ارشد مکترونیک

دانشگاه آزاد تهران جنوب

Hadi.behin@gmail.com

بهمین 93

CNC machine



سرفصل ها:

شماره صفحه

معرفی کلی

۵

روش کاری سیستم های CNC

۱۹

بخش های اصلی CNC

۳۵

اجزای کنترل موقعیت و سرعت دستگاه CNC و سیستم های کنترلی

۴۵

کنترلرهای مورد استفاده

۶۶

تجهیزات الکتریکی

۸۱

حافظه

۱۲۷

اجزای مکانیکی

۱۳۴

برنامه نویسی

۱۴۷

کالیبراسیون

۱۸۲

انواع کنترل ماشین های ابزار:

۱- کنترل مکانیکی:

کنترل‌هایی که در آنها فرماندهی به کمک اجزا مکانیکی مثل بادامک یا پیرو انجام میشود. بادامک‌های بکار برده شده از نوع قرصی و استوانه ای میباشند.

۲- کنترل هیدرولیکی:

دارای دو نوع: کنترل یک لبه ای و کنترل چند لبه ای میباشند.

۳- کنترل الکتریکی:

به کمک سویچ های کمکی کار میکنند که این سویچها میتوانند دکمه ، کلید، شستی های مکانیکی یا سنسورهای غیر تماسی الکتریکی که بطور القایی؛ خازنی یا فوتو الکتریکی کار میکنند باشند.

منظور از کنترل ماشینهای ابزار

روشن یا خاموش کردن سیستم محرکه آن و کار اندازی کلاچ و تجهیزات گیرنده ی قطعه کار و ایجاد حرکت پیشروی و بطور خلاصه تنظیم مقادیر خاص جهت ایجاد حرکات ماشین ابزار میباشد. بسته به اجزایی که در کنترل بکار میروند.

تفاوت سیستم های NC با CNC :

سیستمهای NC از سخت افزار الکترونیکی بر پایه

تکنولوژی مدارهای دیجیتالی استفاده می کردند. CNC

یک مینی کامپیوتر یا میکرو کامپیوتر را برای کنترل

ماشین ابزار بکار می گیرد و تا حد امکان مدارهای سخت

افزار اضافی را در واحد کنترل حذف می کند. گرایش از

NC بر پایه سخت افزار به CNC مبتنی بر نرم افزار

انعطاف پذیری سیستم را افزایش داد و امکان تصحیح

برنامه ها را در حین استفاده فراهم ساخت

الف) کنترل بادامکی:

کاربرد مشخص این کنترل ها در روشن کردن ؛ خاموش کردن و تغییر جهت حرکت و کنترل سیستم محرکه ی میزها میباشد.

ب) کنترل برنامه ای:

در یک کنترل برنامه ای بایستی:

تمام حرکات ساپورتها با طول مشخص ؛ سرعت پیشروی و مقدار دور بطور خودکار کنترل شوند.

توسعه روز افزون ساخت قطعات الکتریکی باعث شده این کنترلها جای خودشان را به کنترلهای عددی بدهند.

ج) کنترل عددی (NC) :

دستورات کنترل به کمک اعداد و حروف به ماشین داده میشود. بر روی این علایم کار شده و به عنوان اطلاعات مسیر یا اتصال؛ به عضوهای عمل کننده ی ماشین داده میشود.

د) کنترل عددی کامپیوتری (CNC):

این سیستمها به کمک ریز کامپیوترها یا میکروپروسسور ؛ که سهم میکرو پروسسور به سرعت رو به افزایش است؛ کار میکنند.

در این ماشینها وجود و نظارت انسان در کاربرد ماشینها ضروری است. او بایستی قبل از اینکه برنامه ی ماشین را بنویسد ؛ طرح کار ؛ طرح ابزار؛ سرعتهای دورانی ؛ پیشروی و غیره را با داده های فنی ماشین مطابقت بدهد.

کنترل عددی NC:

کنترل عددی عبارت است از استفاده از کدهای رمزبندی شده اعداد، حروف و علائم که قابل فهم برای واحد کنترل است و پس از رمز گشایی به پالسهای الکتریکی جریان تبدیل شده و از این پالسها برای روشن و خاموش کردن سیستم محرکه، کلاچ و تجهیزات ماشین استفاده میشود.

فلسفه بوجود آمدن ماشینهای NC علاوه بر ضرورت توانایی ساخت قطعات پیچیده ایجاد خودکار سازی و اتوماسیون نیز میباشد.

کنترل عددی کامپیوتری: (CNC)

کنترل عددی کامپیوتری یک سیستم NC مبتنی بر استفاده از کامپیوتر به عنوان واحد کنترل است. در این کنترلها سرعت پردازش اطلاعات به دلیل استفاده از کامپیوتر بسیار بالا است و بر خلاف ماشینهای NC که برنامه را خط به خط میخوانند قادر است تمام خطوط برنامه را بخواند و چک کند.

Numerical control

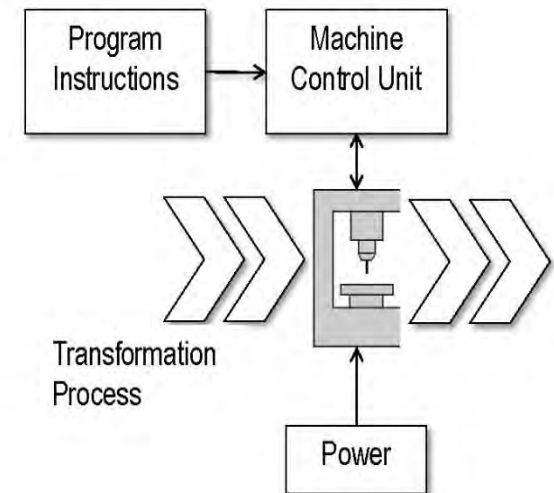
A numerical control system is a system in which actions are controlled by the direct insertion of numerical data at some point. The system must automatically interpret at least some portion of this data. The coded instructions are converted into two types of control signals.

- **pluses of electric output:** positioning of the machine spindle relative to the workpiece and its speed.
- **on/off control signals:** spindle rotation control, coolant supply, selection of cutting tool, stop, clamping and unclamping.



Numerical Control (NC) Defined

Programmable automation in which the mechanical actions of a 'machine tool' are controlled by a program containing coded alphanumeric data that represents relative positions between a work head (e.g., cutting tool) and a work part



Types of CNC machines

Based on Motion Type:

Point-to-Point or Continuous path

Based on Control Loops:

Open loop or Closed loop

Based on Power Supply:

Electric or Hydraulic or Pneumatic

Based on Positioning System

Incremental or Absolute

Electrical Data 1/2



BUS



Cable

3PH AC 1PH AC DC

Voltage ----- Volts
value)

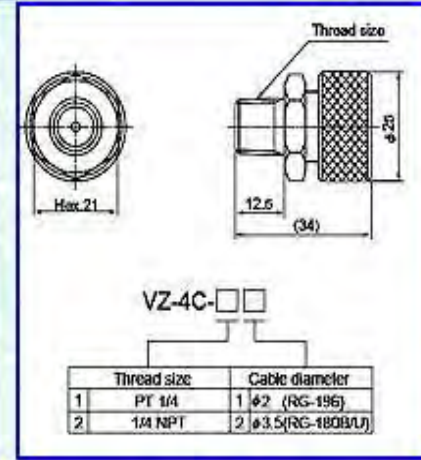
Current ----- Amp
RMS value)

Power Factor ----- 1 (cosine
angle)

Efficiency ----- 100. %

Power ----- kW

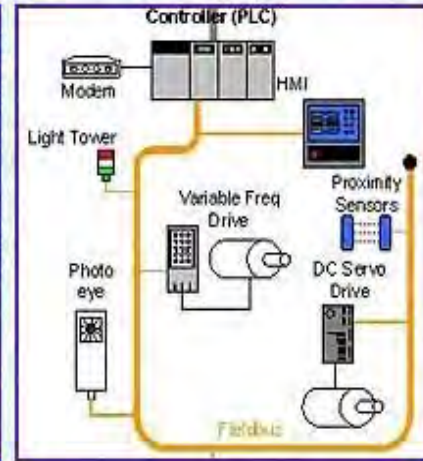
Calculator



Conector



Contactor



Control



Controller



converter

تمام بخش های
الکتریکی و مکانیکی
و بحث های پایه که به
نوعی در مراحل مختلف
ساخت یک دستگاه
CNC مورد استفاده و
بررسی قرار می گیرند:

Electrical Data 1/2

BUS

Contactors

HMI

Cable

Control

IndustPC

Calculator

Controller

Inverter

Thread size	Cable diameter
1 PT 3/4	1 φ2 (RG-196)
2 1/4 NPT	2 φ3.5 (RG-180A/U)

Conector

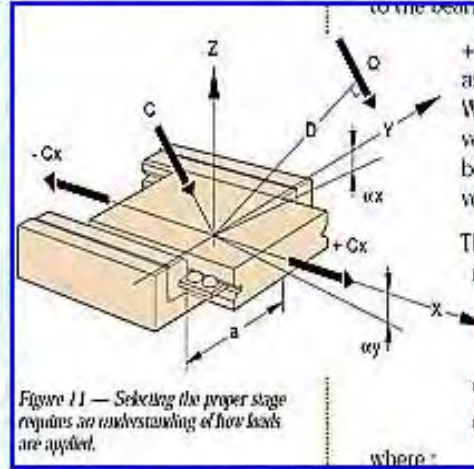
converter

level control

Electrical Data 2/2



monitoring



Motion Control



Motion Drive



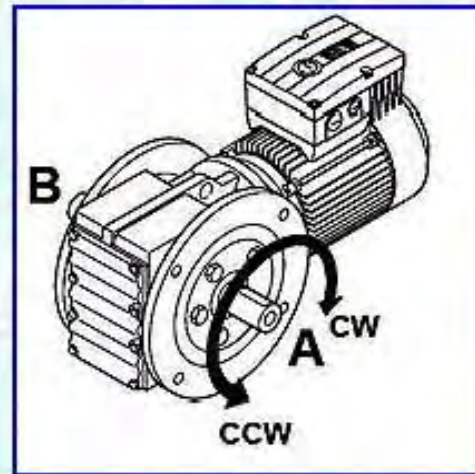
motors



Motors AC



Motors DC



Motors Geared



Motors Linear



Motors Servo



HSK 40, 63
ISO 20, 30, 40

Motor Spindel



Motor Stepper



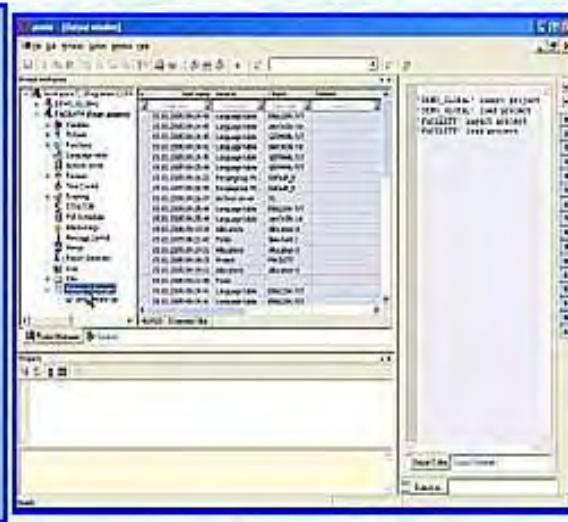
PC



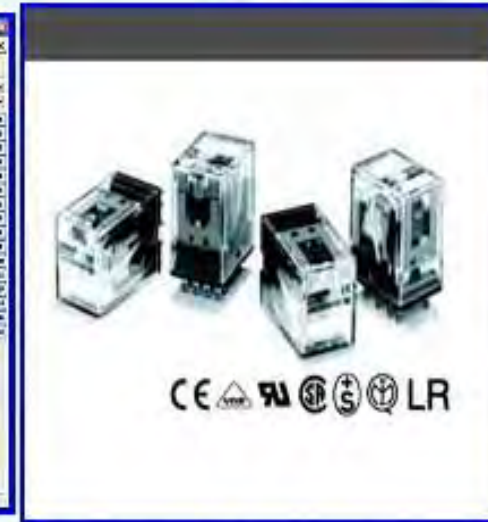
PLC



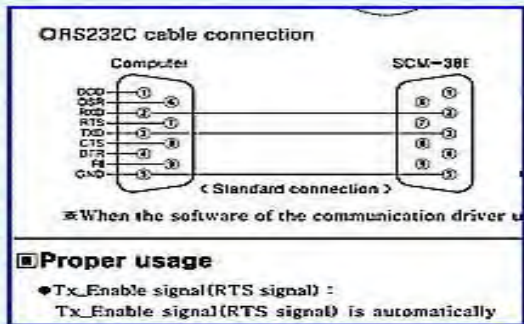
Power Suply



Programing



Relays



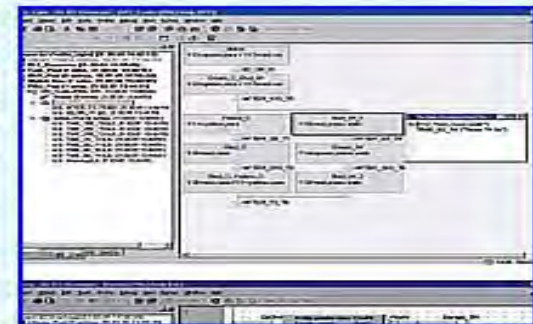
RS232



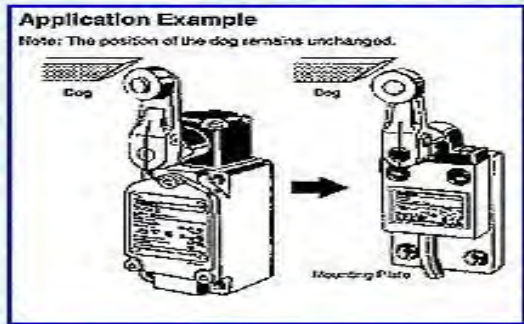
SCADA



Sensor



Software



Switch



tablo



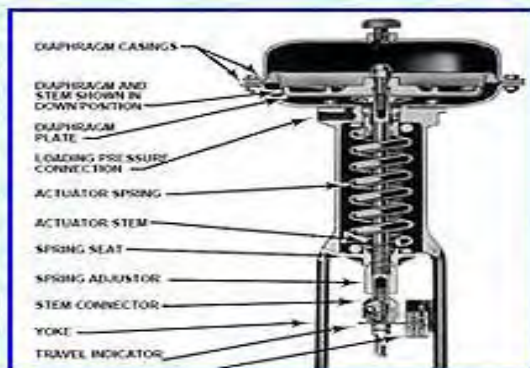
Timer



UPS



USB

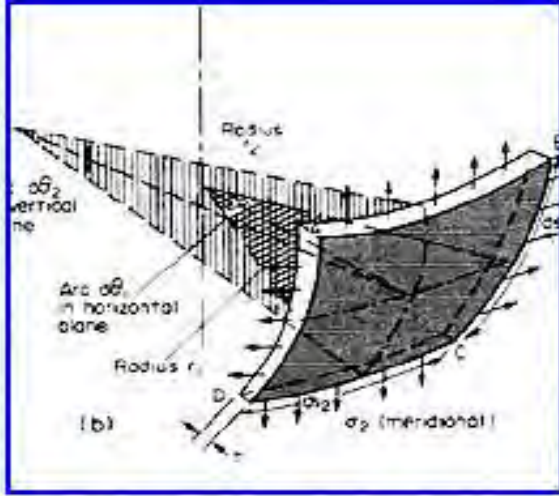


Valves

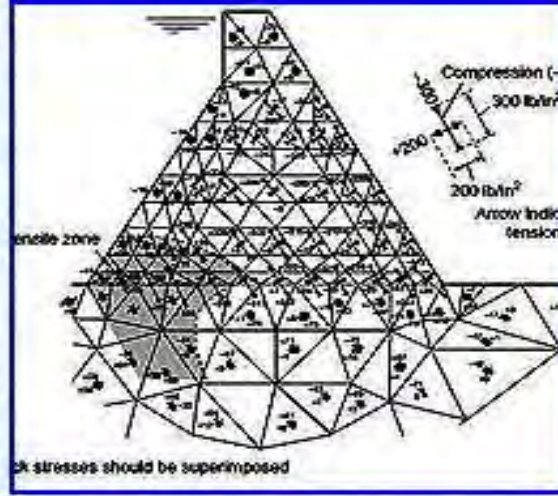
بخش مکانیکی:

Mechanical Data 1/2

			
<u>Actuators</u>	<u>Ball Bearing</u>	<u>Ball Screws</u>	<u>bearing</u>
			
<u>chains</u>	<u>Clutch</u>	<u>Collets</u>	<u>Coupling</u>



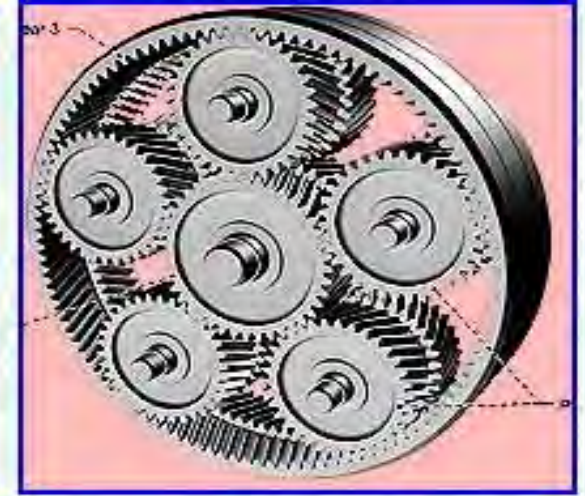
Elasticity and Plasticity



Finite Element



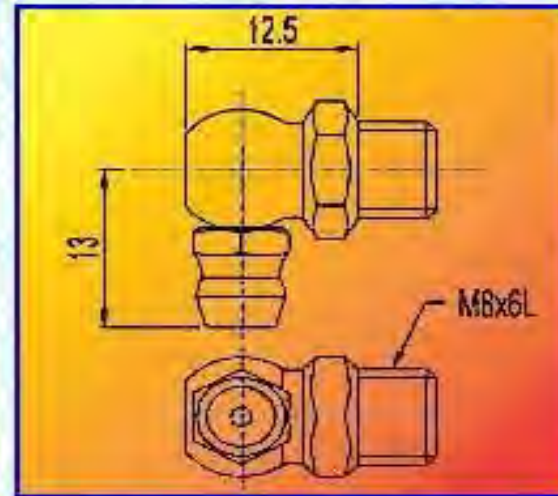
Gear



Gearbox



Grippers



Grease Nipples

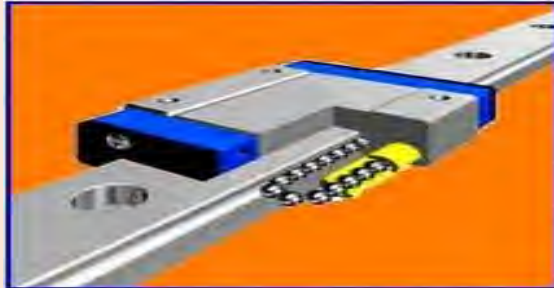


Hydraulic

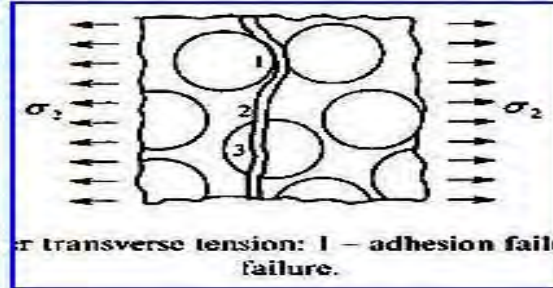
to 10 BAR pressure. Bore sizes 32mm thro
0 mm. Meets and approved to GM pneumat
nder specifications CC-001. VDMA 24562
81 compatible.



Linear Stage

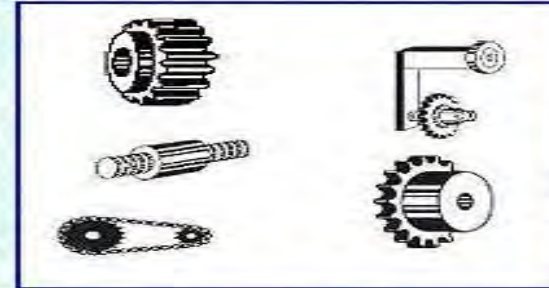


LM Guide

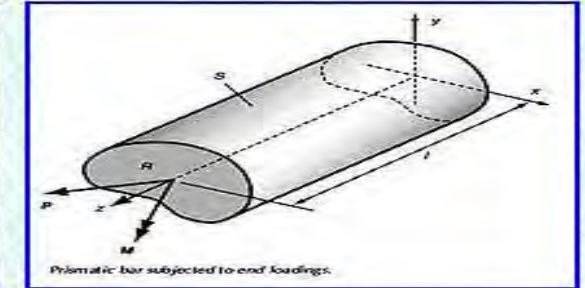


transverse tension: 1 – adhesion failure.

mechanic of materials

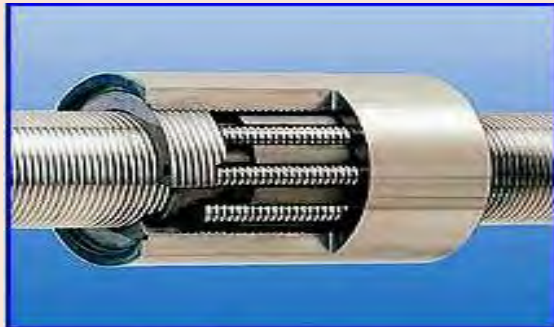


mechanical driving elements

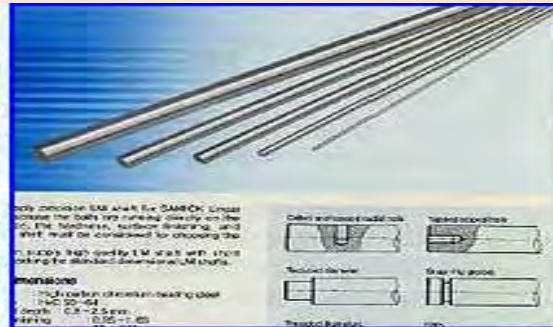


Prismatic bar subjected to end loadings.

Mechanics



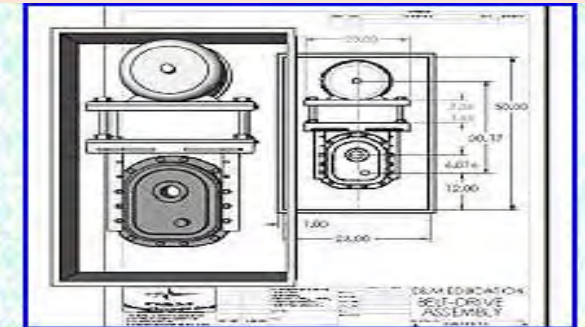
roller screws



shaft



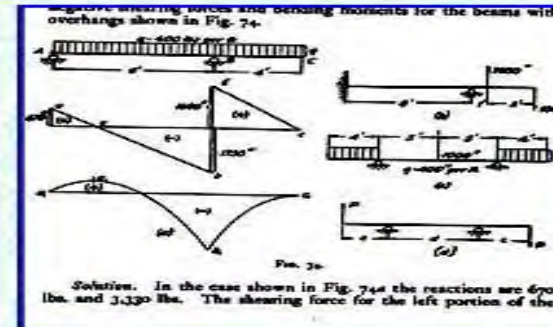
Slide Guide



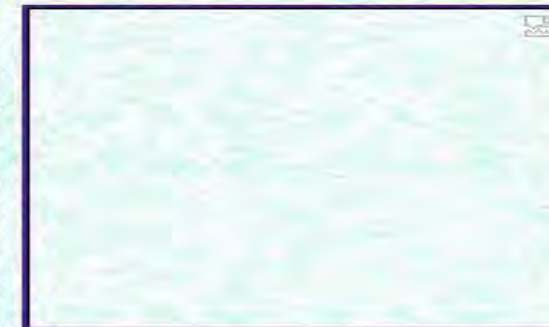
Solid Work



Spring



Statics and strength of materials

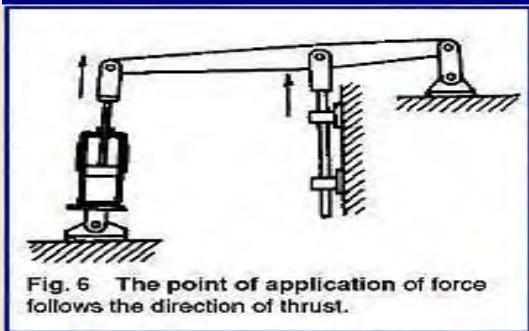


TIMING PULLEY & POWER LOCK



Timing Belt

Mechanical Data 2/2



Mechanism Design



O-ring



Piping



Pneumatic



polley



Power Transmission



Profil



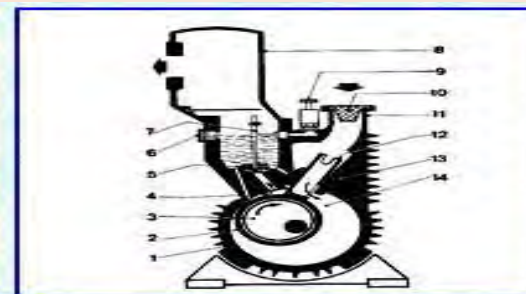
Pump



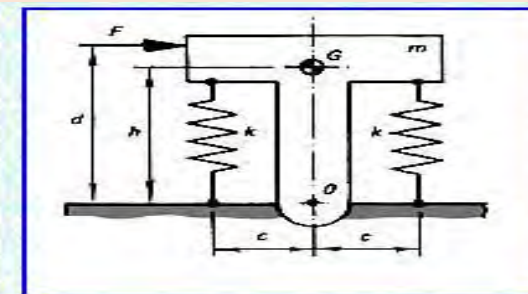
Tools



Tools CNC



vacuum



VIBRATION

روش کاری سیستم های CNC

برای شناخت اولیه از کنترل عددی

کامپیوتری ،

روال کار را در یک ابزار دستی و CNC

مقایسه می کنیم :

الف – ماشین ابزار دستی :

1. تعیین نوع عملیات ماشین کاری
2. مشخص کردن ترتیب عملیات ؛ به عنوان مثال ، برای یک قطعه تراشکاری می توان به پیشانی تراشی ، رو تراشی (خشن) ، رو تراشی (پرداخت) ، مته و غلتک زنی و مته کاری اشاره کرد .
3. تعیین و انتخاب ابزارهای مورد استفاده
4. تعیین سرعت دوران و پیش روی
5. تعیین موقعیت و مسیر طی شونده توسط ابزار
6. اجرا ، هویت و کنترل عملیات
7. کنترل اندازه های بدست آمده و اصلاح خطا
8. تکرار مراحل ۶ و ۷

ب (ماشین ابزار CNC و برنامه نویسی برای اجرا با ماشین CNC ، این مراحل را طی می کند .

1. تعیین نوع عملیات ماشین کاری (مشابه حالت الف)
2. تعیین و انتخاب ابزارها (مشابه حالت الف)
3. محاسبه سرعت دوران و پیش روی (مشابه حالت الف)
4. تعیین موقعیت ها و مسیر طی شونده توسط ابزار (در صورت لزوم با محاسبه ریاضی دقیق یا با کمک کامپیوتر)
5. تبدیل اطلاعات فوق به تعداد کدهای استاندارد و قرار دادن این کدها در قالب یک برنامه ، مشابه مثال زیر :

```
N 100 600*100Y250 Z300
N105 T5D1 M6
N110 S2800 M3
N115 Z2
N120 G1 Z-10 F550 M8
N195 G91 X380.65 Y-2.7 F760
```

۶ - تحویل برنامه به اپراتور - وظایف اپراتور ، عبارتند از :

۷ - وارد کردن برنامه به حافظه ماشین CNC

۸ - بستن ابزارها و تنظیم آنها (Tool setting)

۹ - تنظیمات ماشین (Setup)

۱۰ - اجرای آزمایشی (Test Run)

۱۱- اجرای نهایی برنامه، در این مرحله کنترل CNC وظایف زیر را به صورت خودکار انجام خواهد داد :

❖ پردازش کدهای برنامه

❖ ارسال دستورهای لازم برای بخش های مختلف ماشین

❖ هدایت هم زمان محورهای مختلف پیشروی ابزار

❖ اصلاح خطای موقعیت ها با استفاده از بازخورد (Feedback)

12. کنترل نهایی اندازه های بدست آمده

13. تکرار مرحله ۱۱ برای قطعات بعدی

در ماشین های دستی
اجراء ، هدایت و کنترل عملیات بر عهده
یک انسان (اپراتور) است .

در ماشینهای CNC
برنامه ریزی عملیات بر عهده انسان (برنامه
نویس یا نرم افزار مبتنی بر CAM) اما اجراء
، هدایت و کنترل آن بر عهده ماشین است .

از مقایسه حالت های الف - ب نتایج زیر
بدست می آیند :

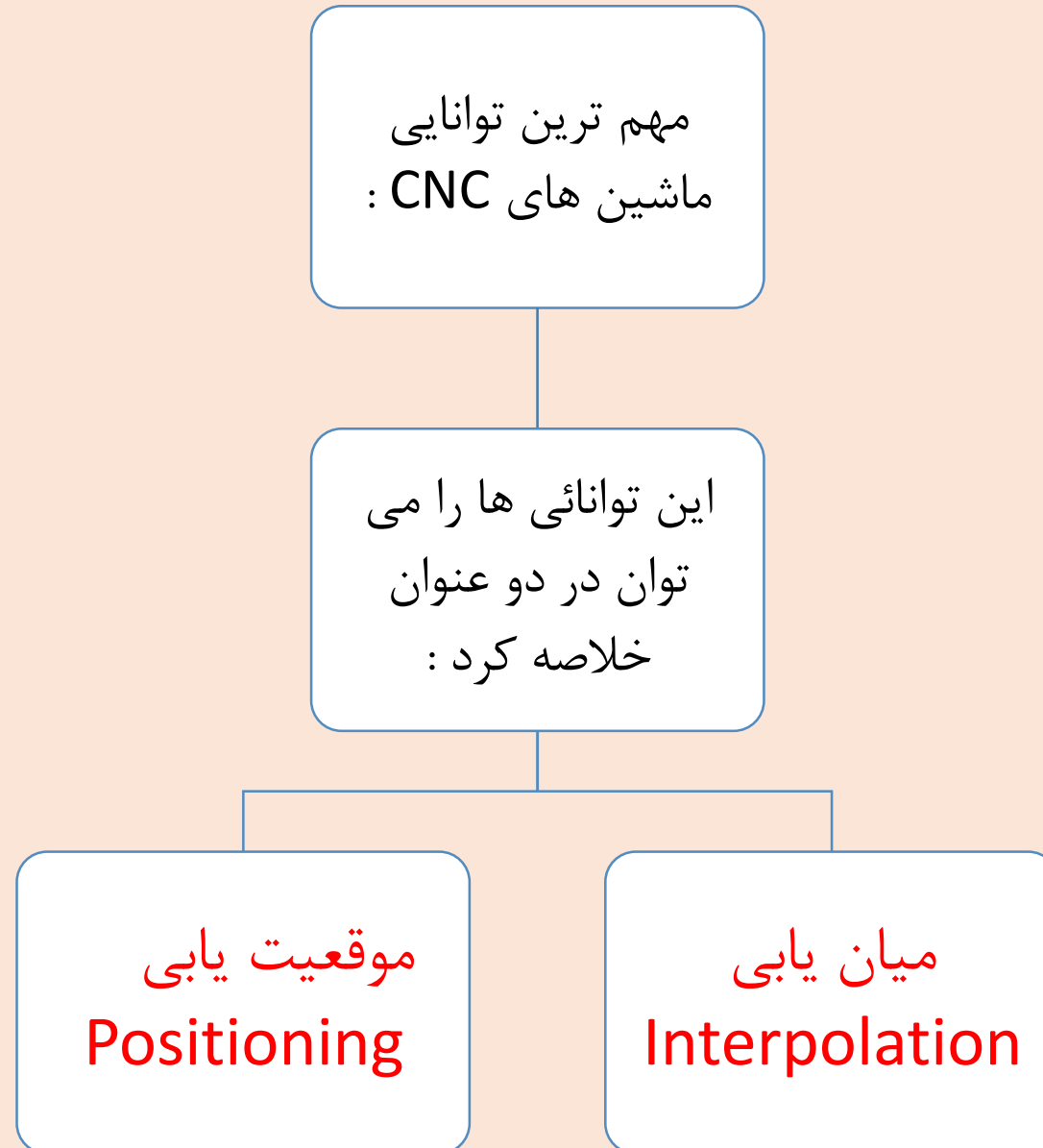
تفاوت های ماشین های ابزار جدید و سنتی

عمده تفاوت ماشین های ابزار جدید و سنتی در دو نحوه متفاوت استفاده از آنها می باشد:

- ابزار های برشی جدید با سرعت های برشی بسیار بالا که طبیعتاً سرعت های دورانی/پیشروی بسیار بیشتری نیاز دارند.
- مدت زمان ماشینکاری (افزایش کارایی از 30% به 80%) در واحد کاری چند برابر افزایش یافته است.

تفاوت های ماشین های ابزار سنتی و کنترل عددی

- کنترل و نرم افزار های هدایتی / Control, Software
- سیستم اندازه گیری حرکت / Positional Transducer
- سیستم محرکه محور ها / Feed Drive
- راهگاه های حرکتی / Guide way
- اسپیندل و یاتاقان های اسپیندل / Spindle, Spindle Bearings
- سازه ماشین / Machine Structure



positioning

سیستم های مجهز به CNC می تواند یک یا چند متحرک از قبیل ابزار در ماشین های تراش و فرز یا گیره در روبات ها را در موقعیت های معینی که از قبل برنامه ریزی شده اند ، با دقت بالا مستقر کنند .

دقت موقعیت یابی (Positioning Accuracy) در ماشین های مختلف متفاوت است . اما به طور متوسط می توان آن را در حدود 10 میکرون در نظر گرفت . این خطا ناشی از دو منبع است :

- بخش مکانیکی
- بخش الکترونیکی

- **خطای بخش مکانیکی** معمولاً بیشتر از بخش الکترونیکی است . این خطاها در هنگام ساخت و مونتاژ بخش های مکانیکی بوجود می آیند و با گذشت زمان و استهلاک اجزای متحرک ماشین ، افزایش می یابند . به همین دلیل ماشین ها باید پس از نصب و راه اندازی و در فواصل زمانی معین یا پس از برخوردهای احتمالی ، تنظیم و کالیبره شوند .

- **خطای الکترونیکی** ناشی از ضعف سیستم های اندازه گیری (Encoder) خطای بازخورد (Feedback) خطای تکرارپذیری (Repeatability) ، خطای دنباله روی (Followhg Error) معمولاً اجتناب ناپذیرند . اما باید در محدوده استاندارد نگه داشته شوند . قرار گرفتن متحرک تحت کنترل در خارج از محدوده های استاندارد تعریف شده ، توقف اجزای برنامه را به دنبال خواهد داشت .

- مسیر حرکت ابزار توسط یک واحد محاسباتی به نام میان یاب در حافظه سیستم تعیین می شود و به مفهوم گذارندن یک منحنی با معادله مشخص از تعدادی نقاط معین است .

میان یابی دایره ای (Interpolation Circudar) :

در این حالت سرعت حرکت محورها و میزان جابه جایی آنها طوری محاسبه و کنترل می شود که مسیر حرکت ابزار روی یک دایره قرار گیرد . این میان یابی به صورت دو محور هم زمان (دو بعدی) است و در سیستم های کنترل جدید می تواند به صورت سه محور هم زمان (سه بعدی) باشد .
 پس یعنی اینکه از دو نقطه معین ، یک کمان بگذاریم سیستم های کنترل جدید که توانایی محاسبات بالاتری دارند ، میان یابی آنها از نوع حلقوی (Hlical) ، مارپیچی (Spiral) ، استوانه ای (Cylindricd) نیز ارائه می کند .

interpolation

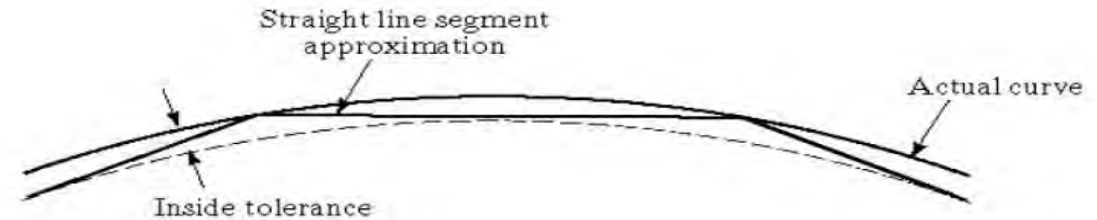
میان یابی خطی: interpolation linear:

در این حالت سرعت حرکت محورها و میزان جابجایی آنها طوری محاسبه و کنترل می شود که مسیر حرکت ابزاری روی یک خط مستقیم قرار می گیرد . این میان یابی می تواند به صورت دو محور هم زمان (دو بعدی) یا سه محور هم زمان (سه بعدی) باشد . (یعنی از دو نقطه معین (قطعه شروع و پایان) ، یک خط راست بگذاریم)



Interpolation Methods

1. Linear interpolation
 - Straight line between two points in space
2. Circular interpolation
 - Circular arc defined by starting point, end point, center or radius, and direction
3. Helical interpolation
 - Circular plus linear motion
4. Parabolic and cubic interpolation
 - Free form curves using higher order equations



عملکرد واحد میان یاب

باید توجه داشت که کنترل کننده CNC ، بلوک های برنامه را تک تک پردازش و اجرا نمی کند ، زیرا این عمل وقفه های پی در پی ایجاد می کند . به علاوه سیستم در هنگام فعال بودن جبران شعاع ابزار یا سیکل های پیچیده (مانند CYCLE95 یا CYCLE73) به اطلاعات و مختصات بلوک های بعدی احتیاج دارد تا بتواند پردازش های لازم را انجام دهد . بدین منظور سیستم کنترل چنین بلوک از برنامه را سریعاً پردازش می کند و اطلاعات حاصل را در یک حافظه واسطه (Buffer Memory) قرار می دهد . حداقل تعداد این بلوک ها 10 عدد (بلوک اجرای) است . در سیستم های کنترل جدید تعداد آنها توسط اطلاعات ماشین (Machine Data-MD) قابل تعریف است . به این عمل Look Ahead یا Look Forward (آینده نگری) می گویند با استفاده از این امکان سیستم کنترل، اشکلات اجزا را قبل از رسیدن به بلوک مورد نظر تشخیص می دهد و اجرا را متوقف می کند .

حال ببینیم
عملکرد واحد
میان یاب
خطی چگونه
است :

عملکرد واحد میان یاب

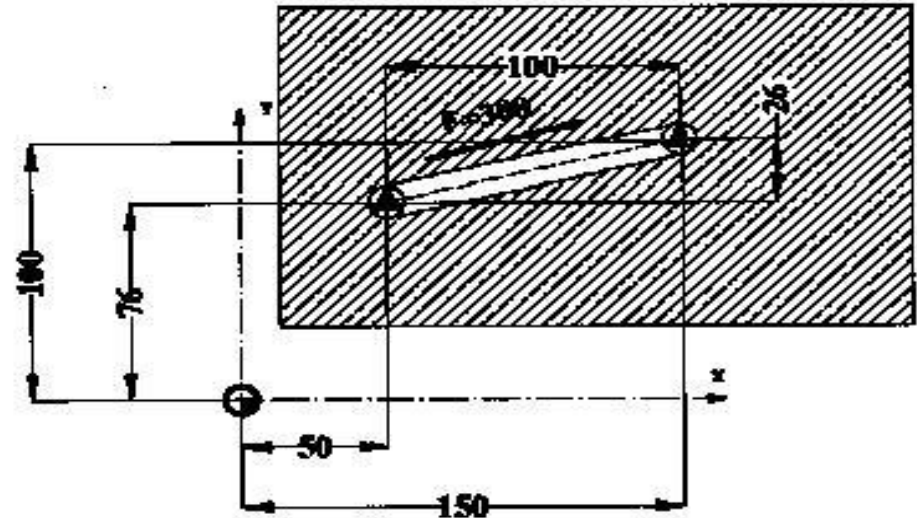
پردازشگر اصلی CNC در اولین مرحله ، میزان جابه جایی محورها را محاسبه و نتایج را در حافظه واسطه (Buffer Mem.) ذخیره می کند . در این مثال جا به جایی محور X ، 100 mm و محور Y ، 24 mm محاسبه خواهد شد . به این ترتیب اگر گام پیچ ساچمه ای (Ball Screw) محورها برابر 10 mm فرض شود ، موتور محور X باید 10 دور کامل و موتور محور Y باید 2.4 دور بزند . سیستم کنترل ، فرمان چرخش محور ها را در این لحظه صادر نمی کند و به جای آن ، میان یاب شروع به کار می کند.

در اینجا به بررسی چگونگی پردازش بلوک ها می پردازیم :

ابتدا یک مسیر ساده خطی را در نظر بگیرید . فرض کنید ابزار در موقعیت X150,Y100 قرار گرفته است و می خواهیم آن را به موقعیت X50,Y76 ببریم .

N160 G1 G90 X50 Y76

N165 X150 Y100 300



عملکرد واحد میان یاب

۲- اگر زمان حرکت هر محور به صورت کامل برای درایو (موتور) آن محور فرستاده شود و در انتها بازخورد (Feedback) جابه جایی به CNC ارسال نشود امکان اصلاح خطاهای احتمالی وجود نخواهد داشت. به همین علت میان یاب جا به جایی را به اجزای بسیار کوچکی تقسیم می کند.

این تقسیم بندی به چرخه زمانی (Cycle Time) بستگی دارد که در اطلاعات ماشین (Machime Data MD) تعریف شده است و تعداد آن معمولاً در حد 2 تا 10 هزارم ثانیه می باشد.

در ابتدای هر چرخه زمانی مقدار جا بجایی که به مقدار تنظیمی (Set Point یا Set value) معروف است محاسبه و برای درایو محور ارسال می شود.

در مثال فوق اگر چرخه زمانی را برای میان یابی 4 هزارم ثانیه در نظر بگیریم خواهیم داشت :

$$X \text{ Set Point} = 19.156 \mu\text{m}$$

$$Y \text{ Set Point} = 5.75 \mu\text{m}$$

وظیفه میان یاب عبارت است از :

۱- تعیین سرعت محورهای X و Y به نحوی که حرکت ابزار روی یک خط مستقیم تا نقطه 2 ادامه یابد و هر دو محور هم زمان به نقطه پایان مسیر برسند .
در مثال فوق (صرف نظر از لحاظاتی که محور ها شتاب مثبت و منفی دارند) سرعت محورها به صورت زیر محاسبه خواهد شد :

$$V_x = 287.348 \text{ mm/min}$$

$$V_y = 86.204 \text{ mm/min}$$

عملکرد واحد میان یاب

به این ترتیب خطاهای موجود در موقعیت ها با یک تاخیر زمانی معین اصلاح می شوند. بدیهی است آخرین مقدار تنظیمی را نمی توان اصلاح کرد، زیرا ورودی بعدی برای اصلاح حرکت قبلی وجود ندارد. ان خطا را خطای موقعیت یابی (Positioning) محورها می نامند. عملیات مذکور، که شامل محاسبات، ارسال مقدار تنظیمی، دریافت مقادیر واقعی، مقایسه و اصلاح موقعیت هاست، در 4 هزارم ثانیه تکرار می شود.

نکته: اگر اختلاف بین مقدار تنظیمی و موقعیت واقعی از تولرانس تعریف شده در MD بیشتر باشد اجرای برنامه متوقف خواهد شد. با توجه به یک مسیر دایره ای می توان حدس زد که وظیفه میان یاب در هنگام میان یابی دایره ای چقدر پیچیده تر و مشکل تر خواهد بود. زیرا میان یاب باید مقادیر تنظیمی X و Y را به گونه ای محاسبه کند که مختصات ابزار در معادله دایره تعریف شده، صدق کند.

یعنی در ابتدای هر چرخه زمانی، زمان حرکت محور X به اندازه 19.156μ و فرمان حرکت محور Y به اندازه 5.75μ صادر می شود. در پایان این مدت (4 هزارم ثانیه) بازخورد حرکت محورها از انکودر گرفته می شود و مقادیر تنظیمی مقایسه می گردد. به این مقادیر موقعیت واقعی X و Y گفته می شود. اختلاف این دو مقدار با تولرانس مجاز تعریف شده در MD مقایسه می شود اگر اختلاف این دو مقدار کوچکتر یا مساوی تولرانس تعریف شده باشد این اختلاف از مقدار تنظیمی (Set Point) بعدی کسر می شود.

فرض کنید مقدار واقعی (Accual Value) جا به جایی محور X برابر 18μ باشد، اختلاف این دو مقدار برابر خواهد بود:

$$18 - 19.156 = -1.156 \mu\text{m}$$

یک مقدار تنظیمی بعدی، برای محور X، برابر خواهد بود با،

$$\text{Set Point} = 19.156 - (-1.156) = 20.312 \mu\text{m} \quad X$$

و اگر مقدار جا به جایی واقعی محور Y برابر 6μ باشد، اختلاف این دو مقدار برابر خواهد بود:

$$6 - 5.75 = 0.25 \mu\text{m}$$

$$Y \text{ Set Point} = 5.75 - 0.25 = 5.5 \mu\text{m}$$

وظایف قابل برنامه ریزی در ماشین های تراش CNC :

۱ - روشن خاموش کردن موتور (محور اصلی)

در ماشین های CNC تراش سه نظام روی محوری به نام اسپیندل (Spindle) سوار شده است . اسپیندل به کمک یک موتور الکتریکی به گردش در می آید . روشن / خاموش کردن موتور در ماشین های CNC می تواند نیمه خودکار یا تمام خودکار باشد . نیمه خودکار:

این عملیات توسط یک سیستم خودکار با قدرت محرکه هیدرولیک ، نیوماتیک یا برق انجام می شود . اما شروع عمل ، موقوف به صدور فرمان (فشردن یک دکمه یا پدال) از جانب اپراتور است .

عملیات خودکار :

این عملیات طبق برنامه انجام می شود . سیستم کنترل ، کد این وظیفه را از برنامه می خواند و آن را تبدیل به مقادیر قابل فهم برای ماشین می کند .

۲- تعیین جهت دوران اسپیندل :

جهت دوران اسپیندل در ماشینهای تراش ، بسته به نوع عملیات ، می تواند موافق یا مخالف گردش عقربه های ساعت باشد . این تغییر جهت دوران در بعضی از ماشین های تراش CNC از روی تابلوی اپراتوری (OP) امکان پذیر است (بصورت نیمه خودکار) اما در تمام ماشین های CNC به کمک برنامه (به صورت تمام خودکار) می توان جهت چرخش را تعیین کرد .

۳- تعیین سرعت دوران اسپیندل :

در حال حاضر ، به کمک سیستم های کنترل دور ، سرعت دوران محور اصلی توسط CNC کنترل می شود (بصورت تمام خودکار) موتور محور اصلی می تواند DC (کنترل دور با تغییرات شدت جریان) یا AC (کنترل دور با تغییرات فرکانس) باشد . در ماشین های تراش CNC ، تغییرات سرعت دور اسپیندل با یک مدار باز خورد Feedback تحت کنترل لحظه ای داریو موتور می باشند . با این امکان می توان با قطرهای مختلف قطعه کار سرعت های دورانی مختلفی را به دست آورد.

وظایف قابل برنامه ریزی در ماشین های تراش CNC :

۴ - تعویض ابزار:

ابزارهای تراشکاری ، روی قطعه ای دیسکی بنام برجک (Tuart) سوار می شوند ، هر ایستگاه ابزار دارای یک شماره است و می توان به روش نیمه خودکار یا تمام خودکار ابزار موردنظر را فعال کرد.

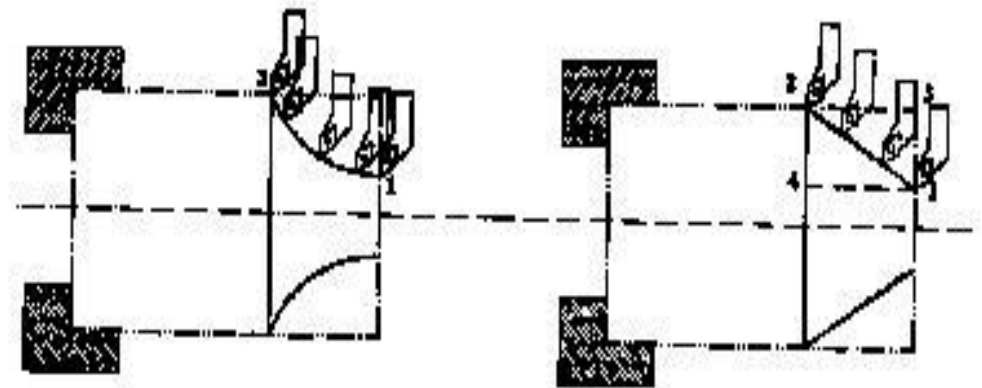
۵ - تعیین موقعیت روی دو محور در نقاط معین و دقیق :

ابزار گیر ماشین تراش CNC، روی دو سطح راهنما (Slider) که عمود بر یکدیگرند می شود و جاب جا می شود ، با کلیدهای موجود روی تابلو کنترل (بصورت نیمه خودکار) یا با وارد کردن مختصات یک نقطه در برنامه می توان موقعیت ابزار را به طور دقیق تعیین کرد (بصورت خودکار) . این موقعیت یابی (Position) به کمک سیستم کنترل موقعیت انجام می شود.

نحوه حرکت ابزار در CNC :

۶- تعیین مسیر حرکت ابزار :

ابزار در نقطه 1 مستقر است و می خواهیم آن را به نقطه 2 ببریم. روش های زیر ، در ماشین های CNC امکانپذیر است.



الف- حرکت خطی محور به محور :

ابتدا ابزار را به نقطه 3 و سپس به 2 ، یا ابتدا به نقطه 4 و سپس به 2 می بریم ، این حرکت ها مشابه عملیات روتراشی و پشتیبانی در ماشین های تراش دستی می باشند.

ب- حرکت خطی به صورت کنترل همزمان 2 محور (میان

یابی خطی): در ماشین های تراش CNC به کمک کنترل همزمان ۲ محور می توان مسیر مستقیم به ۲ را برای حرکت ابزار برنامه ریزی کرد (بصورت تمام خودکار) به این ترتیب می توان سطوح مخروطی را بدون نیاز به تجهیزات یا عملکردهای خاص (مانند انحراف و نمک در ماشین های دستی) تراشکاری کرد.

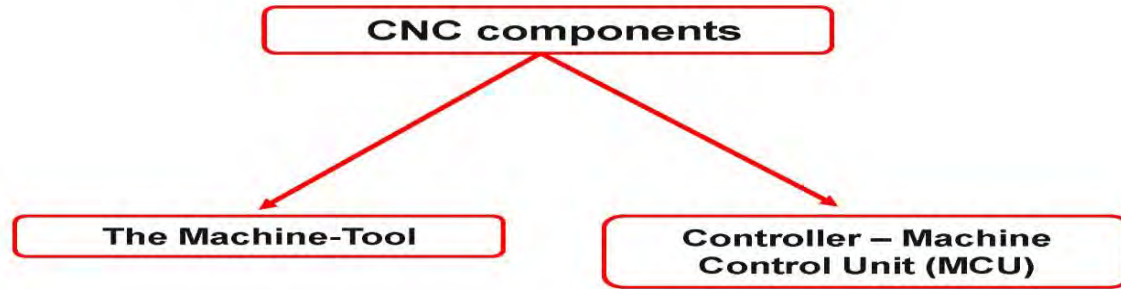
ج- حرکت دایره ای (میان یابی دایره ای) :

کنترل کننده های CNC می توانند همزمان حرکت ابزار را به نحوی روی دو محور کنترل کننده که نوک ابزار همیشه روی کمانی از یک دایره مشخص قرار داشته باشد ، به این ترتیب ایجاد شکل های بسیار پیچیده با برنامه نویسی CNC امکانپذیر است.

بخش های اصلی دستگاه CNC

CNC Components

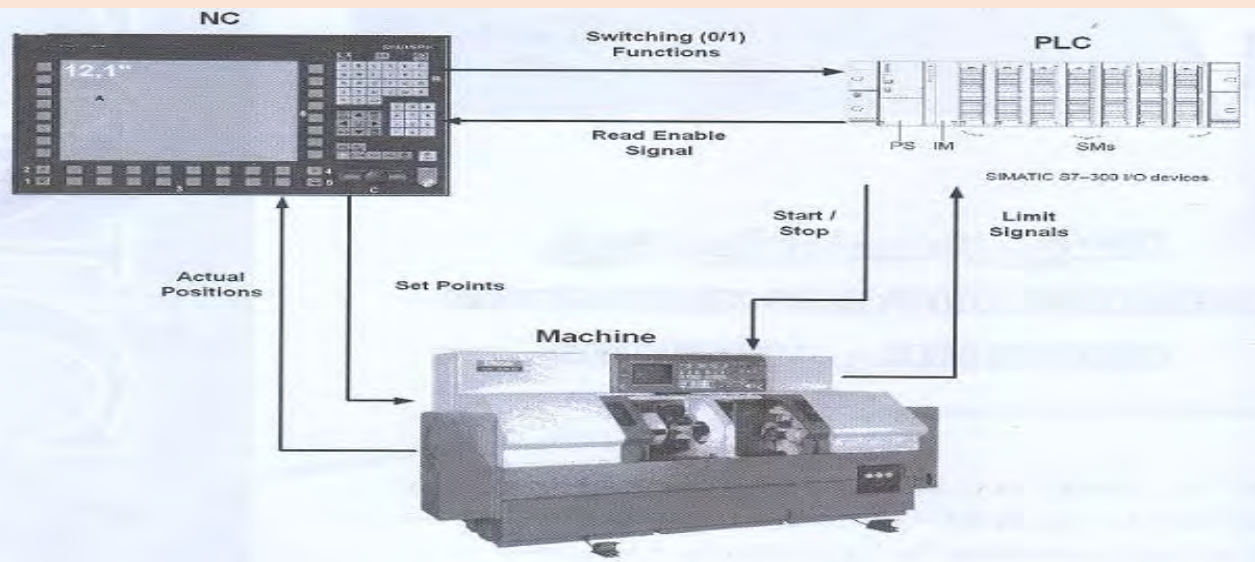
- A CNC machine consists of two major components:



NOTE MCU is an on-board computer
 MCU and Machine Tool may be manufactured by the same company
(W. S. Seames Computer Numerical Control: Concepts and Programming)

Laboratory for Manufacturing Systems and Automation
 Director: Professor George Chryssolouris
 Dr. Dimitris Mourtzis

2.5



ارتباط NC، PLC و ماشین

ماشین CNC از چند بخش تشکیل شده و ارتباط این بخش ها چگونه است ؟

هر ماشین CNC را می توان به سه بخش کنترل کننده عددی (NC) ، PLC و ماشین تفکیک کرد . این سه بخش ممکن است متعلق به سه شرکت مختلف باشند ، سازنده ماشین NC و PLC را خریداری و با ماشین تلفیق می کند.

بخش کنترل عددی (NC) :

• NC مغز متفکر و فرمانده اصلی مجموعه است و در بردارنده پردازشگر اصلی (CPU) ، حافظه ها ، درگاههای تبادل اطلاعات (با بخش های داخلی یا سیستم خارجی) ، میان یاب ، سیستم نمایش اطلاعات ، صفحه کلید و ... است .
وظیفه این بخش ، حفظ برنامه و سایر اطلاعات لازم پردازش اطلاعات صدور فرمان برای PLC و ماشین ، دریافت اطلاعات در مورد موقعیت واقعی (وضعیت فعلی) ماشین ، مقایسه با مقادیر تنظیمی و اصلاح خطا است .

به طور کلی وظایف PLC در یک ماشین CNC عبارتند از :

۱- دریافت زمان های Swieching (زمان هایی که حالت 0 یا 1 دارند) از CNC

۲- دریافت سیگنال های (Signal) مربوط به وضعیت های بحرانی ماشین از طریق سنسور ها ، سوئیچ های محدود کننده (Limit Sweich) و سوئیچ فشاری (Pressure Swiech)

۳- بررسی شرایط موجود براساس منطق تعریف شده در برنامه و تصمیم گیری برای اجرا و یا عدم اجرای دستورات فوق

مثالی برای بررسی نقش PLC

برنامه نویس PLC ، برنامه را به گونه ای طراحی می کند که با صدور فرمان روشن شدن اسپیندل (M3 یا M4) PLC موارد زیر را چک می کند

- در اصلی ماشین بسته باشد (ورودی مربوط ۱ باشد)
 - سه نظام کاملاً قطع کار را گرفته باشد (ورودی مربوط ۱ باشد)
 - مرغک در انتهای مسیر خود یا کاملاً با قطع کار در گیر سه باشد (یکی از دو ورودی مربوط 1 باشد)
- در صورتی که ورودی های فوق 1 باشند ، فرمان روشن شدن (اسپیندل به درایو موتور اسپیندل ارسال می شود (خروجی مربوط به درایو موتور اسپیندل در یکی از دو حالت موافق یا مخالف گردش عقربه های ساعت ، 1 خواهد شد)

به عنوان مثال ، یک ماشین تراش CNC را در نظر بگیرید . سازنده ماشین یک میکرو سوئیچ راروی در اصلی ماشین قرار داده است که تا هنگامی که این در کاملاً بسته شود ، یک علامت (Singnal) را برای PLC ارسال کند . یا اینکه فک های سه نظام این ماشین هنگامی که کاملاً قطعه کار را گرفتند ، مسیر افزایش علامت به ورودی PLC توسط یک سوئیچ فشاری باشد .

سیستم گیرشو ارسال علامت به ورودی PLC توسط یک سوئیچ فشاری می شوند .

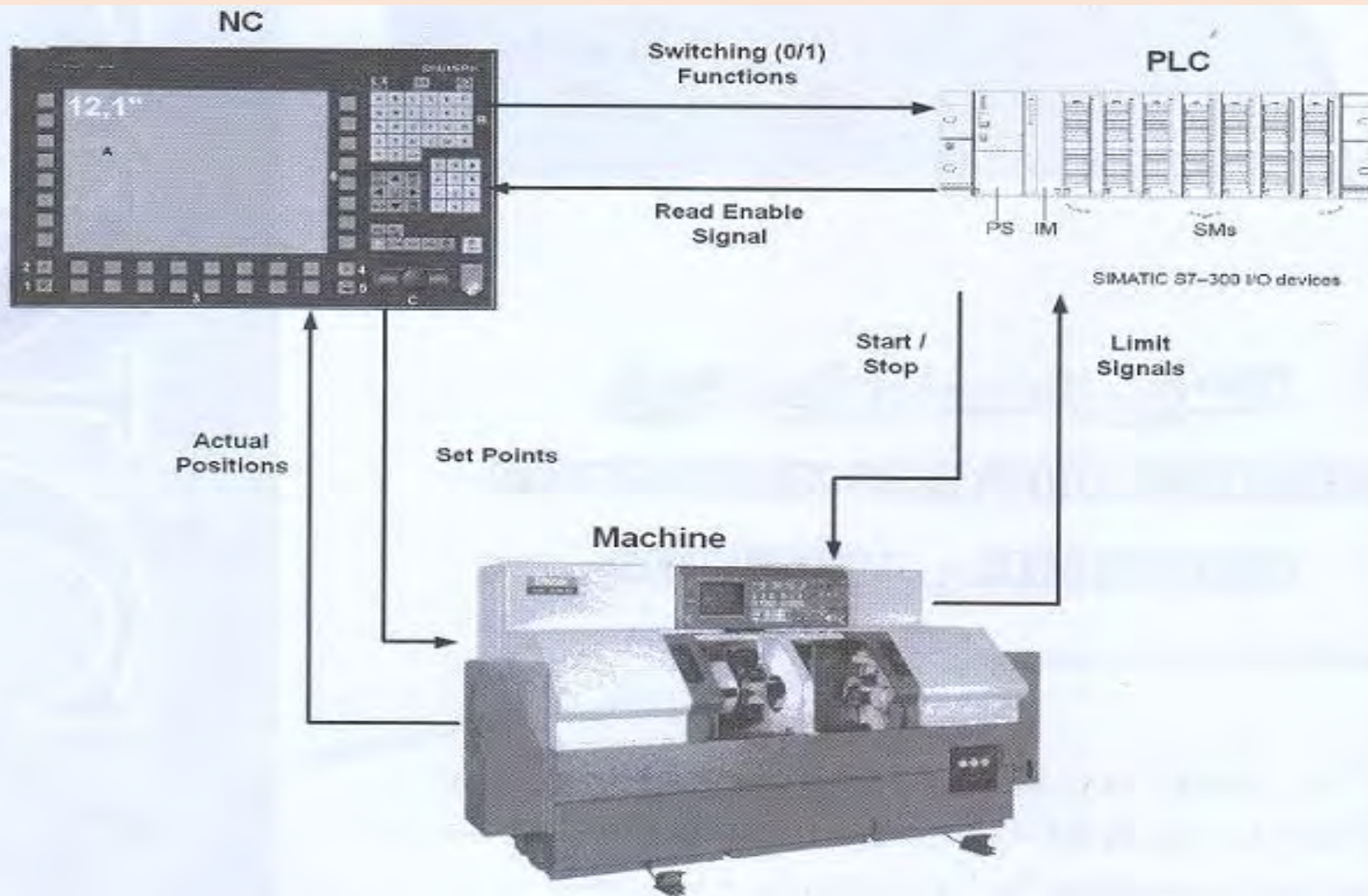
سیستم مرغک این ماشین نیز می تواند دو حالت داشته باشد :

- ۱- کاملاً در انتهای مسیر (Course) خود قرار گرفته است در ایتنحالت یک حسگر (Sensor) علامتی را برای PLC می فرستد.
- ۲- با قطعه کار درگیر شده و کاملاً آن را گرفته است . در این صورت یک سوئیچ فشاری علامت را برای PLC می فرستد .

بخش ماشین: (Machine)

به سایر اجزا مانند بدنه ، اسلایدها ، موتورها ، درایوها ، انکودر ها ، پمپ ها و ... ماشین گفته می شود که مجری فرمان های ارسالی از طرف NC و PLC است و در اجزا گزارش آن را برای PLC و NC ارسال می کند .

به عنوان مثال به اگر فرمان محور X صادر شود موتور X شروع به کار خواهد کرد . آخرین موقعیت محور به وسیله انکودر برای NC ارسال می شود و در دو انتهای محور سوئیچ های محدود کننده قرار گرفته اند . در صورتی که محور به یکی از این دو میکرو سوئیچ برخورد یک علامت برای PLC ارسال خواهند شد .



ارتباط NC، PLC و ماشین

**بین سه بخش - NC
 PLC-Machine
 ارتباط دو طرفه ای
 برقرار است**

۲-ارتباط PLC با Machine :

PLC فرمان های دریافتی از NC را با شرایط موجود در ماشین بر اساس منطق برنامه می سنجد و در صورتی که شرایط برقرار باشد فرمان اجرای آن دستورها برای ماشین ارسال می کند .

۱-ارتباط بین NC و PLC :

کنترل کننده عددی (NC) ، برنامه فعال شده برای اجرا را پردازش می کنند و دستورهای معروف به عملکردهای سوئیچینگ (Switching Function) را برای PLC ارسال می کند . این دستورها تنها دو حالت ، روشن یا خاموش ، باز یا بسته یا به عبارت دیگری 0 یا 1 را تعیین می کند . به عنوان مثال اسپیندل یا روشن است (M3 یا M4) یا خاموش (M5) ، همین طور سیستم خنک کاری یا فعال است (M8) یا خاموش (M9) ، تمامی این فرمانها برای PLC ارسال می شود .

۳-ارتباط ماشین با PLC :

ماشین از طریق سنسورها ، سوئیچ ها (محدود کننده یا فشاری) وضعیت های حیاتی یا بحرانی ماشین را برای PLC گزارش می کند . مثلاً اگر محور X به سوئیچ محدود کننده سخت افزاری (Hardware Limit Switch) بخورد علامتی برای PLC صادر می شود و PLC که در ابتدای هر چرخه زمانی ورودیها را کنترل میکند این علامت را دریافت می کند ، در برنامه PLC قید شده ، چنانچه این ورودی 1 شود ، باید کلیه بخش های متحرک ماشین متوقف شوند و سیستم در حالت توقف اضطراری (Emergency Stop) قرار گیرد. از آنجا که کلیه وضعیت های اصلی ماشین (حالت 0 یا 1 موتورها و ...) در اختیار PLC است . PLC می تواند کلیه این بخش ها را متوقف کند و در صورت لزوم ترمزهای اضطراری را نیز به کار اندازد.

۴-ارتباط NC با ماشین :

NC پس از پردازش بلوک ها ، نتایج محاسبات را در حافظه واسط (Buffer Memory) ذخیره می کند . ادامه می یابد در ادامه ، NC به کمک میان یاب ، جا به جایی ها را به مقادیر تنظیمی برای هر محور تقسیم و درایو موتور محور مربوط ارسال می کند . در پایان هر چرخه زمانی ، NC موقعیت های واقعی را از انکودر دریافت ، خطا را محاسبه و آن را اصلاح می کند .

۶- ارتباط PLC با NC :

PLC در صورت بزور اشکال در حین اجرای هر بلوک (مثلا بیش از حد مجاز بودن اختلاف بین مقادیر واقعی یا برخورد محور با میکروسوییچ محور محدود کننده) اجرا را متوقف می کند و پیغام خطا را روی صفحه ، نمایش خواهد داد .

نکته: در صورتی که کلیه دستورهای صادر شده از طرف NC بدون اشکال اجرا شوند ، PLC علامتی را به عنوان Read Enable Signal ، برای NC ارسال می کند . این علامت به معنای مجاز بودن NC به پردازش بلوک بعدی برنامه است .

۵-ارتباط ماشین با NC :

ماشین فرمان های صادر شده از طرف NC را اجرا می کند این فرمانها در مورد جابجایی محورها به شکل مقادیر تنظیمی برای درایو هر محور ارسال می گردند هم زمان با حرکت محورها ، موقعیت واقعی محور توسط انکودر اندازه گیری و برای NC گزارش می شود . در واقع ماشین ، موقعیت های واقعی محورها (Actual Position) را ، که توسط انکدرها خوانده می شوند ، برای NC ارسال می کند .

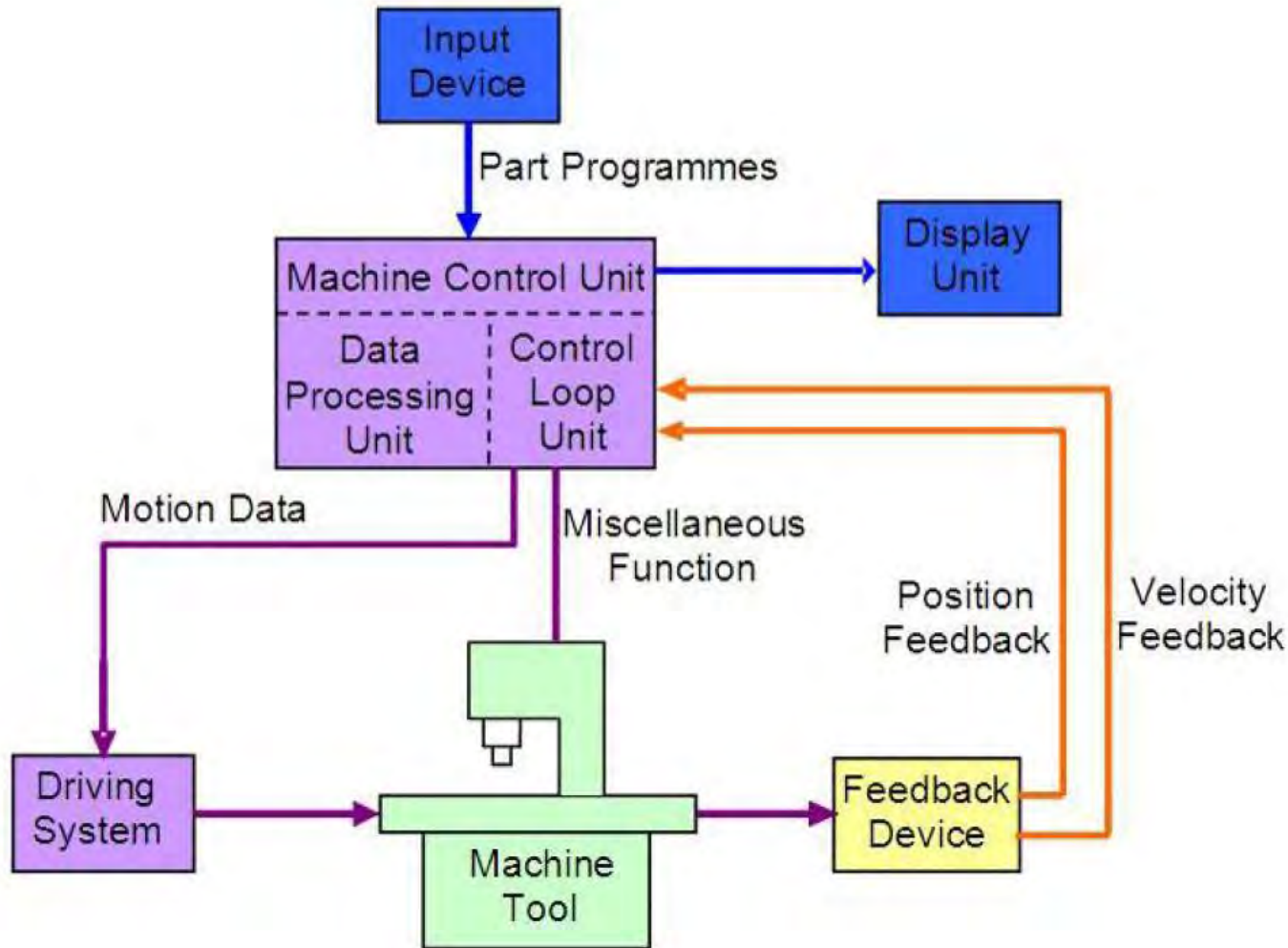
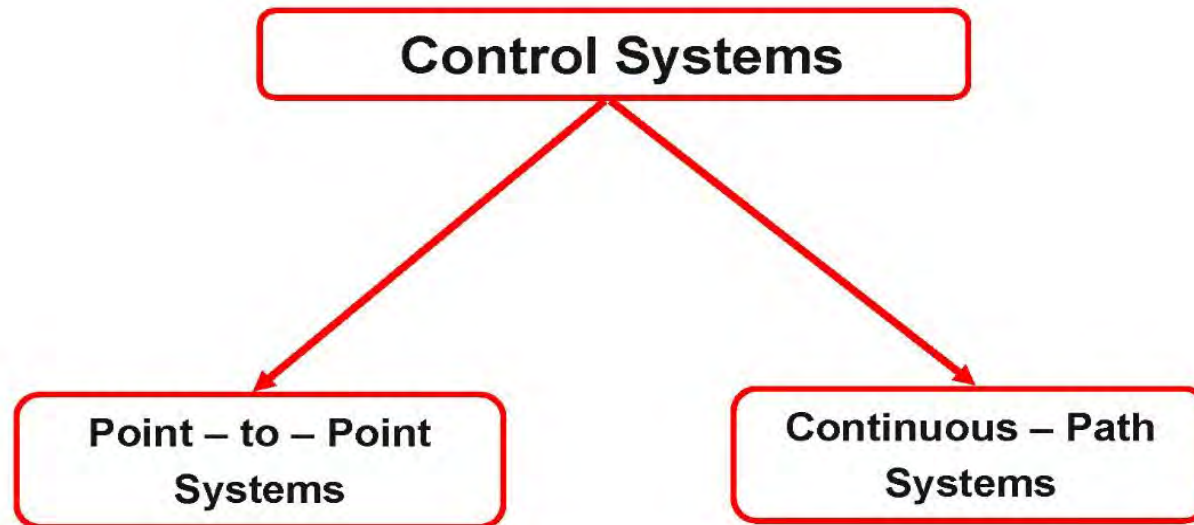


Fig.1-3 Working Principles of CNC Machines

اجزای کنترل
موقعیت و سرعت
دستگاه CNC و
سیستم های کنترلی

Types of Control Systems

- There are **two types of control systems** used on CNC machines:



انواع کنترل در ماشین

های CNC:

۱- کنترل نقطه به نقطه

(مکانی)

۲- کنترل خطی (مستقیم)

۳- حرکتی پیوسته

Types of Control Systems

Point – to – Point machines:

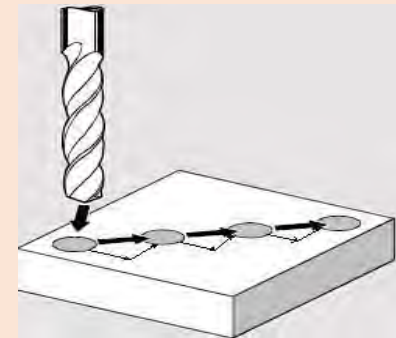
- I. Move in straight lines
- II. They are **limited in practical sense to hole operations**:
 - Drilling
 - Reaming
 - Boring etc
- III. Straight milling cuts parallel to a machine axis
- IV. When making an axis move all affected drive motors run at the same speed



Cutting of 45° angles is possible
BUT
not angles or arcs other than 45° angles

(W. S. Seames Computer Numerical Control: Concepts and Programming)

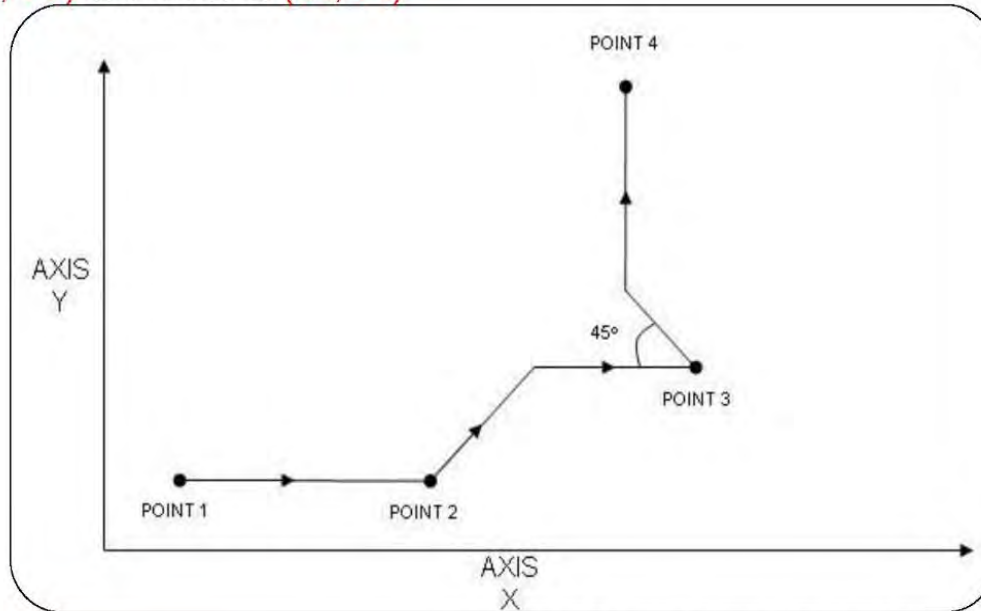
۱-در کنترل نقطه به نقطه، مسیر بین دو نقطه هدف مهم نیست و می تواند با هر سرعتی بین آنها جابجا شود.



Types of Control Systems

Point – to – Point machines example

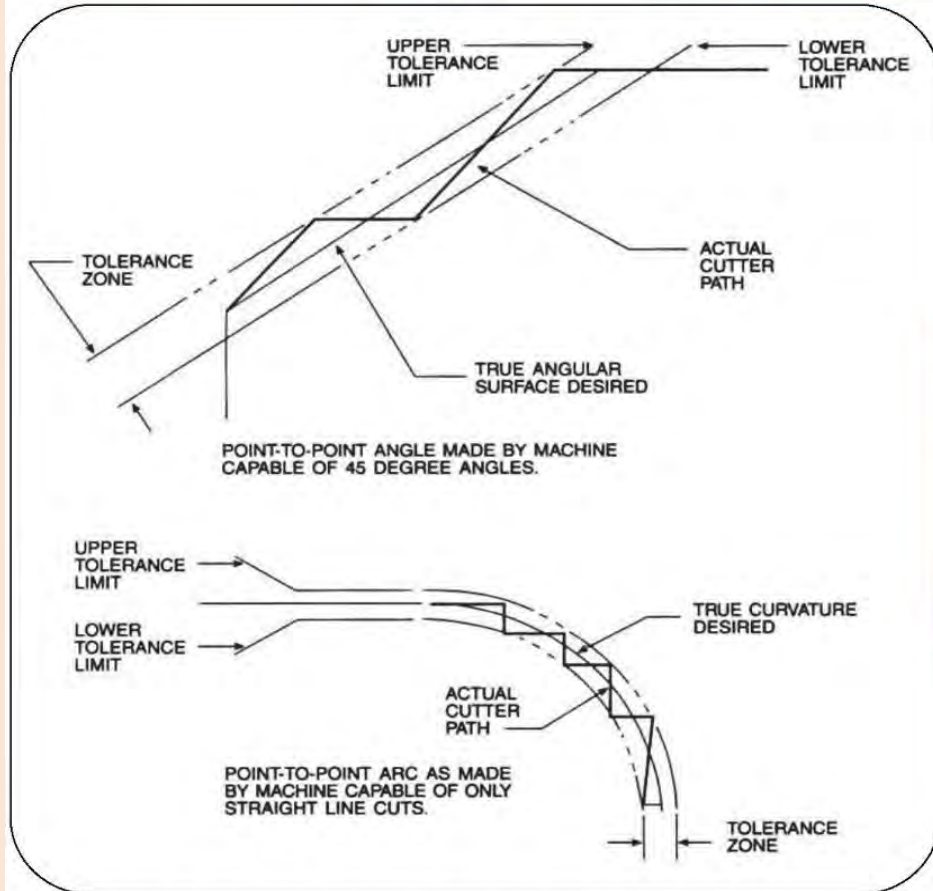
- Move to $(X1, Y1)$
- Move to $(X2, Y1)$
- Move to $(X3', Y3)$ where $X3' < X3$
- Move to $(X3, Y3)$
- Move to $(X4, Y4')$ and move to $(X4, Y4)$



(W. S. Seames Computer Numerical Control: Concepts and Programming)

۱- در کنترل نقطه به نقطه، مسیر بین دو نقطه هدف مهم نیست و می تواند با هر سرعتی بین آنها جابجا شود.

Types of Control Systems



Point – to – Point machines:

- Angle and arc segments must be programmed as a series of straight line cuts

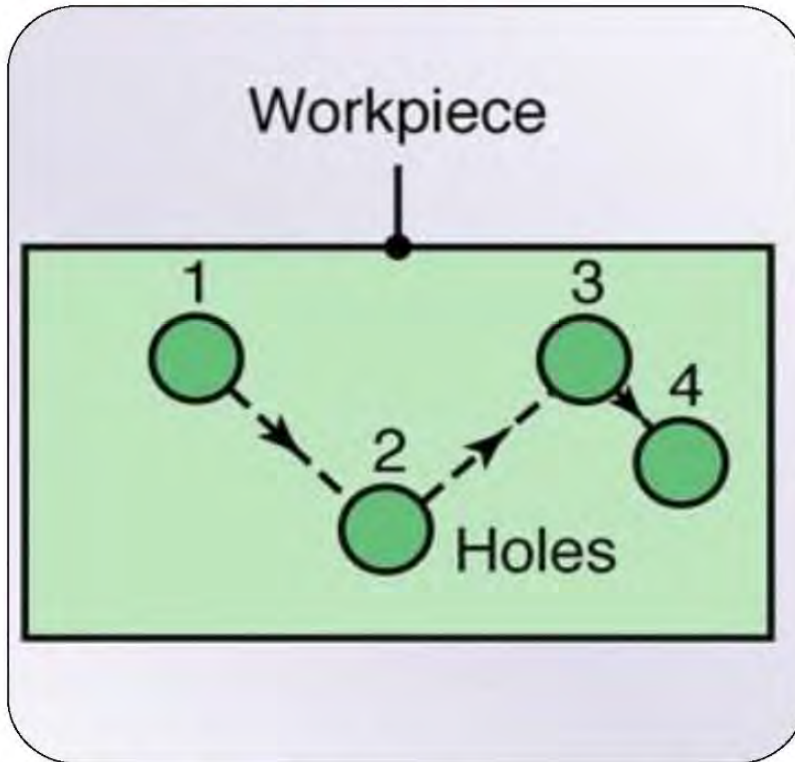
۱- در کنترل نقطه به نقطه، مسیر بین دو نقطه هدف مهم نیست و می تواند با هر سرعتی بین آنها جابجا شود.

Figure 2-2: Point – to – point angles and arcs

(W. S. Seames Computer Numerical Control: Concepts and Programming)

Types of Control Systems

Movement of Tools

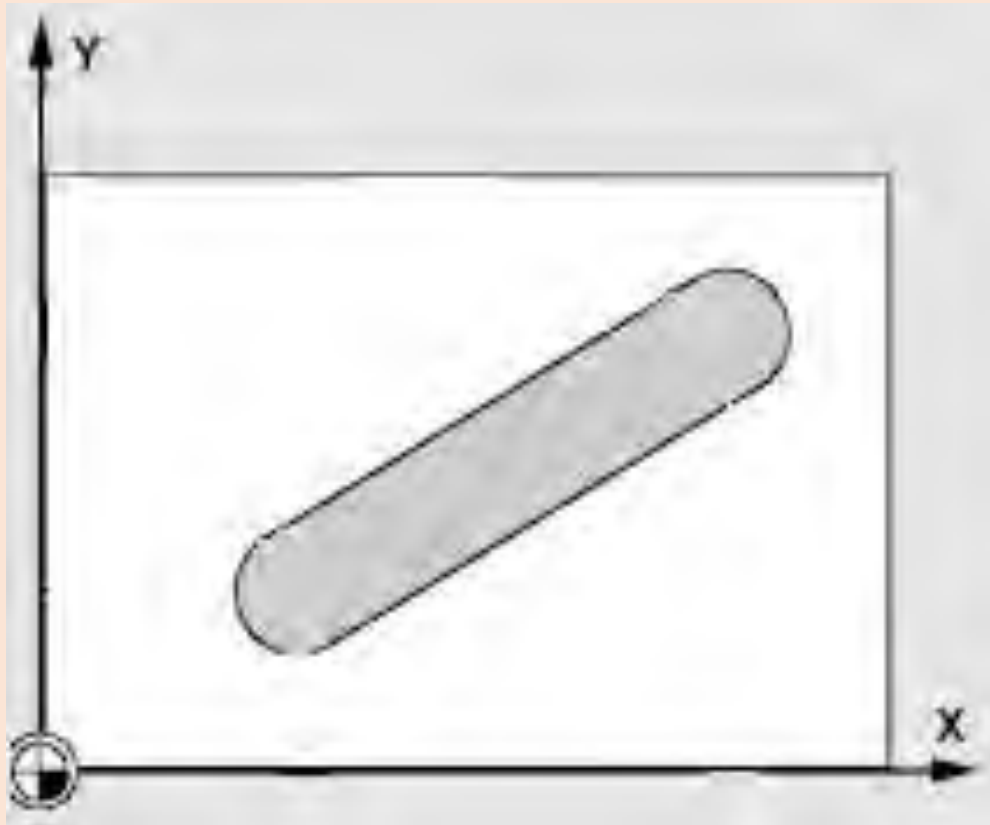


- **Point-to-point:** The drill bit drills a hole at position 1, then is retracted and moved to position 2 and so on

Figure 2-4: Point – to – Point tool movement

(Source: Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition, S. Kalpakjian and S. R. Schmid)

۱-در کنترل نقطه به نقطه، مسیر بین دو نقطه هدف مهم نیست و می تواند با هر سرعتی بین آنها جابجا شود.



۲- در کنترل خطی محور های

مختصات می توانند به طور

جداگانه و مستقل از یکدیگر به

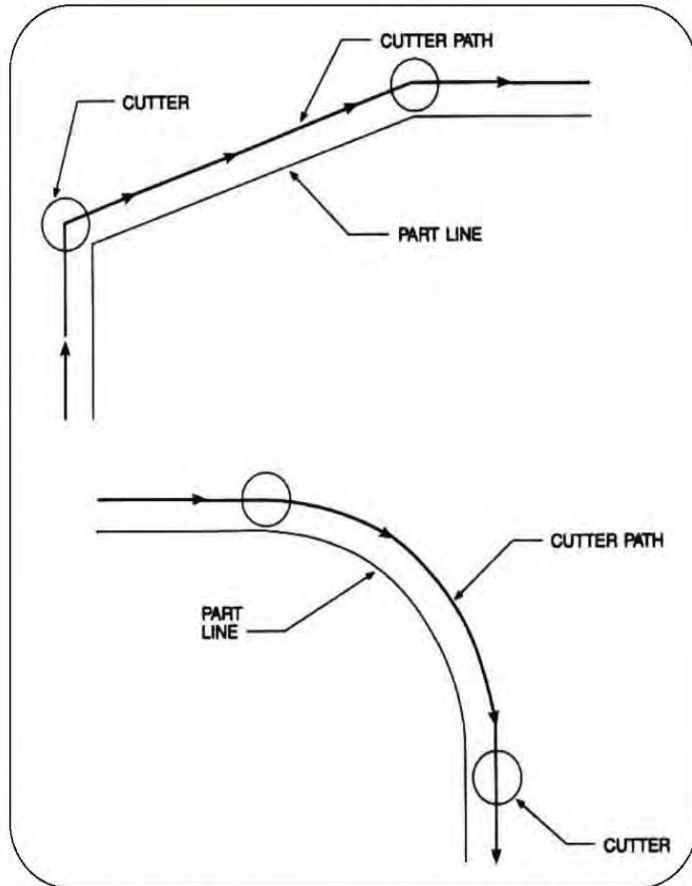
موازات یکی از محورهای مختصات

حرکت کنند.

این کنترل میتواند عملیات نقطه

به نقطه را نیز انجام دهد.

Types of Control Systems



Continuous - Path machines:

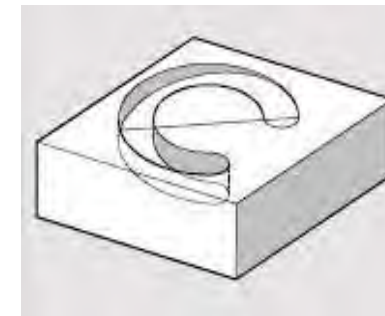
- Have the ability to move the drive motors at **varying rates of speed** while positioning the machine
- The cutting of arc segments and any angle can be easily accomplished

Figure 2-3: Continuous – path angles and arcs

(W. S. Seames Computer Numerical Control: Concepts and Programming)

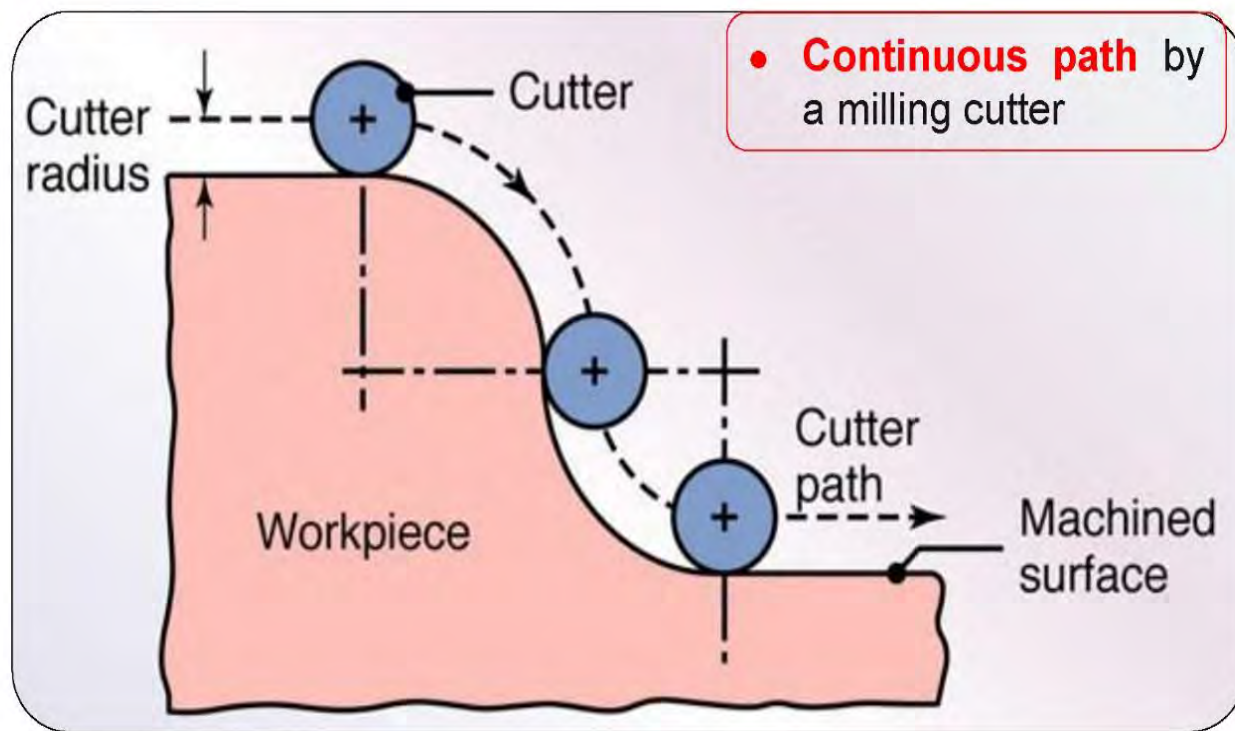
۳- کنترل پیوسته :

در این نوع کنترل که نسبت به دو نوع کنترل قبلی پیچیده تر و گران تر می باشد امکان حرکت برای هر ۳ محور به طور همزمان و مستقل از یکدیگر فراهم شده است.



Types of Control Systems

Movement of Tools



۳-در کنترل پیوسته :

در این نوع کنترل که نسبت به دو نوع کنترل قبلی پیچیده تر و گران تر می باشد امکان حرکت برای هر ۳ محور به طور همزمان و مستقل از یکدیگر فراهم شده است.

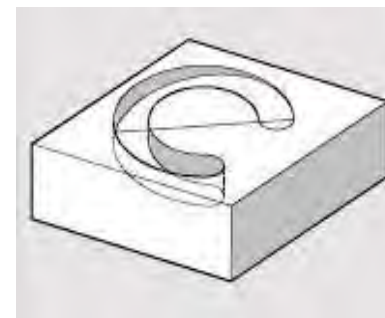


Figure 2-5: Continuous – Path tool movement

(Source: Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition, S. Kalpakjian and S. R. Schmid)

Types of Control Systems

- **Point – to – Point** Machines where common
- Their **electronics** where **less expensive** to produce
- The **machine tools** where **less expensive** to acquire
- Technological advancements have **narrowed the cost difference** between **point – to point** and **continuous – path** machines



Most CNC machines now manufactured are of continuous – path type

اجزای تشکیل دهنده بخش کنترل کننده موقعیت :

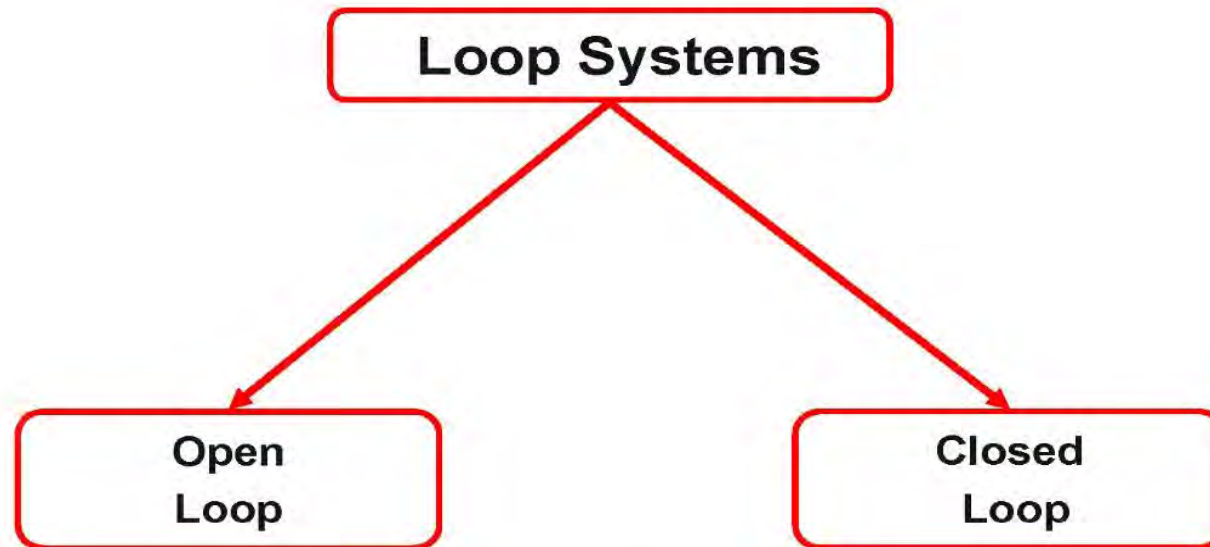
یکی از مهمترین توانایی های ماشین های CNC، کنترل موقعیت ابزار روی محور های تعیین شده است. برای کنترل موقعیت در ماشین های CNC از این تجهیزات استفاده می شود.

در بخش های بعدی در مورد این اجزا توضیح داده خواهد شد

- ۱- سطوح راهنما (Slider)
- ۲- پیچ های ساچمه ای
- ۳- موتورهای حرکت محورها
- ۴- تاکومتر
- ۵- انکودر (Encoder)

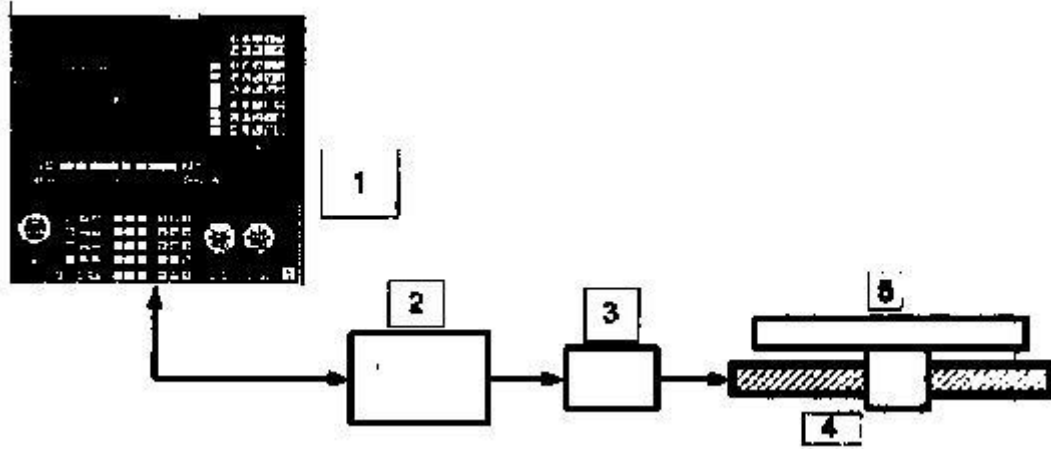
Loop Systems

- **Loop systems** are **electronic feedback systems** that send and receive electronic information from the drive motors



- The type of system used **affects the overall accuracy** of the machine
- **Open Loop** use **Stepper Motors**
- **Closed Loop** usually use **Hydraulic, AC and DC Servos**

Loop های
کنترلی



از این سیستم ، برای کنترل ماشین های ابزار آموزشی استفاده می شود.

مطابق شکل ، اجزای یک سیستم کنترل مدار باز ، عبارتند از :

۱-کنترل کننده عددی

۲- پالس ژنراتور

۳-موتور پله ای

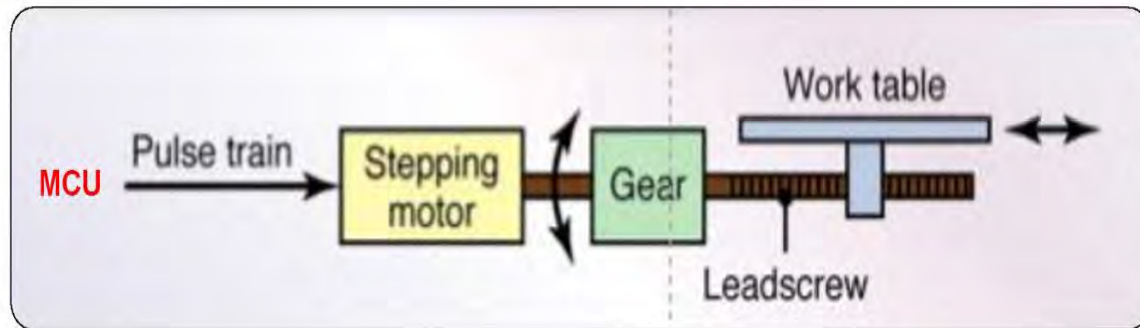
۴-پیچ ساچمه ای

۵-محور

الف - سیستم کنترل مدار باز (Open loop)

Loop Systems For Controlling Tool Movement

Open - Loop System



به عنوان مثال در یک برنامه CNC، میزان حرکت محور و سرعت پیش روی (F150,X300) تعریف شده اند. کنترل کننده باید مشخصات موتور پله ای (200 پالس بر دور) و گام پیچ ساچمه ای (5 میلی متر) را در اطلاعات ماشین بشناسد. پردازشگر CNC، ابتدا تعداد دوران های موتور پله ای را محاسبه می کنند

$$s = 300 / 5 = 60 \text{ دور}$$

با اطلاع از مشخصات موتور تعداد پالس ها را محاسبه نمود:

پالس $n = 60 * 200 = 12000$

سرعت ارسال پالس ها در واحد زمان (فرکانس پالس ها) معرف سرعت پیش روی خواهد بود:

$$t = 300 / 150 = 2 \text{ min (دقیقه)}$$

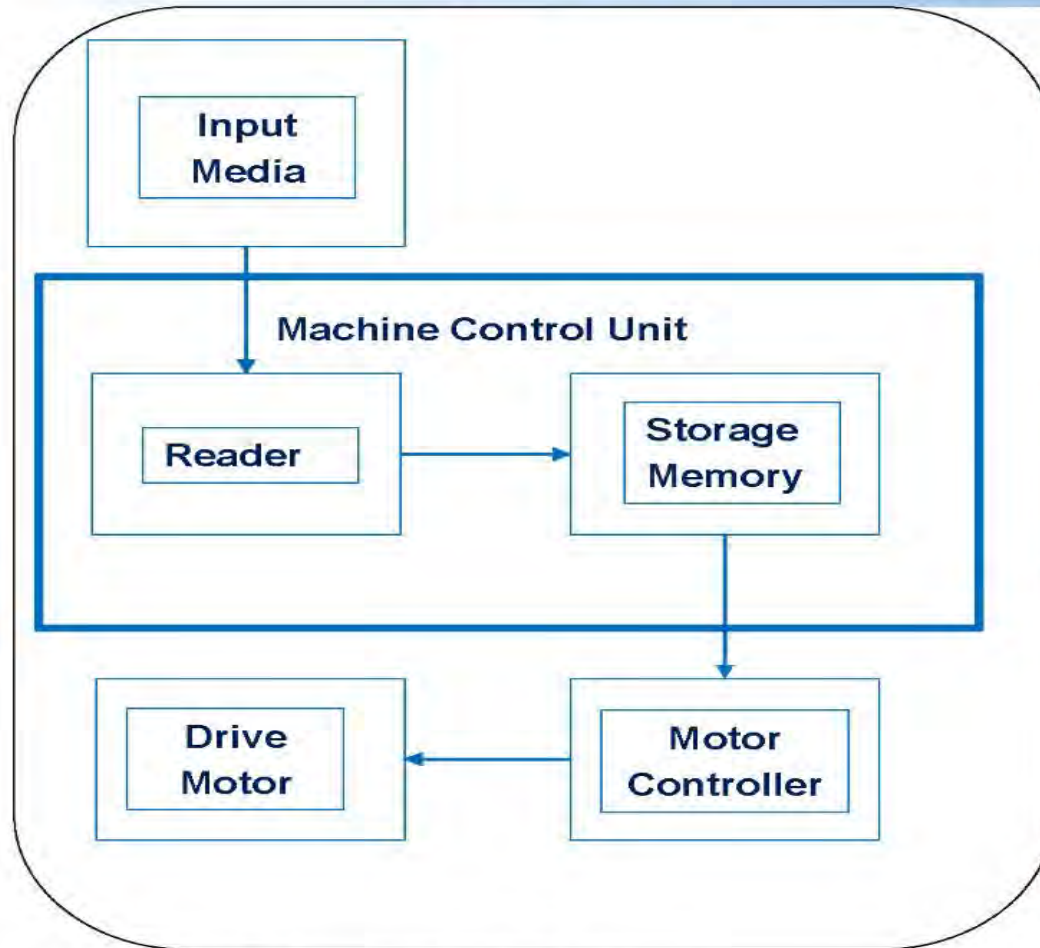
$$q = 12000 / 120 = 100 \text{ Hz}$$

فرکانس ارسال پالس

در سیستم کنترل مدار باز هیچ گونه بازخوردی از نتیجه عملکرد به کنترل کننده ارسال نمی شود صورت وجود خطا امکان اصلاح آن وجود نخواهد داشت.

Figure 2-6: An open-loop control system for a numerical-control machine
(Source: Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition, S. Kalpakjian and S. R. Schmid)

Loop Systems For Controlling Tool Movement



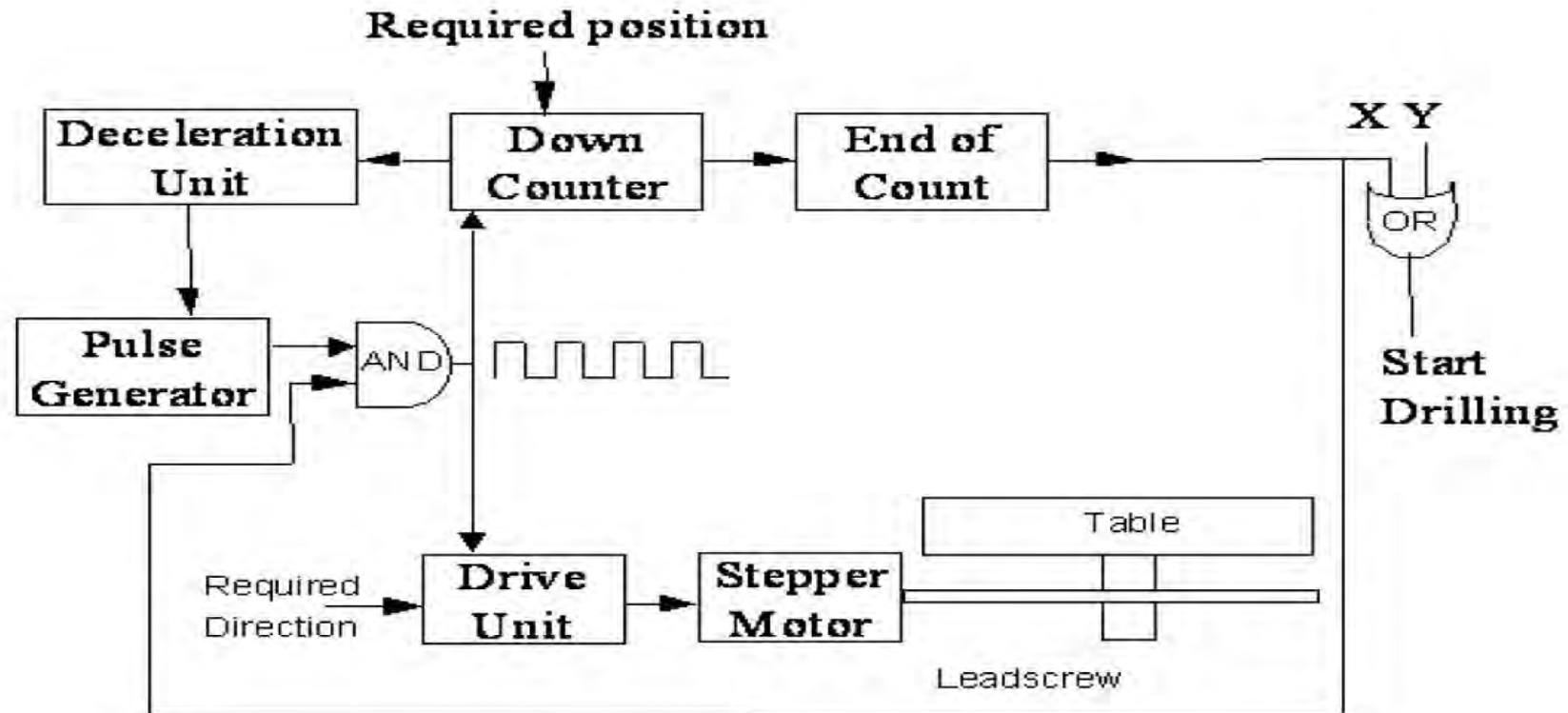
Open – Loop System:

- The machine receives its information from the **reader** and stores it in the **storage device**
- When the information is needed it is sent to the **drive motor (s)**
- After the motor has completed its move a signal is sent back to the storage device telling it **that the move has been completed** and the next instruction may be received
- There is ***no process to correct for error*** induced by the drive system

Figure 2-7: An Open – Loop system

Open loop control of a Point-to-Point NC drilling machine

NOTE: this machine uses stepper motor control

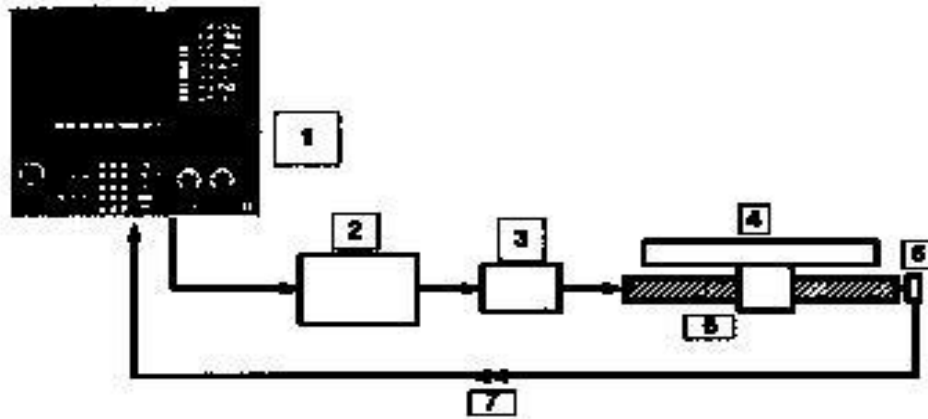


Loop Systems For Controlling Tool Movement

Open – Loop System

- An open loop system **utilizes stepping motors to create machine movements**. These motors rotate a ***fixed amount, usually 1.8°, for each pulse received***.
- Stepping motors are driven by **electrical signals coming from the MCU**. The motors are connected to the machine table ball-nut lead screw and spindle
- Upon receiving a signal, they move the table and/or spindle a fixed amount. The motor controller sends **signals** back indicating the motors have **completed the motion**

The feedback, however, is not used to check how close the actual machine movement comes to the exact movement programmed



اجزای این سیستم کنترل موقعیت عبارتند از :

1. کنترل کننده عدد NC
2. درایو موتور
3. Servo موتور
4. محور
5. پیچ ساچمه ای
6. انکودر
7. بازخورد

ب-سیستم کنترل مدار بسته (Close Loop) :

در سیستم کنترل مدار بسته ، در فواصل زمانی معین (در حد چند هزارم ثانیه) آخرین وضعیت محور به کمک انکودر اندازه گیری و به CNC گزارش می شود (وضعیت «هست» یا).
 (Actual pos) این مقادیر را با مقادیر تنظیمی (وضعیت «آنچه باید باشد» یا Set Point) مقایسه می کند ، خطای حاصل با توالانس مشخصی مقایسه می شود .

اگر این در محدوده توالانس مجاز باشد در استب بعدی (Set Point) در نظر گرفته می شود و اصلاح خواهد شد . اما اگر خطا از توالانس مجاز بیشتر باشد اجزای برنامه متوقف خواهد گردید .

Loop Systems For Controlling Tool Movement

Closed – Loop System

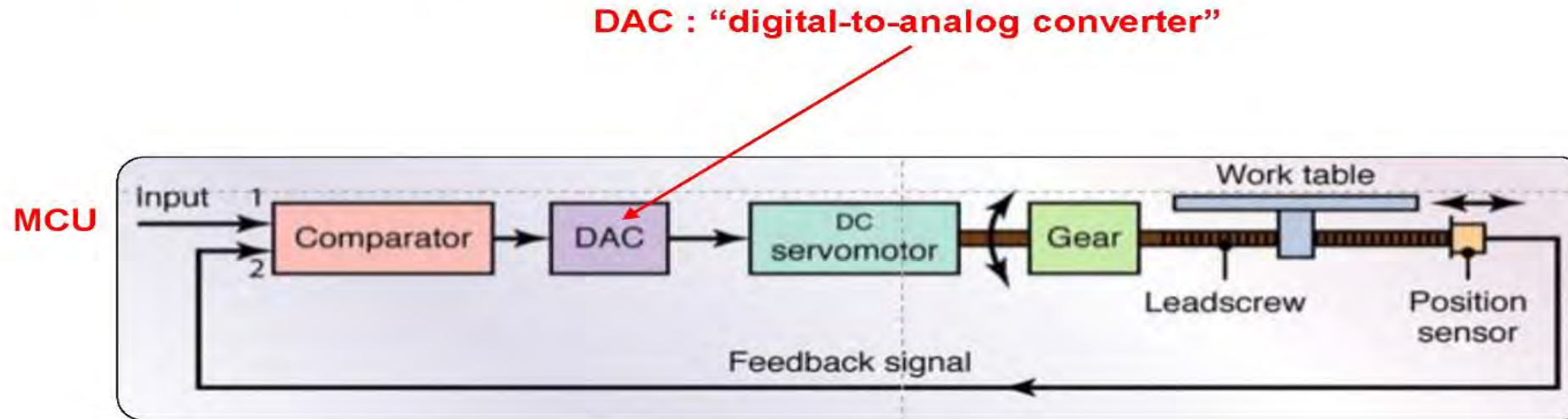


Figure 2-8: A closed-loop control system for a numerical-control machine

(Source: Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition, S. Kalpakjian and S. R. Schmid)

Loop Systems For Controlling Tool Movement

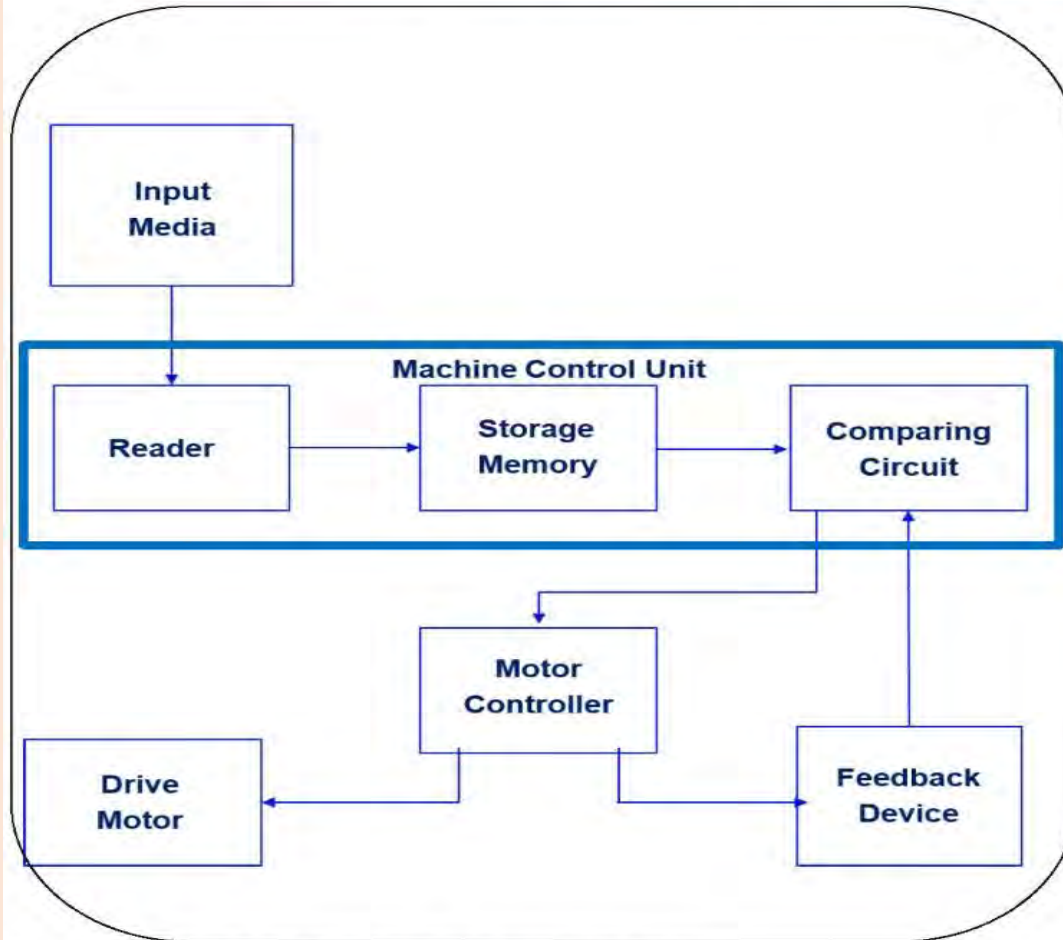


Figure 2-9: A Closed – Loop system

Closed – Loop System:

- The machine receives its information from the reader and stores it in the storage device
- When the information is sent to drive motor the motor's position is **monitored** by the system and compared to what was sent
- If an error is detected the necessary **correction** is sent to the drive system
- If the **error is large** the machine may **stop** executing the program for correcting the inaccuracy
- Most errors produced by the drive motors are eliminated
- **Advanced Stepper Motors make possible extremely accurate Open – Loop Systems and less HW**

Loop Systems For Controlling Tool Movement

Closed – Loop System

- Special motors called **servos** are used for **executing machine movements** in closed loop systems
- Motor types include **AC servos**, **DC servos**, and **hydraulic servos**. **Hydraulic servos**, being the most powerful, are used on large CNC machines. **AC servos** are next in strength and are found on many machining centers
- A servo does not operate like a pulse counting stepping motor. The speed of an AC or DC servo is variable and depends upon the amount of current passing through it
- The **speed** of a hydraulic servo depends upon the **amount of fluid passing through it**. The strength of current coming from the MCU determines the speed at which a servo rotates

(W. S. Seames Computer Numerical Control: Concepts and Programming)

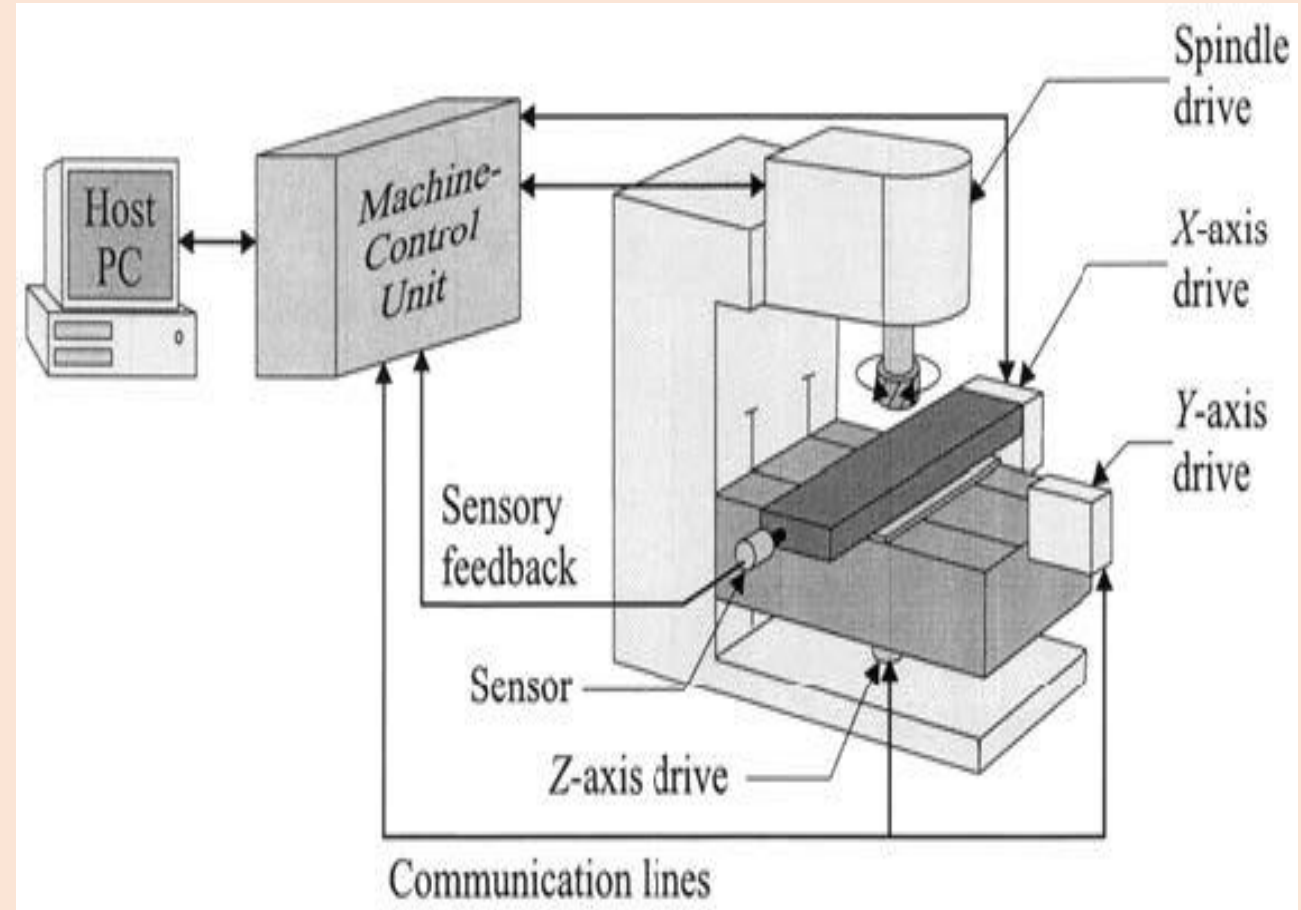
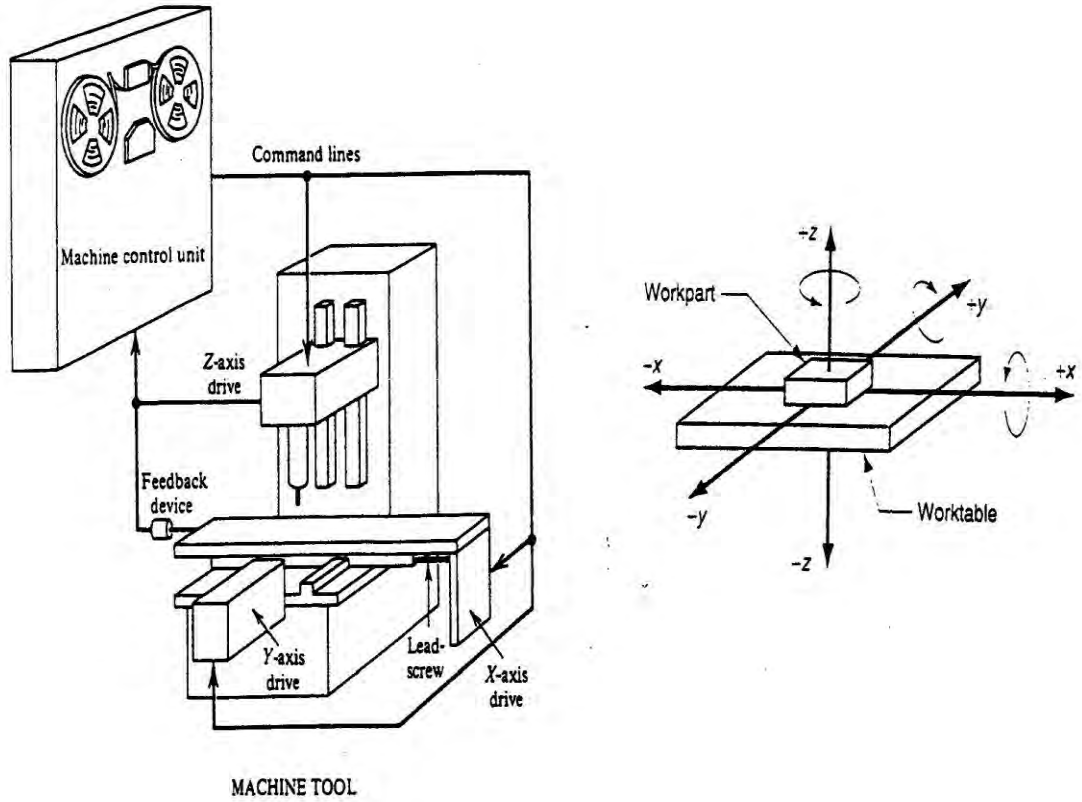
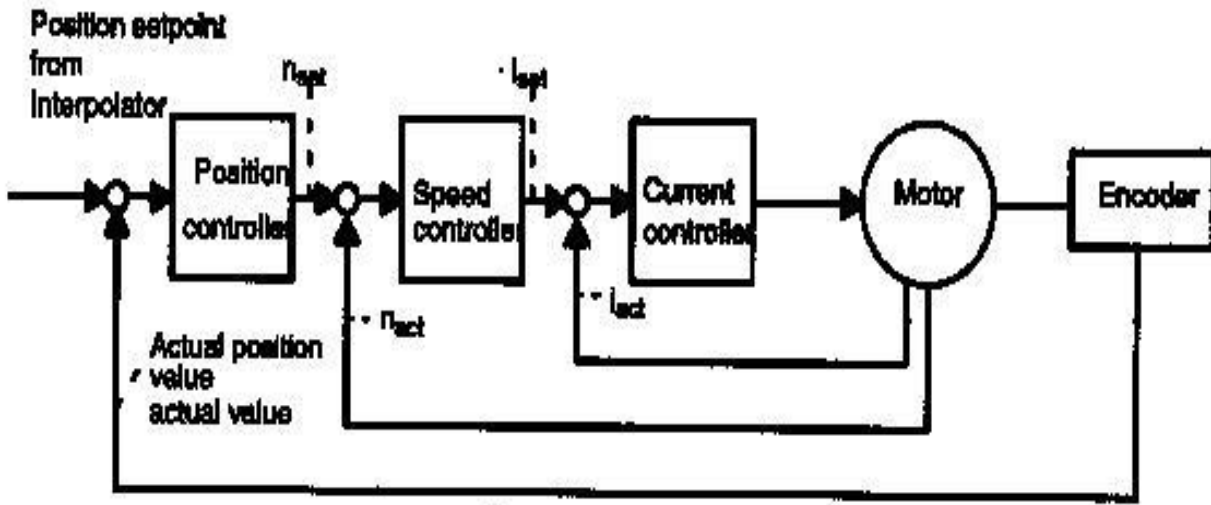


Figure 2. A typical numerical control system for a milling machine



حلقه های کنترل موجود در یک سیستم کنترل CNC

The closed-loop control of a machine axis consists of the cascaded closed-loop control circuits of current controller, speed controller and position controller.

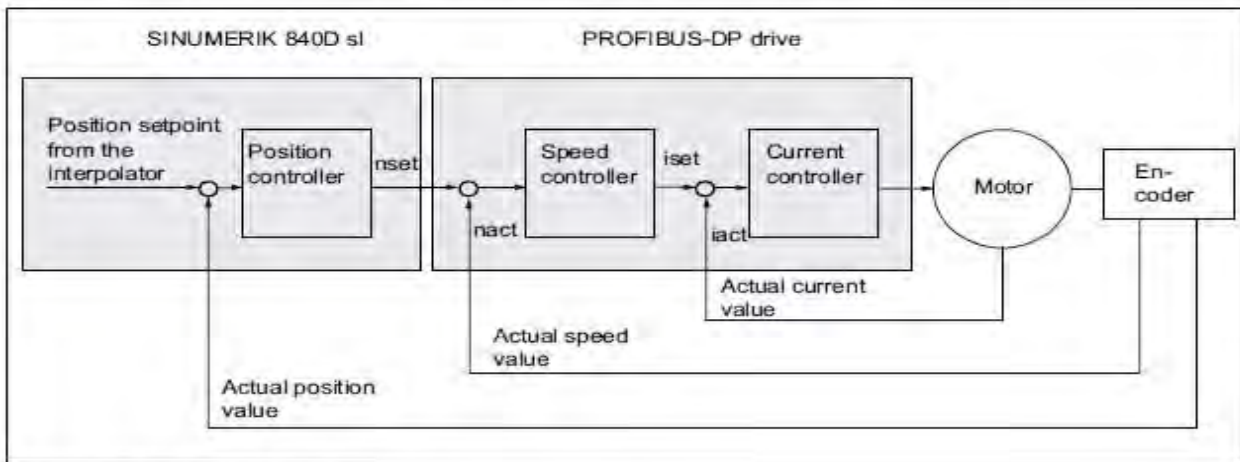


Figure 10-12 Control loops

مجموعه سیستم کنترل محور :

از چهار حلقه کنترلی تشکیل شده :

- حلقه کنترل جریان موتور (Current Control Loop)
- حلقه کنترل سرعت موتور (Speed Control Loop)
- حلقه کنترل موقعیت (position Control Loop)
- حلقه کنترل میان یابی (Interpolation Controller Loop)

✓ دو حلقه کنترلی میان یابی و موقعیت ، درون NC وجود دارند و حلقه های کنترلی دیگر ، درون Drive قرار گرفته اند .



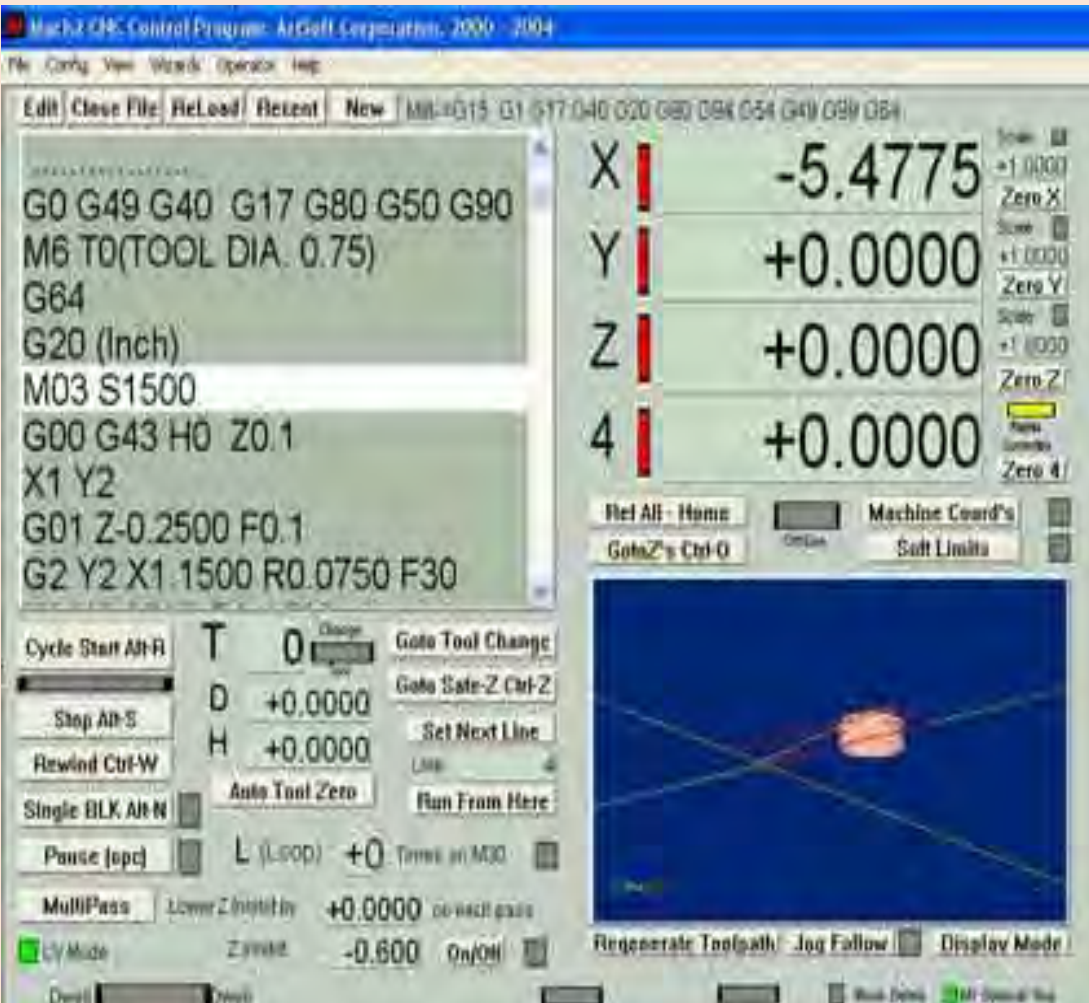
کنترلرهای مورد استفاده

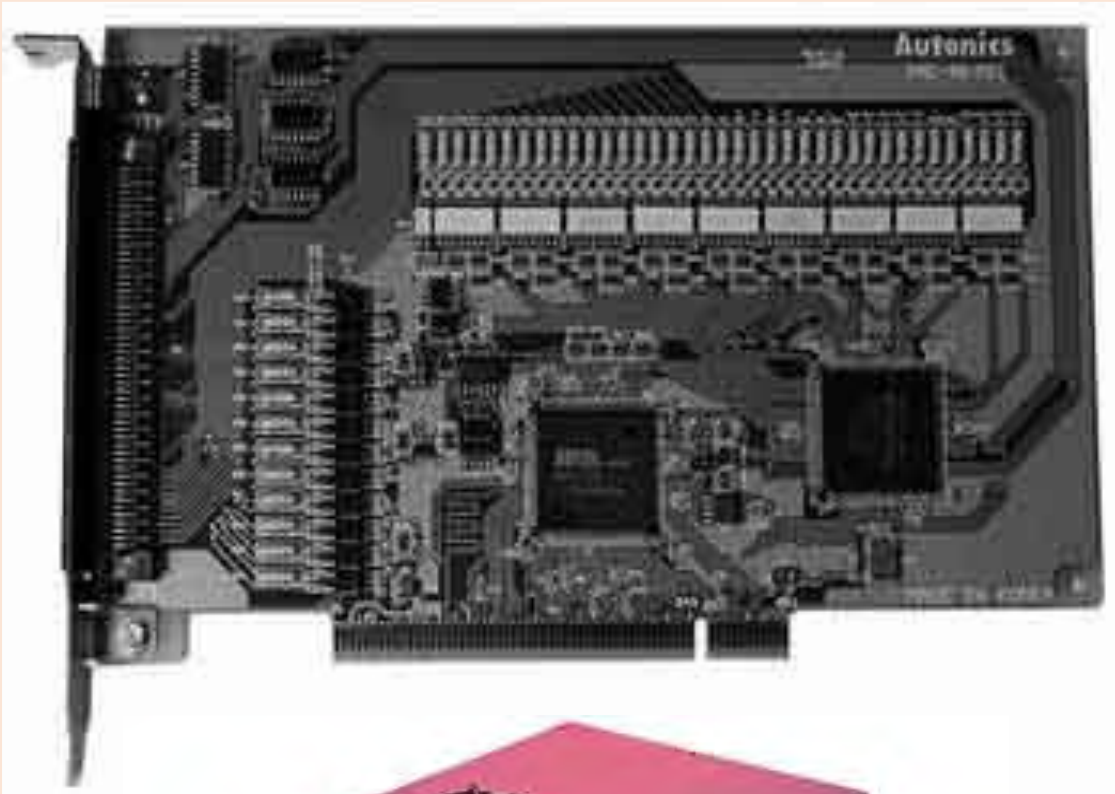
وظیفه اصلی کنترلر:

- وظیفه اصلی کنترلر فرستادن پالس به درایو موتورها می باشد . هر چه سرعت این پالس ها بیشتر باشد قدرت کنترلر بیشتر است البته باید توجه داشت که در محیط های صنعتی نویزهای فراوانی وجود دارد پس پروتکل های انتخابی برای انتقال دیتا باید کاملا صنعتی بوده و استانداردهای مربوطه رعایت شود . پالس فرستاده شده در حقیقت استپ بعدی حرکت را اعلام می کند این نکته می ماند که استپ بعدی حرکت در جهت چپ است یا راست پس ما باید توسط پالس دیگری اعلام کنیم که جهت استپ بعدی به کدام سمت است.
- درایوهای سروها دارای یک پین خطا می باشند و در صورتیکه به هر دلیل سیگنال فرستاده شده با دوران موتور مطابقت نداشته باشد یک آلام فرستاده می شود . این آلام باید توسط رشته سوم کابل به کنترلر فرستاده شود.

کنترلرهای موجود سه دسته هستند

- یک دسته از آنهاست که از کامپیوتر به عنوان محل پردازش استفاده می کنند. این کنترلرها با نام اینترفیس شان شناخته شده اند و معمولا از پورت (خروجی پرینتر) استفاده می کنند. نمونه این اینترفیس ها برنامه کی کم ، ماچ تری و ... می باشند. سرعت خروجی در این کنترلرها بسیار کم بوده و تابع سرعت کامپیوتر می باشند این نرم افزارها با مشکل تعداد ورودی خروجی ها جهت میکروسوئیچ ها ، امرجنسی و ... روبرو هستند. در عوض نرم افزارهایی با قیمت پایین می باشند که به راحتی کامپیوتر شما را تبدیل به یک کنترلر می نمایند. در شکل کناری اینترفیس کنترلر Mach3 را مشاهده می نمایید.
- در بعضی موارد برای استفاده از این کنترلرها از برد واسط الکترونیکی نیز استفاده می کنند. این برد در حقیقت نوعی افزایش دهنده تعداد ورودی و خروجی ها و همچنین نوعی بافر جهت کمک به تسریع و یکنواختی انتقال دیتا می باشند.





کنترلرهای موجود سه دسته هستند

- دسته دوم کنترلرهایی هستند که از بردهای الکترونیکی طراحی شده استفاده می کنند. در این کنترلرها عموماً از میکروها به عنوان پردازشگر بین ورودی خروجی ها و همچنین درگاههای سرو موتور و استپ موتورها استفاده می شود. این کنترلرها عموماً توسط پورت های USB یا سریال پورت به کامپیوتر وصل بوده و در حین عملکرد دستگاه این اتصال نباید قطع شود به دلیل اینکه پاره ای از محاسبات داخل کامپیوتر انجام می شود. ورودی و خروجی ها مانند میکروسوئیچ های محورها، امرجنسی و ... در کنترلر بررسی میشود. سرعت این کنترلرها بالاتر از مدل های قبلی می باشد و دارای قیمت بالا می باشند. به عنوان مثال کنترلر پاور اتومیشن ایتالیایی بوده و دارای کامپیوتر صنعتی بر روی کنترلر خود می باشد

کنترلرهای موجود سه دسته هستند

- سومین خانواده کنترلرها که جزء قدرتمندترین کنترلرها محسوب می شوند دارای پردازشگر داخلی هستند و با کامپیوتر PC ارتباط مستقیم ندارند. اکثر توابع در این کنترلرها به صورت سخت افزاری ایجاد شده اند لذا دارای سرعت بسیار بالایی می باشند. ساختار داخلی این کنترلرها PLC می باشد و قیمت آنها نیز بسیار بالا می باشد نمونه این کنترلر فانوک است که بر روی بزرگترین و پیچیده ترین CNC های جهان نصب شده است. از آنجاییکه این کنترلرها PC نداشته و فقط Gcode را به صورت دستی یا با استفاده از CoolDisk فلش و ... می پذیرند لذا تابع سرعت کامپیوتر، سرعت و قدرت نرم افزارها و یا ورژن آنها همچنین تابع Dos و Windos و Linux و ... نیستند.



Controllers

CNC controllers manufacturers



- Fanuc
- Bridgeport
- Haas
- Cincinnati Milacron
- Mitsubishi
- Siemens

انواع سیستم های
کنترل از شرکت های
مختلف :

Figure 2-1(a): A Fanuc CNC Controller

(Source: <http://www.fanuc.co.jp/>)

Controllers

CNC controllers manufacturers market share

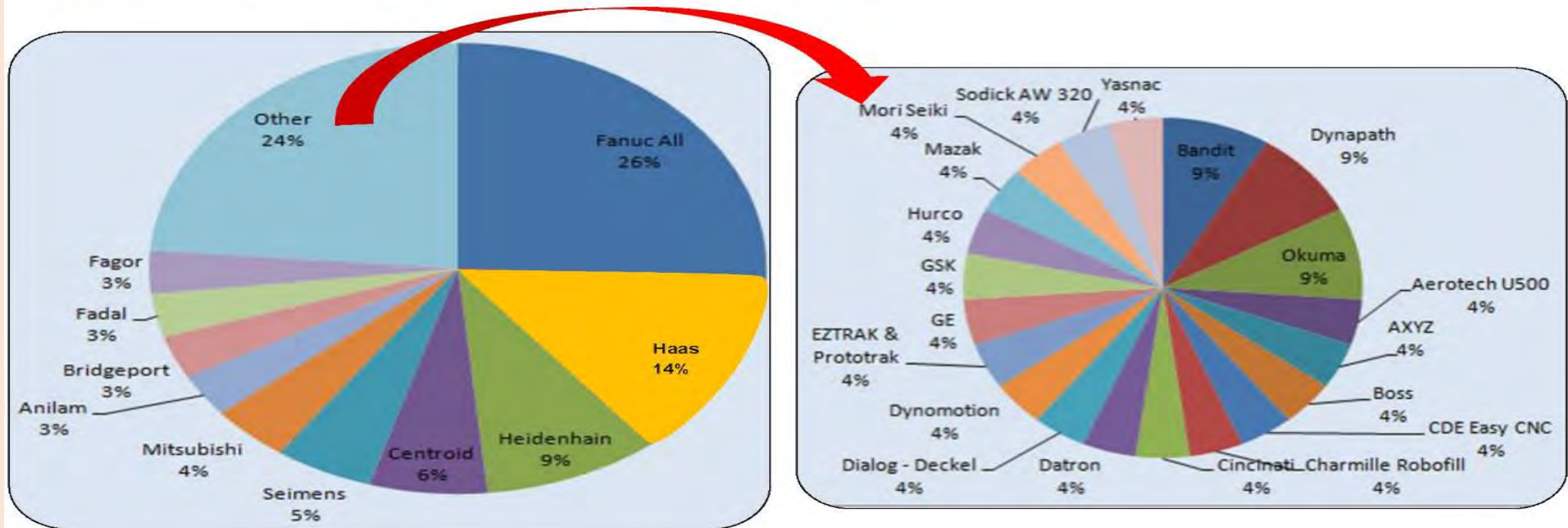


Figure 2-1(b): CNC controllers manufacturers market share survey, FANUC owns the largest share 26%

(Source: cnccookbook.com)

ب- شرکت هایدن هاین :

این شرکت کنترل کننده های خود را به عنوان TNC عرضه می کند .

TNC 530 ؛ آخرین مدل کنترل کننده شرکت هایدن هاین

سری 400 - سری 300- سری 100

این کنترل کننده ها علاوه بر زبان H ، به زبان ISO نیز برنامه نویسی می شوند و فقط در ماشین های فرز ستنز استفاده می شوند .

ج - شرکت فانوک (GE Fanuc)

کنترل کننده های این شرکت برای ماشین های تراش فرز و سنگ و ... استفاده می شود .

سری جدید ... , 210 / 21 160 / 16

سری 15 M / 15 T

سری OT / OM

د - شرکت فیدیا (Fidia)

کنترل کننده های این شرکت برای کارهای قالب سازی بیشترین کاربرد را دارند .

الف - شرکت زیمنس (Siemens)

شرکت زیمنس ، کنترل کننده های CNC خود را با عنوان

Sinumerlk معرفی می کند :

سری 810/840D :

جدیدترین کنترل کننده های CNC (از نوع PC base)

که برای کنترل انواع ماشین های تراش ، وز - سنگ ، سنتر

، ماشین مخصوص و ... مورد استفاده قرار می گیرد .

سری 800 :

کنترل کننده انالوگ که تا حدود سال 1993 تولید می

شوند .

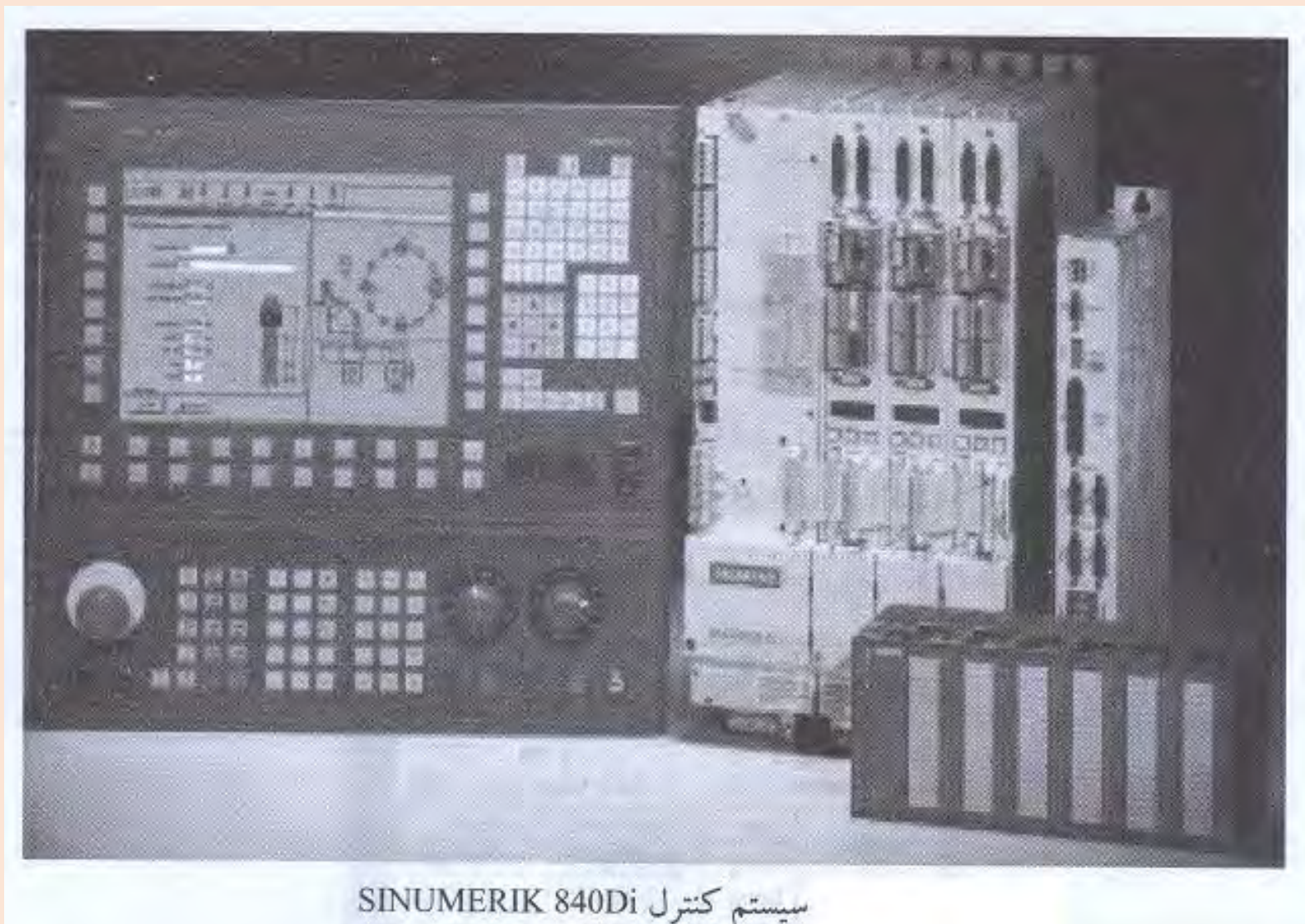
System 8 / System 3 :

این دو ، مدل های قدیمی تر کنترل کننده SINUMERIK

می باشند .

الف - کنترلرهای شرکت زیمنس (Siemens)

- با توسعه کامپیوترهای شخصی (pc ها) و افزایش قدرت آنها ، شرکت سازنده CNC به سیستم های کنترل بر مبنای کامپیوتر شخصی (Pc Bace) روی آورده تا ضمن افزایش قابلیت ها و قدرت سیستم کنترل ، به میزان انعطاف پذیری آنها بیفزاید .
سیستم کنترل SINUMERIK 840 c اولین مدل این گروه است که با درایوهای آنالوگ کار میکند و plc به کار رفته در آن از نوع S5 است .
- به فاصله کوتاهی پس از سیستم های کنترل SINUMERIK 840 C سری جدید از سیستم های کنترل CNC با ویژگی های دیجیتال ارائه شد و تحول چشمگیری را در زمینه ساخت این سیستم ها به وجود آورد . این سیستم ها کنترل با درایوهای دیجیتال و PLC S7 ، کنترل ماشین های با تعداد محور زیاد (تا 31 محور) دو ماشین های سرعت بالا (High Speed) را فراهم کردند . این سیستم ها با نام ها زیر مشخص می شوند **SINUMERIK 810 / 840 D /840 Di** .



سیستم کنترل Di SINUMERIK 840

معرفی کنترلر
SINUMERIK 840Di
زیمنس

مشخصات
کنترلر
840Di
زیمنس

SINUMERIK
PCU (به صورت
استاندارد)

ظرفیت حافظه
اصلی 2.5 MB

حداکثر محورهای
کنترل شونده : 18
محور

حداکثر اسپیندل
های کنترل شونده :
18 اسپیندل

امکان ماشین کاری سطوح
شیب دار با استفاده از قالب
دوران در فضا (به صورت
استاندارد)

حداکثر محورهای هم سرعت (سنکرون شده) برای ماشین های دروازه ای (Gasntry) سه جفت محور (به صورت انحنائی)

کنترل اسپیندل به صورت
دیجیتال و آنالوگ (به
صورت استاندارد)

امکان استاندارد از
جعبه دنده با 5
دنده

امکان استفاده از
جعبه دنده
خودکار

توقف اسپیندل در زاویه
معین (Oriented
Spindle Stop)

تعریف حداقل و
حداکثر سرعت
اسپیندل

امکان انتخاب
سرعت برشی
ثابت (G 96)

کنترل اسپیندل از
طریق PLC (موقت
یابی و نوسان)

مشخصات
کنترلر
840Di
زیمنس

تغییر اسپیندل به
یک محور چرخشی

پیچ تراشی با گام
ثابت و متغییر

حداکثر محورهای قابل
میان یابی : محور برای
840 DiE و 12 محور
برای 840 Di

امکان میان یابی
حلقوی

Cspline , Aspline ,
Bspline (به صورت
انتخابی)

Transmit ؛ فرز
کاری سطوح جانبی
استوانه ها

بسته ماشین کاری 5
محور ، فقط برای 840
Di

امکان پانچ و
نیبلینگ D

مدیریت برنامه ها و
قطع کارها روی
حافظه NCK

مدیریت برنامه ها و
قطع کارها روی
حافظه سخت

حداکثر تعداد پوشه
قطع کارها : 310
پوشه

قابلیت های ویرایشی (Editor)
مانند Copy / Insert ؛
حفاظت بلوک ها در تغییرات ،
ویرایش هم زمان دو برنامه و ...

پشتیبانی سیکل ()
به Cycle Support)
صورت انتخابی

مشخصات کنترلر
840Di
زیمنس

کدهای اجرائی MDI (انتخابی)
، TEACH – IN ، AUTO
(انتخابی) ، REPOS (انتخابی)
PRESET و JOG

تعداد ابزارهای قابل (T) در
وضعیت بدون مدیریت ابزار
: 600 ابزار

تعداد ابزارهای قابل (D) در
وضعیت بدون مدیریت ابزار
: 1500 ابزار

جبران شعاع ابزار به صورت سه
بعدی (به صورت انتخابی)

امکان استفاده از صفحه کلید
کامل (به صورت انتخابی)

تاریک سازی صفحه نمایش

سطوح حفاظت از اطلاعات :
8 سطح

جبران لقی های پیچ (Ball
Screw Backlash
(Compensation

PLC به کار رفته :
SIMATIC (Integratud
S7 – 300 CPU 315 – 20
DP

تجهيزات مختلف الكتریکی دستگاه CNC

تجهيزات اصلي
الكتریکي هر ماشين
CNC
(مدل 840 D / Di
زيمنس)

1 - موتور ها Motors

2 - درايوها Drives

3 - منبع تغذيه درايوها Drive Power Supply

4 - تجهيزات فيلترينگ و حذف نويز

5 - واحد كنترل عددي Numeric Control CNC

6 - كنترل منطقي قابل برنامه ريزي (PLC – Programmable Logic Controller)

7 - تجهيزات اندازه گيري سرعت و موقعيت (Encoder)

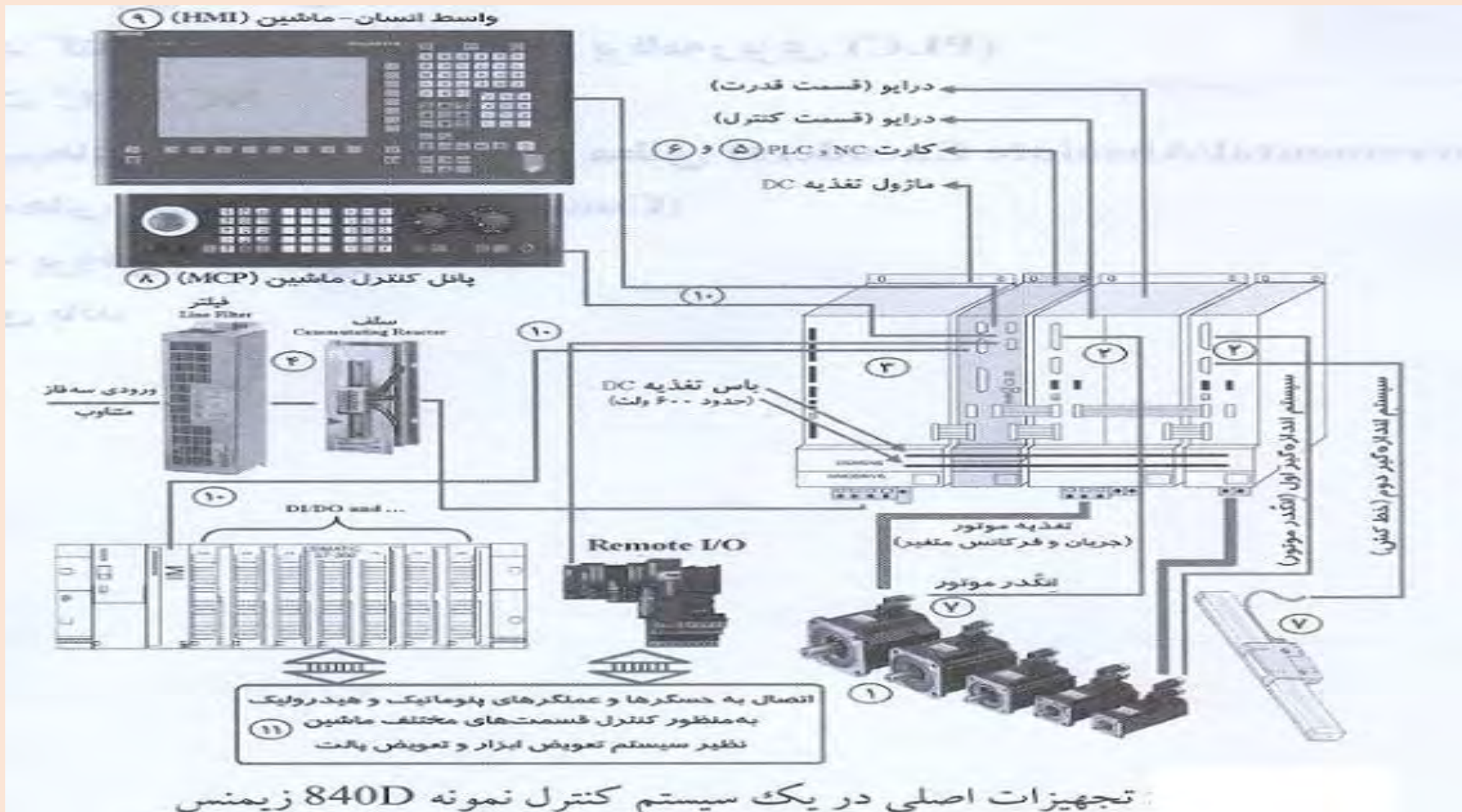
8 - پانل كنترل ماشين (MCP – Machine Control Panel)

9 - واسط انسان – ماشين (HMI – Human Machine Interface)

10 - شبكه هاي ارتباطي ميان سه قسمت PLC ، NC ، HMI

11- ابزار دقيق مانند sensorها و Actuatorهاي مرتبط با قسمت هاي هيدروليك ، پنتوماتيك تعويض دنده ، تعويض ابزار يا تعويض پالت

شماتیک کلیه اجزای الكتریکی



پس از آن ، سرعت محاسبه شده مورد نیاز هر محور به درایوهایی که وظیفه کنترل سرعت موتورها را برعهده داند ، ارسال می شوند وظیفه این درایوها ، تنظیم سرعت موتورها بر اساس درخواستی از واحد NC است . همان طور که در بالا اشاره شد سیستم برای محاسبه خطای موقعیت لحظه ای محورها به درایوها و همچنین NC ، نیازمند تجهیزات اندازه گیری است که به عنوان انکودرهای خطی یا چرخشی نام بره می شوند . هر ماشین CNC ، علاوه بر این تجهیزات ، دارای قسمت های هیدرولیک، پنوماتیک و همچنین شگرهایی است که در مکانیزم های تعویض ابزار و تعویض قطع کاربرد دارند . برای کنترل این مجموعه ها ، کنترل منطقی قابل برنامه ریزی (PLC) لازم است . PLC ها در ماشین های CNC نه تنها این تجهیزات کنترل می کنند ، بلکه بر اساس وضعیت ماشین و فرمان های کاربر ، مانند مدهای کاری ماشین ، وظیفه فعال و غیر فعال کردن درایوها و همچنین صدور و دریافت سیگنال های بسیاری را به NC برعهده دارند .

- مهمترین وظیفه این تجهیزات الکتریکی ، کنترل موقعیت و سرعت محورهای یک ماشین CNC است . برای کنترل موقعیت و سرعت محورهای خطی ماشین ، به کنترل سرعت و موقعیت موتورهای آنها نیاز داریم . چنانچه از لقی های اتصالات موجود برای انتقال نیرو موتور به هر محور صرف نظر کنیم ، موقعیت و سرعت هر محور ، ارتباطی خطی و مستقیم با موقعیت و سرعت موتور آن محور دارد . برای محاسبه و موقعیت لحظه ای موتورهایی که بتواند G کد کاربر را دنبال کنند ، انجام محاسبات عددی لازم است و NC وظیفه انجام این محاسبات را بر عهده دارد . این قسمت (NC) وظیفه دارد برنامه کاربر را بررسی کند و براساس این برنامه و با در نظر گرفتن تمامی موارد ، نظیر تبدیل های مختصاتی و حرکات هم زمان محورها (به عنوان مثال حرکت ابزار روی یک منحنی مقدار سرعت و موقعیت لحظه ای مطلوب موتورها را محاسبه نماید . از دیگر وظایف NC ، می توان به اصلاح خطاهای موقعیت محورهای ماشین (بر اساس موقعیت جاری و موقعیت مطلوب) اشاره کرد . برای این منظور لازم است تا NC سرعت لازم هر محور را محاسبه کند تا بتواند هر چه سریعتر خطای موقعیت محاسبه شده را در گام قبل را جبران و به صفر نزدیک نماید .

Servomechanisms

موتورها :

The drive systems used on NC machinery:

- STEPPER motors
- DC (Direct Current) servos
- AC (Alternating Current) servos
- Hydraulic servos

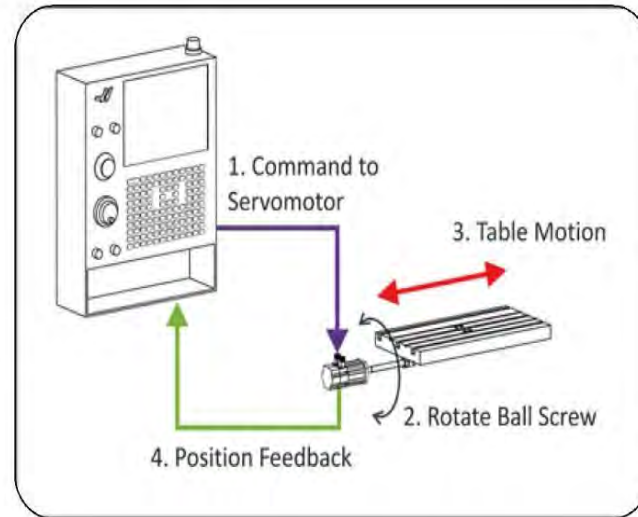


Figure: The machine control sends a motion signal, to a servomotor attached to each machine axis. This causes the servomotor to rotate a ball screw attached to the table or column, causing it to move.

(<http://www.hsmworks.com>)

هدف نهایی در ماشین های CNC ، کنترل جابه جایی محورها و در نتیجه تنظیم موقعیت موتور هست . از این رو ، موتورها از اهمیت بسیاری در ماشین های CNC برخوردارند . یکی از مهمترین ویژگی های موتور، مشخصه تولید گشتاور و تغییرات گشتاور با سرعت است. ثابت بودن گشتاور تولیدی موتور در محدوده سرعت مجاز خود یکی از مشخصه های کیفی آن است و موتوری که قابلیت تولید گشتاور تقریبا ثابت را در سرعت متفاوت داشته باشد . برای کنترل محورهای یک ماشین CNC مناسب تر است . به عنوان مثال موتورهای القائی (Induction Motor) ، مشخصه سرعت گشتاور مناسبی ندارند و مقدار گشتاور تولیدی کاملا با سرعت موتور ارتباط دارد . این موتورها در سرعت های پایین، گشتاور کمی دارند ، لذا کنترل موقعیت دقیق آنها خصوصا در سرعت های پایین مشکل است .

Servomechanisms

STEPPER motors

- Move a **set amount of rotation (a step)** every time the motor receives an electronic pulse

DC and AC servos

- Widely used variable-speed motors on small & medium continuous path machines
- A servo **does not move a set distance**
- When **current is applied the motor starts to turn** and when the **current is removed the motor stops turning**
- The AC motor can create **more power** than a DC motor – used on CNC Machining Centers

HYDRAULIC servos

- Are variable-speed motors
- **Produce much more power** than an electric motor
- They are used on large CNC machinery with electronic or pneumatic system attached



الف: موتورهای جریان مستقیم (DC)

در این نوع موتورها عامل حرکت میدان مغناطیسی استاتور یا جریان الکتریکی رتور می‌باشد که سرعت‌های دورانی در این موتورها با تغییر ولتاژ و همچنین گشتاور موتور با میزان جریان ورودی به خوبی قابل کنترل می‌باشند این موتورها به دلیل ویژگی‌هایی که از جمله قدرت بالا، سرعت یکنواخت، عکس‌العمل سریع نسبت به تغییرات سرعت و... بیشترین کاربرد را در ماشین‌های CNC دارند می‌باشند از این موتورها در مدارهای باز استفاده نمی‌شود ولی در مدارهای بسته استفاده از آنها زیاد می‌باشد از این موتورها بیشتر جهت دوران اصلی سه نظام استفاده می‌شوند.



ب: موتورهای جریان متناوب (AC)

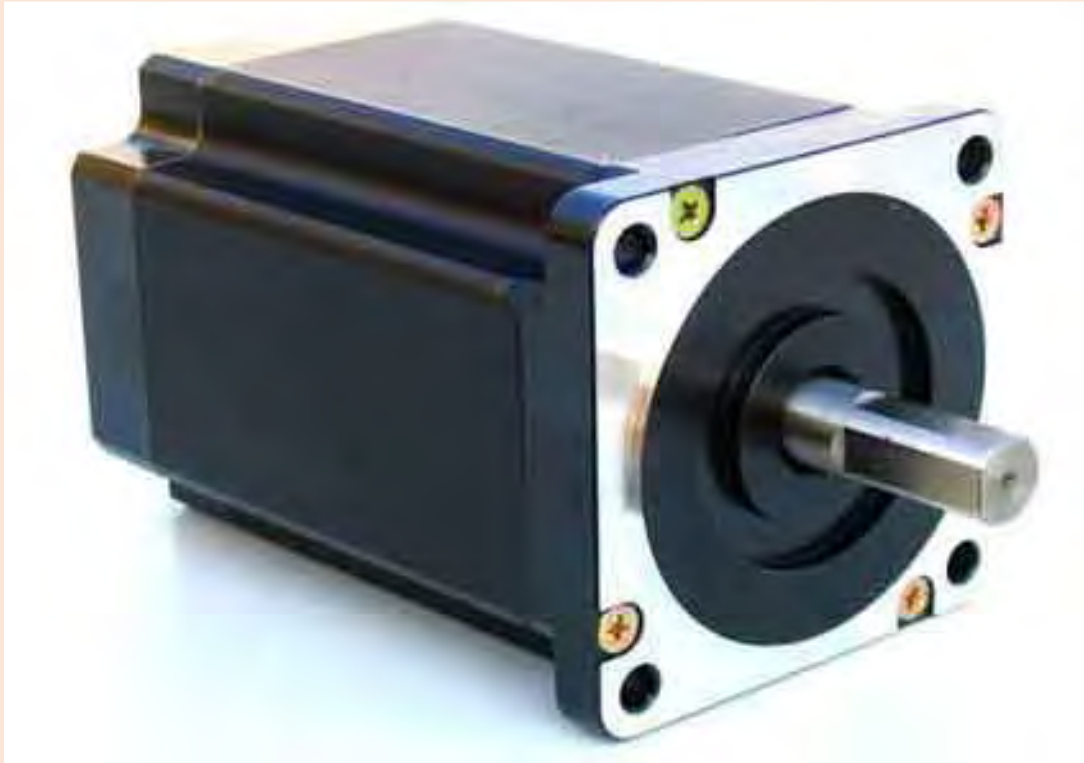
در این نوع موتورها سرعت دوران متناوب با تغییر فرکانس ورودی تغییر کرده و تنها مزیت این موتورها این است که نیازی به یک سو کننده ندارند و به دلیل حجم زیاد در مقایسه با موتورهای DC کاربرد کمتری در ماشین‌های CNC دارند از این موتورها بیشتر جهت حرکت ابزار در راستای محورها استفاده می‌شوند.

محركه های هیدرولیکی

در محركه های هیدرولیکی برای طولهای کم از سیلندر و پیستون و برای طولهای بلند از موتورهای هیدرولیک استفاده می شود از مزایای این سیستمها قدرت زیاد و عکس العمل سریع آن در مقابل تغییر جهت حرکت می توان نام برد از این محركه ها بیشتر از سیستمهای مدار بسته استفاده می شود این محركه ها دارای وزن و حجم کمی بوده و امکان استفاده آنها در محیط های خطرناک وجود دارد همچنین محركه های هیدرولیکی دارای حرکت یکنواختی بوده و پله ای نمی باشد از معایب آنها نشتی روغن و گران بودن آنها می باشد و ضمناً در

مقایسه با موتورهای الکتریکی از عکس العمل و دقت پایین برخوردارند.





موتورهای پله ای (Step Motor)

این نوع موتورها با پالس دوران می کنند ، به ازای دو پالس الکتریکی که به موتور برسد ، موتور به اندازه معینی دوران می کند. مثلا در یک موتور 200 پالس بر دور ، موتور به ازای هر پالس 1.8 درجه خواهد چرخید . از این موتورها در سیستم کنترل موقعیت مدار باز (Open Loop) استفاده می شود. دقت این موتورها به زاویه گام و گام پیچ ساچمه‌ای بستگی دارد و با افزایش تعداد قطبها می توان دقت آنها را افزایش داد از خصوصیات این موتورها حجم کم کنترل دقیق محورها و ارزان بودن آنها می باشد و از معایب آنها قدرت کم آن می باشد.

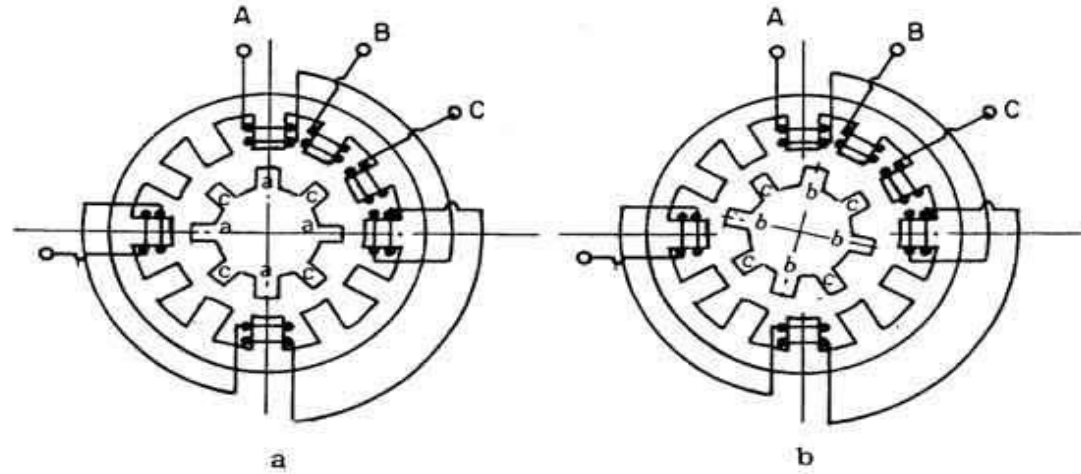


FIGURE 3.17 Layout of a stepper motor: a) The first step; b) The second step.



موتورهای پله ای (Step Motor)

- این موتورها را به سه روش به دوران در می آورند:
 - در روش اول که فول پالس نامیده می شود ابتدا قطب A در استاتور فعال شده ، سپس قطب B، سپس قطب C و همین طور الی آخر در این روش پالس ها به صورت کامل بر روی یک قطب است .
 - حالت دوم که نیم پالس half pulse می باشد . ابتدا قطب C و همین طور الی آخر در این روش پالس ها به صورت کامل بر روی یک قطب است در قطب A فعال شده ، سپس قطب A و B به صورت همزمان فعال شده در حالت بعد قطب B فعال شده ، سپس قطب B و C به صورت همزمان فعال شده بعد قطب C و همین طور تا آخر. با استفاده از این روش شما می توانید از موتور خود که 5.0 درجه می باشد خروجی 5.9 درجه بگیرید.
 - حالت سوم دوران به صورت میکرو استپ می باشد . در این روش از حالت PWM استفاده می شود و قطب ها به چند سطح ولتاژ تقسیم می شوند . ابتدا قطب A به صورت 55 درصد، سپس 95 درصد قطب A و 55 درصد قطب B، سپس 05 درصد قطب A و 25 درصد قطب B و به همین ترتیب ولتاژ از قطب A کم شده به قطب بعدی اضافه می شود . با استفاده از این روش شما به دقت بسیار بالای تری در استپ موتورها می رسید. البته این نکته فراموش نشود که در صورتیکه تفاوت بین سطح ولتاژها کم باشد احتمال گم شدن پالس وجود دارد . در درایو نشان داده شده شکل روبرو شما می توانید هر 5.0 درجه را به 255 قسمت تقسیم نمایید یعنی 5.559 درجه و برای یک دور دوران موتور تعداد 4555 پالس باید به درایو فرستاده شود و اگر بخواهیم موتورمان 355 دور در دقیقه یعنی 0 دور در ثانیه بزند باید کنترلر ما 255 کیلو هرتز را ساپورت نماید . اما اگر شما این تقسیم را انجام دهید قطعاً پالسهای زیادی را گم خواهید کرد و یا اصلاً موتور دوران نخواهد کرد .

استپر موتور

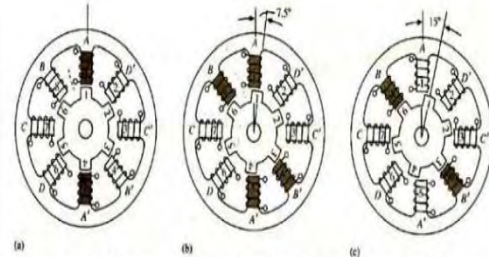
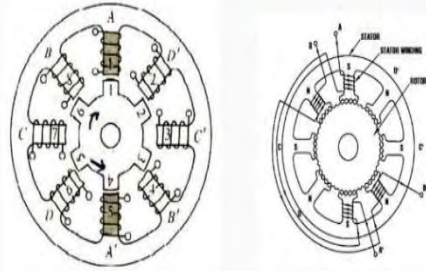
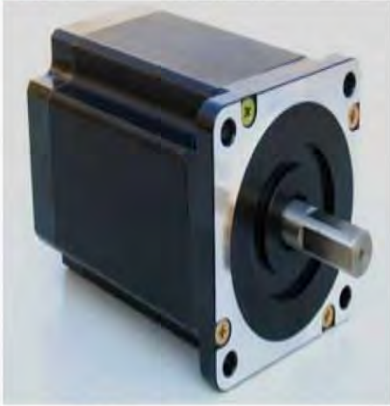


FIGURE 3 The switching sequence for the eight-step input (half-step mode).

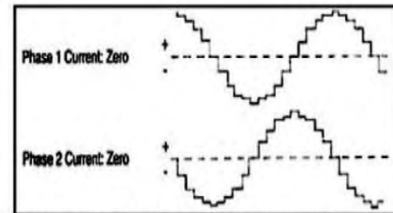
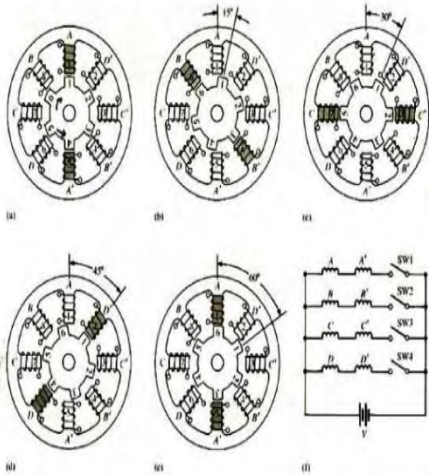
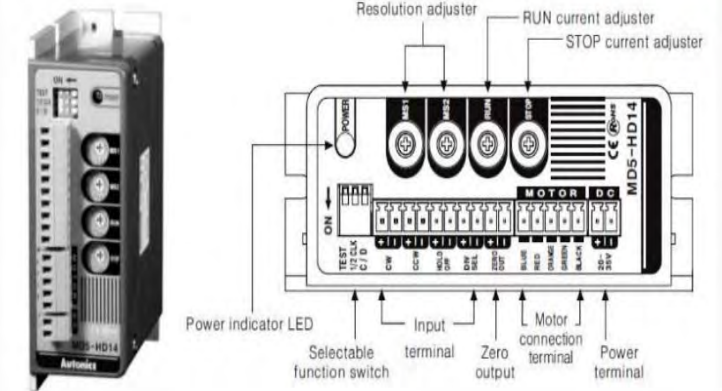


FIGURE 4. Phase-current diagram for a stepper motor controller in micro step mode.

استپر موتور



ORUN current setting

Switch No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Current (A/Phase)	0.4	0.5	0.57	0.63	0.71	0.77	0.84	0.9	0.96	1.02	1.09	1.15	1.22	1.27	1.33	1.4

- ✱ RUN current is phase current provided to 5-phase stepping motor.
- ✱ RUN current is set under the rated current of motor, it may cause loss of torque.
- ✱ Torque is increased as raise RUN current, but, motor emits heat too much, therefore select depending on the load.

OSTOP current setting

Switch No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
%	27	31	36	40	45	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90

- ✱ It sets current when motor is at standstill.
- ✱ Set STOP current is percentage of RUN current.
- ✱ It is operated when HOLD OFF is [L]. Current supplied to each phase is cut in [H], auto Current Down function does not work.

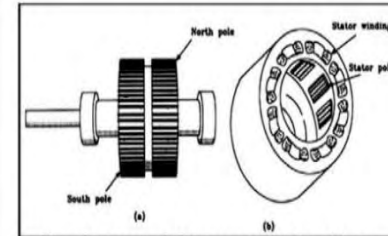


Figure 6 Components of a PM stepper motor: (a) Rotor; (b) stator

استپر موتور

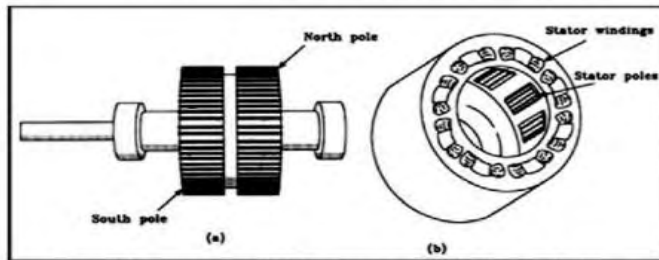
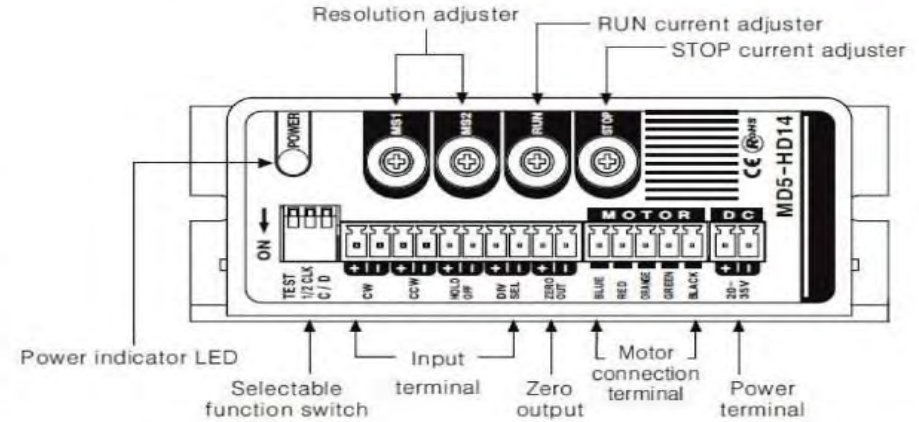


Figure 6 Components of a PM stepper motor: (a) Rotor; (b) stator

○RUN current setting

Switch No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Current (A/Phase)	0.4	0.5	0.57	0.63	0.71	0.77	0.84	0.9	0.96	1.02	1.09	1.15	1.22	1.27	1.33	1.4

- * RUN current is phase current provided to 5-phase stepping motor.
- * RUN current is set under the rated current of motor, it may cause loss of torque.
- * Torque is increased as raise RUN current, but, motor emits heat too much, therefore select depending on the load.

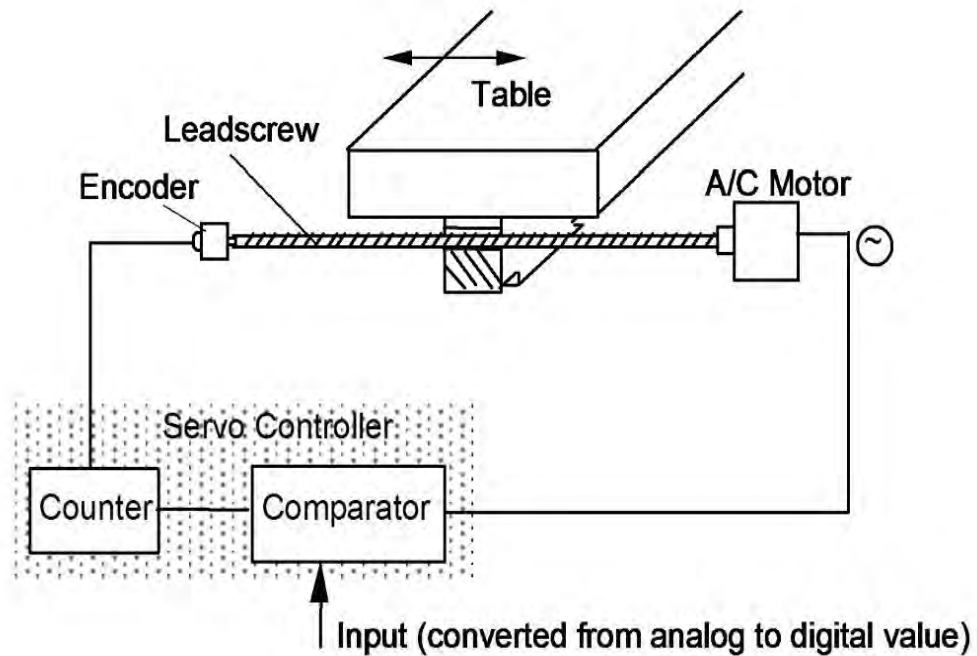
○STOP current setting

Switch No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
%	27	31	36	40	45	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90

- * It sets current when motor is at standstill.
- * Set STOP current is percentage of RUN current.
- * It is operated when HOLD OFF is [L]. Current supplied to each phase is cut in [H], auto Current Down function does not work.

NC machines

Motion control is done by: servo-controlled motors



Servo Motors:

این موتورها می توانند با جریان مستقیم یا متناوب کار کنند. کنترل سرعت این موتورها را یک سیستم الکتریکی بنام Drive که از CNC فرمان می گیرد، بر عهده دارد. این سیستم می تواند بر اساس بازخوردی که از تاکو (Tacho) یا انکودر دریافت می کند هر گونه خطا را در چرخش موتور اصلاح کند. به علاوه، مدارهای کنترلی دیگری در درایو، شدت جریان واقعی، دما، و ... موتور را کنترل می کنند. این نوع موتورها در سیستم های کنترل مدار بسته Close loop به کار می رود.

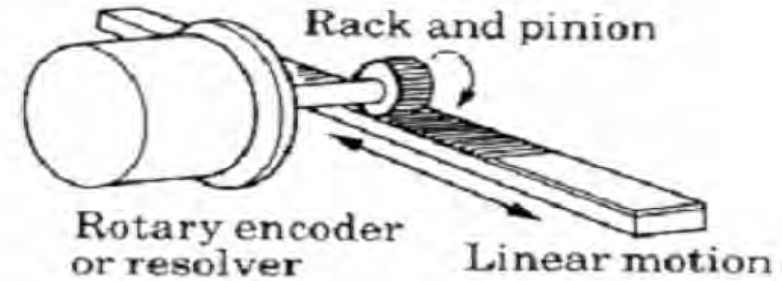
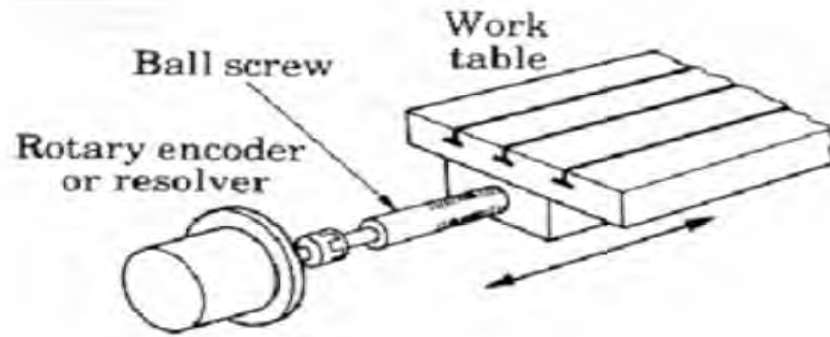
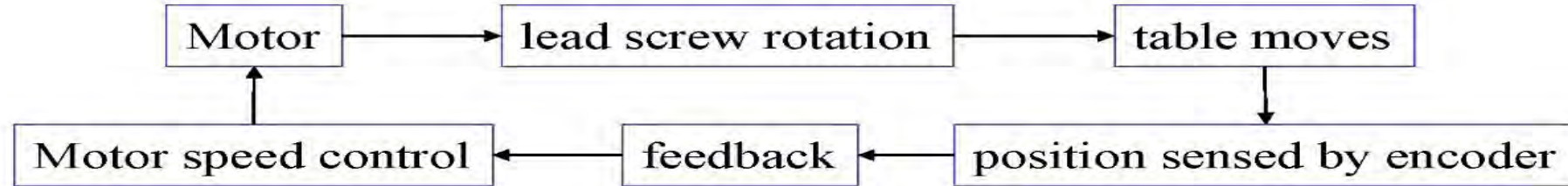
Servo Motors:

در دستگاههایی که نیازمند گشتاور بالا توام با سرعت یکنواخت و دقت بالاست از سرو موتور استفاده می کنند و استپ موتور جوابگوی قضیه نیست .

مهمترین دلیل استفاده از سرو در دستگاههای CNC حصول اطمینان از مکانی است که محور باید در آنجا حضور داشته باشد و آن به دلیل حضور انکودر انتهای شفت موتور و خواندن مکان درایو سرو موتورها می باشد . ممکن است در استپ موتور به هر دلیلی (مثلا کثیف شدن ریل ، افتادن سفاله روی ریل ، حضور یک قطعه اضافی در مسیر حرکت و...) نیرویی بیشتر از حد به موتور وارد شود و موتور جهت گذشتن از مانع چند پالس را گم نماید . این پالس های گم شده در طول مسیر تا انتها وجود خواهند داشت . اما سرو میزان خطا را ثبت می کند و در اولین فرصت آنرا جبران می کند و جالب اینکه اگر در تایم مشخص شده نتواند خطا را جبران کند ، آلامر خطا می فرستد و حرکت را متوقف می کند.

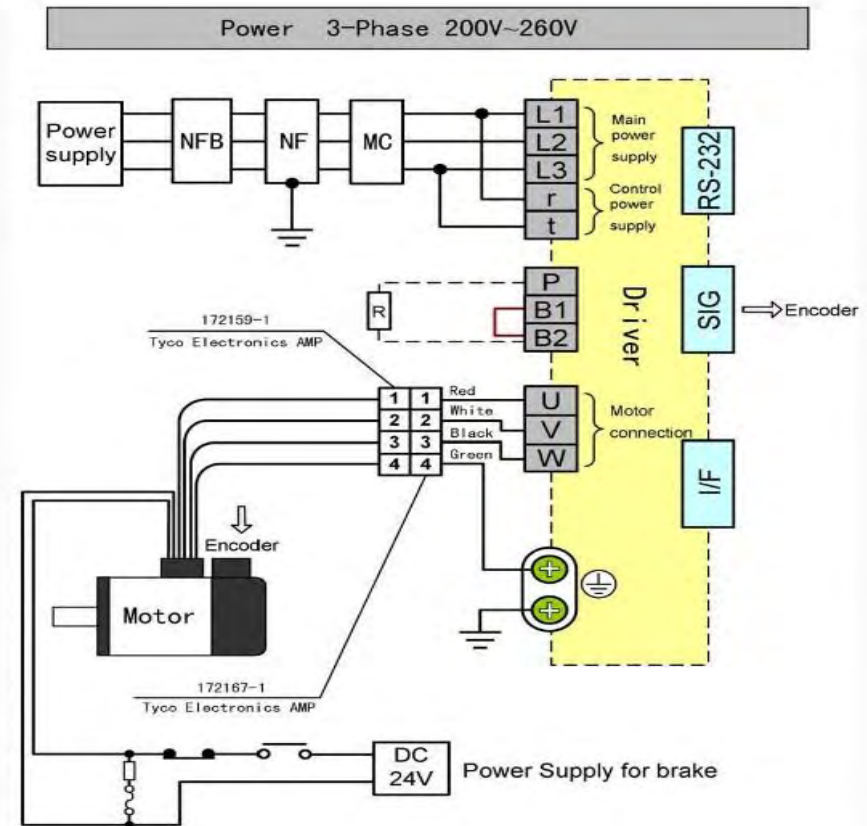
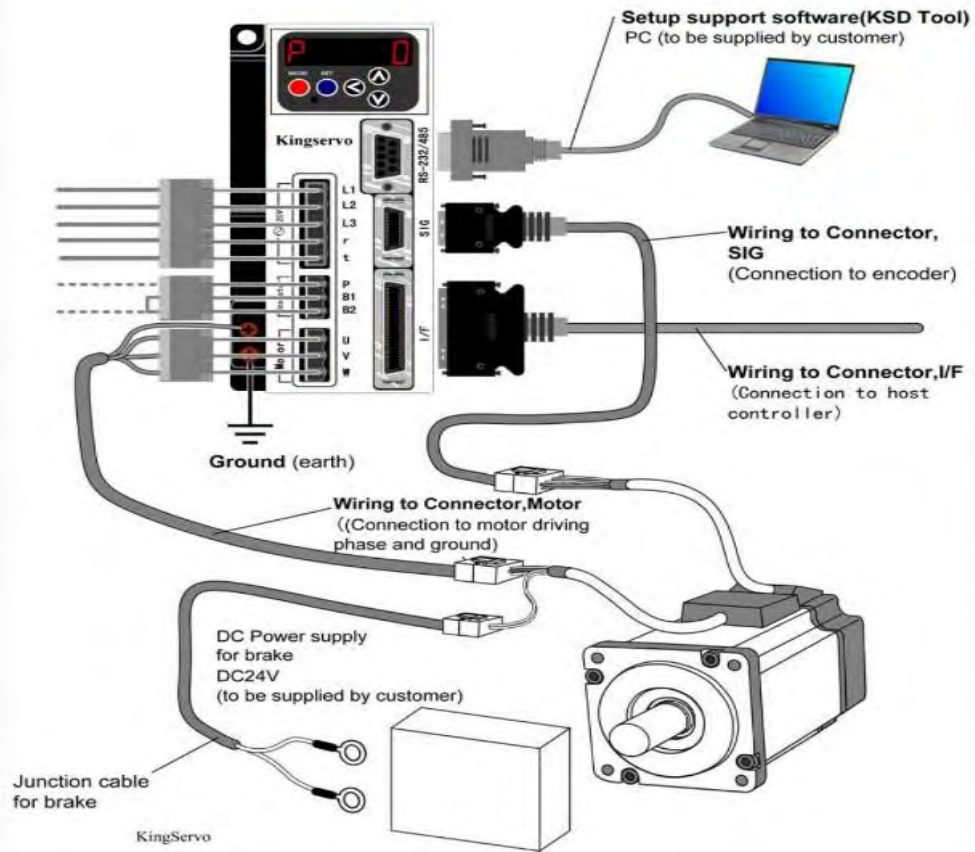
بگذارید سرو را ریشه ای تر بررسی کنیم . فرق بین سرو موتورها و استپ موتورها در چند چیز است . استپ موتورها دارای سرعت پایینی می باشند ولی سرو 2555 و 3555 دور بر دقیقه حرکت می کنند . در ضمن دقت دوران بسیار بالایی ، موتورها مقدار دور موتورهای معمولی را حفظ کرده اند و با دور 5555 دارند . میزان استپ حرکت های این موتورها حدود یک تقسیم بر دو به توان پانزده یعنی حدود 5.5553 دور می باشد . در صورتی که از بال اسکرو دقیق با گام 55 میلیمتر استفاده کنید میزان حرکت به جلو 5.3 میکرون می رسد که برای دقیق ترین CNC ها هم کافی می باشد . معمولا تلرانس های مکانیکی محدود کننده دقت حرکت دستگاه می باشد و سیستم الکترونیک جوابگوی دقت ما می باشد . از جمله مشکلی که بعضی از این موتورها دارند حرکت در دورهای پایین است . موتور های سرو AC در حقیقت یک AC موتور معمولی است

Components of Servo-motor controlled CNC



Two types of encoder configurations

سرو موتور



Servo Drive

درایوها علاوه بر قسمت تغذیه DC و قسمت قدرت دارای قسمت های زیر نیز می باشند

- فیلتر تغذیه
- ماژول تلفی (Commutative Reactor Module)
- ماژول تغذیه DC (DC Intecd Module)
- ماژول کنترل تغذیه (Monitoring Module)
- ماژول کنترل قدرت درایو (Drive Power Module)
- ماژول کنترل درایو (Drive Contorol Module)
- ماژول مقاومت ترمز (Pulse Resistor Module)

درایوهای همه سرو موتورها دارای چند حالت مختلف حرکت می باشند . با این روش می توان خروجی های مورد نظر را از سرو موتورها گرفت.

- کنترل سرعت Motion Control
- کنترل موقعیت Position Control
- کنترل گشتاور Tourq Control

برای انتخاب این حالتها در درایوتان باید وارد مد های برنامه نویسی شوید

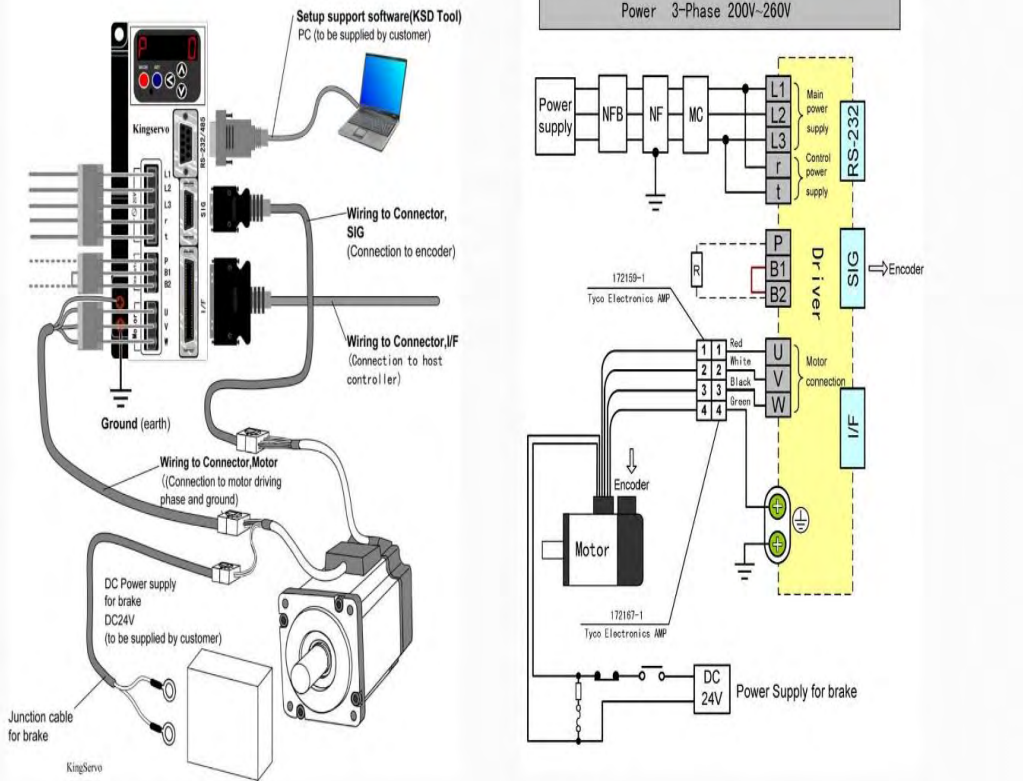
Drive

وظیفه اصلی درایوها تأمین قدرت مورد نیاز موتورهاست ، به درایوهایی که سرو موتورها یا همان موتورهای سنکرون را کنترل می کنند سرو درایو (Servedrive) نیز اطلاق می شود. درایوها با تولید جریان و فرکانس متغیر ، می توانند سرعت و در نتیجه موقعیت موتورها را کنترل کنند. درایو ، جریان مورد نیاز موتور را توسط ترانزیستورهای قدرت تولید می کند. این ترانزیستورها جریان متغیر مورد نیاز موتورها را از یک تغذیه DC و به کمک عملیات سوئیچینگ تهیه می کند.

همانطور که در شکل مشخص است درایو برای تهیه انرژی مورد نیاز موتورها ، به یک تغذیه DC نیاز دارد . بسته به نوع طراحی درایوها ، این تغذیه می تواند در داخل یا خارج از مجموعه درایو قرار داشته باشد.

بدیهی است در صورت وجود دو درایو یا بیشتر انتخاب اقتصادی و بهینه آن است که تغذیه DC خارج درایو وجود داشته باشد تا بتوان با استفاده از یک تغذیه ، دو یا چندین درایو را تغذیه کرد. در ماشین های CNC هم به علت وجود چندین موتور ، معمولاً از درایو هایی استفاده می کنند که شامل تغذیه DC نباشد. در این حالت از یک تغذیه DC مرکزی برای تغذیه تمامی درایوها استفاده می شود.

سرو موتور



Drive:

اگر مجموعه سرو موتور را به 4 قسمت تقسیم کنیم ، شامل موتور ، انکودر ، کابل و درایو ، قسمت درایو مهمترین قسمت سرو ها می باشند . اینکه سرو موتورها خوب حرکت می کنند یا دل دل می کنند ، سریع می سوزند و ... همگی به کیفیت درایو بستگی دارد . وظیفه اصلی این درایوها یکسو کردن برق ورودی ، انبارش آنها و فرستادن جریان و ولتاژ مورد نیاز طبق قاعده PWM برای سرو موتورها می باشد . این درایوها از سوی دیگر مدارات کنترل مختلفی می باشند که می توانند حسب تنظیمات ارائه شده به نتیجه دلخواه برسند ، یعنی چی ؟ یعنی اینکه شما اگر درایوتان را بر Position Mode تنظیم کرده باشید (P ،) یا Speed Mode که اختصارش می شود (S) و یا Torque Mode (با اختصار T) خروجی مطلوب حاصل می شود . البته این مد ها خود شامل چندین حالت هستند مثلا Pe یعنی کنترل موقعیت با پالسهای خارجی (External Pulse Command) و یا Pi یعنی کنترل موقعیت با مکان یابی داخلی (Internal Position Command) و جالب تر اینکه می توان از مد های ترکیبی هم استفاده نمود . مثلا Pe-S و Pe-T یا همچنین T-S ادر کاتالوگش اینطور نوشته است . ما فقط از یک حالت استفاده می کنیم و آن Pe یعنی اینکه پالس را از خارج به درایو می دهیم و از آن انتظار داریم بر مبنای مکان برای ما کنترل مسیر انجام دهد . به مد کنترل بر مبنای سرعت و یا گشتاور زیاد کاری نداریم . این پالس ها را کنترلر به درایو سرو ها می دهد .



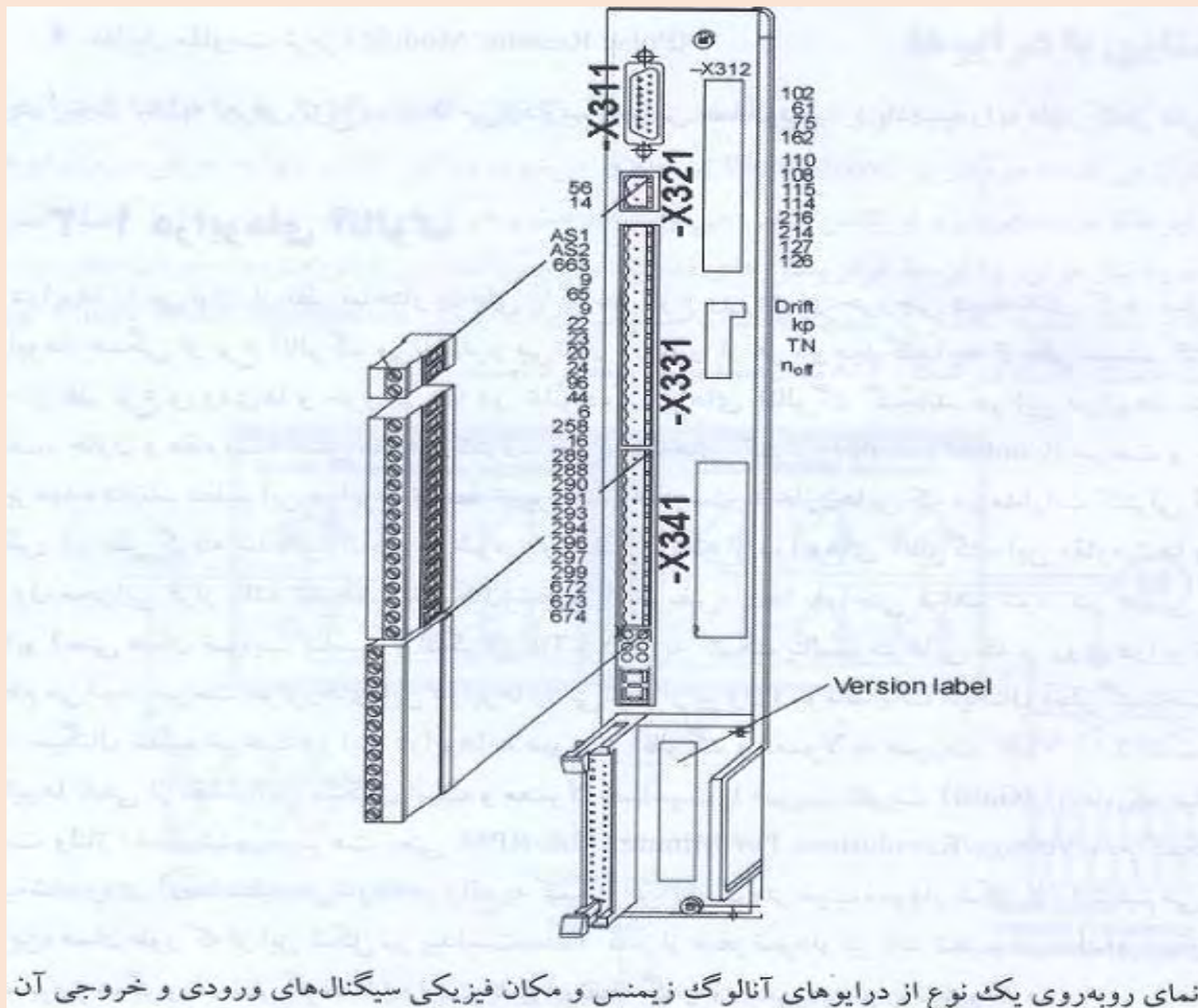
درايو هايي كه در سيستم هاي CNC استفاده ميشوند دو دسته اند يا درايو هاي DC هستند يا SERVO DRIVE ها كه هر دو داراي حساسيت فوق العاده زياد ميباشند:

تفاوتي كه در بين اين دو درايو وجود دارد اين است كه سروو درايو ها داراي انكودر سر خود ميباشند در حالي كه درايو هاي دي سي انكودر نداشته و فقط از طريق سيم آنالوگ بدون فيدبك كنترل ميشوند.

در درايو ها براي راه انداري به دو مورد بايد توجه كنيم:

1. وصل بودن سيم آنالوگ
2. وصل بودن ENABLE درايو هر دو از طريق USER MANUAL در دسترس مي باشند.

سيم آنالوگ كه معرف سرعت مورد انتظار از درايو است و **ENABLE** معرف روشن بودن درايو



درایو های زیمنس

زیمنس برای سرودرایوهای ساخت خود ، عنوان سیمو درایو (simo Drive) را به کار می برد و درایوهای ساخت زیمنس ، به سه نوع متفاوت **آنالوگ ، یونیورسال و دیجیتال** تقسیم می شوند.

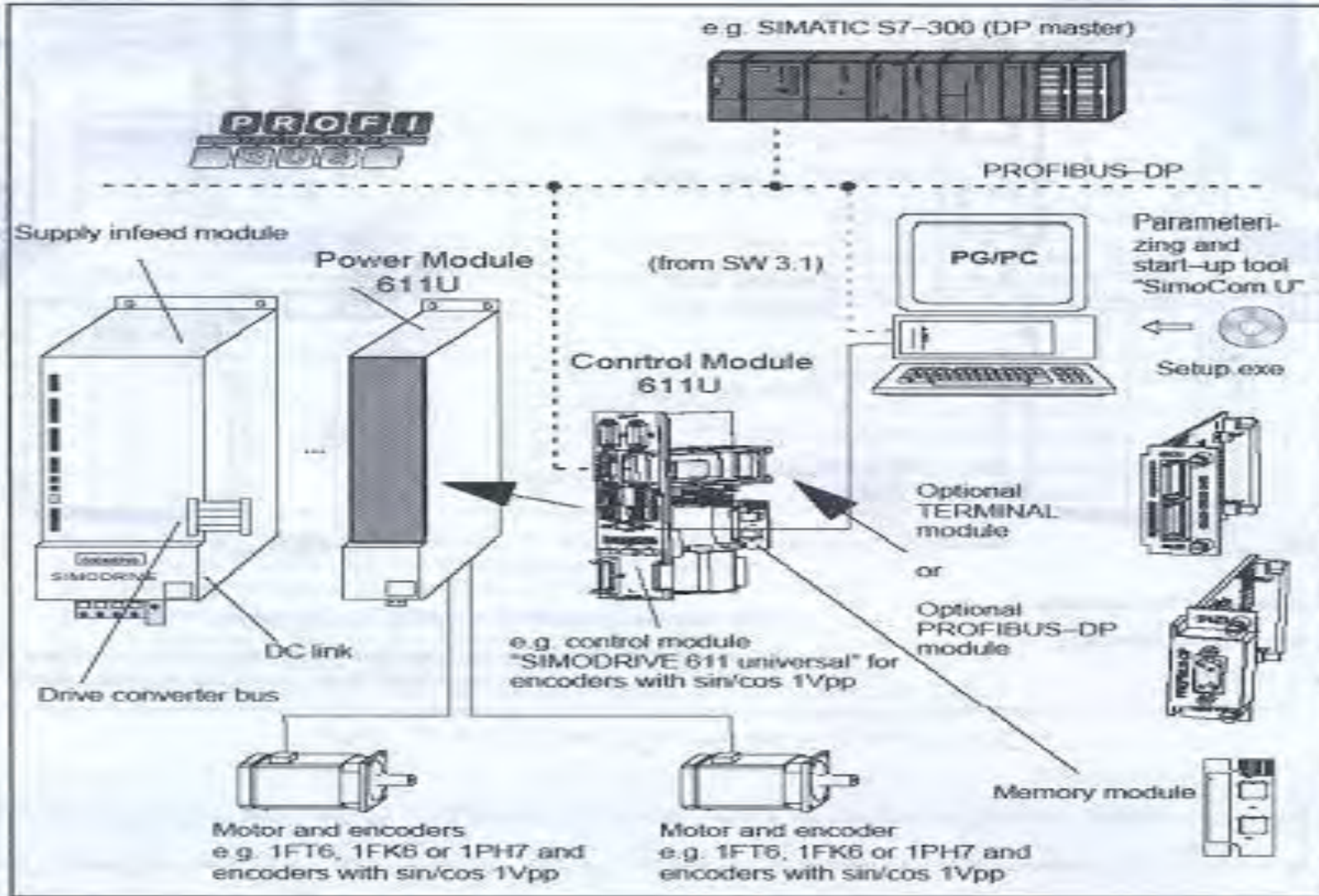
الف-درایوهای آنالوگ:

مداراتی شامل سلف ،خازن و مقاومت ، نقش سیستم کنترل ، یعنی حلقه های کنترلی (Control Loop) سرعت و جریان موتور را بر عهده دارند.

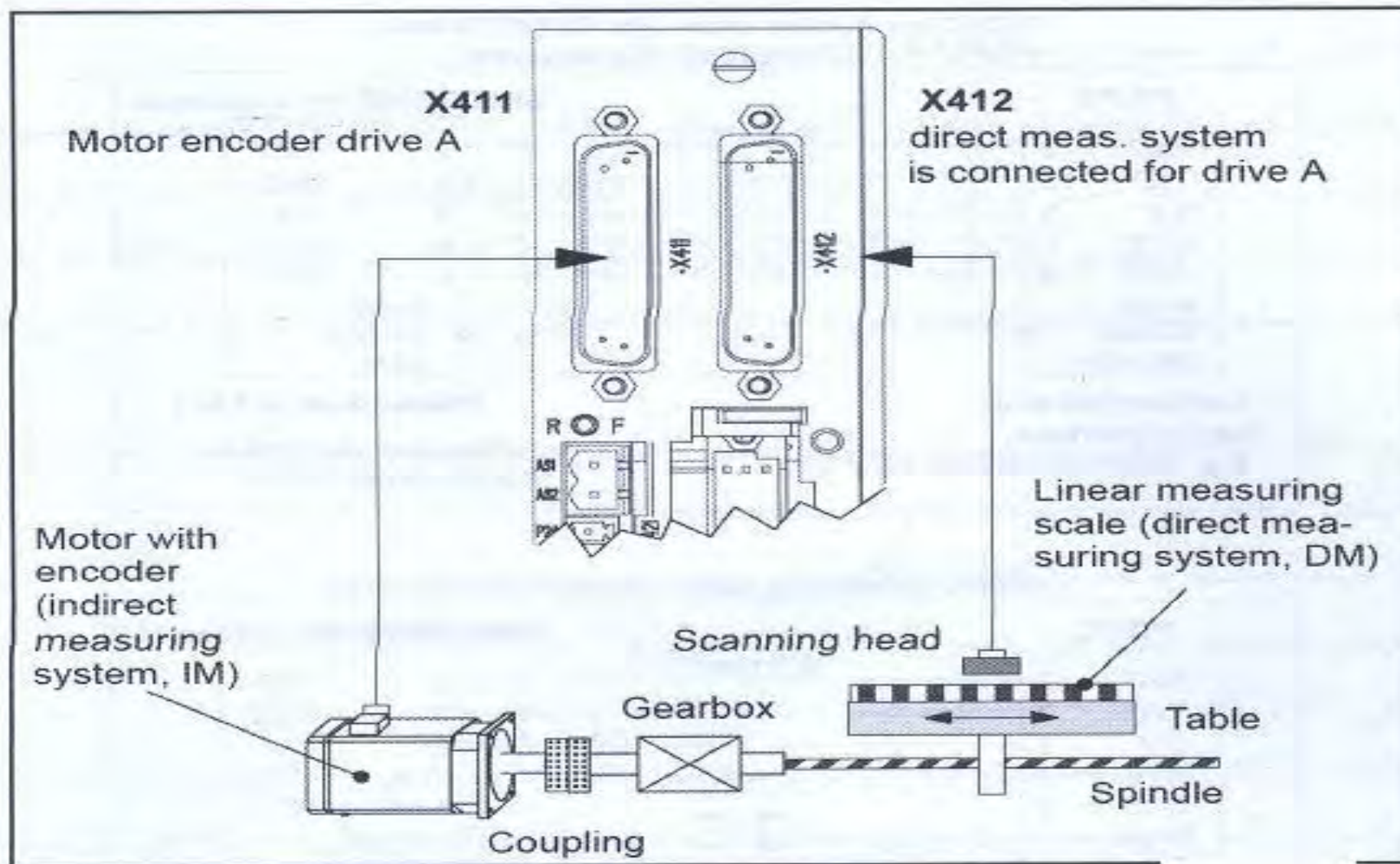
در بعضی از درایوهای آنالوگ این مقاومت ها و خازن ها در ماژول مجزایی قرار داده شده اند، تا امکان تنظیم و یا تعویض آنها به راحتی فراهم شود. در بعضی دیگر،تنظیم درایو به کمک پتانسیومترهایی که بر روی درایو تعبیه شده اند انجام می شود .

ب- درایوهای یونیورسال:

با عنوان 611u شناخته می شوند ، علاوه بر آنکه ورودهای آنالوگ تنظیم سرعت را قبول می کنند ، قابلیت دریافت سیگنال های تنظیم سرعت یا موقعیت از طریق شبکه ای مانند شبکه پروفی باس (Profibus) را نیز دارند . شکل زیر این نوع درایو و تجهیزات جانبی آن را نشان می دهد همانطور که مشخص است قسمت کنترل درایو از قسمت قدرت آن مجزا است و کارت کنترل بر روی قسمت درایو نصب می شود .

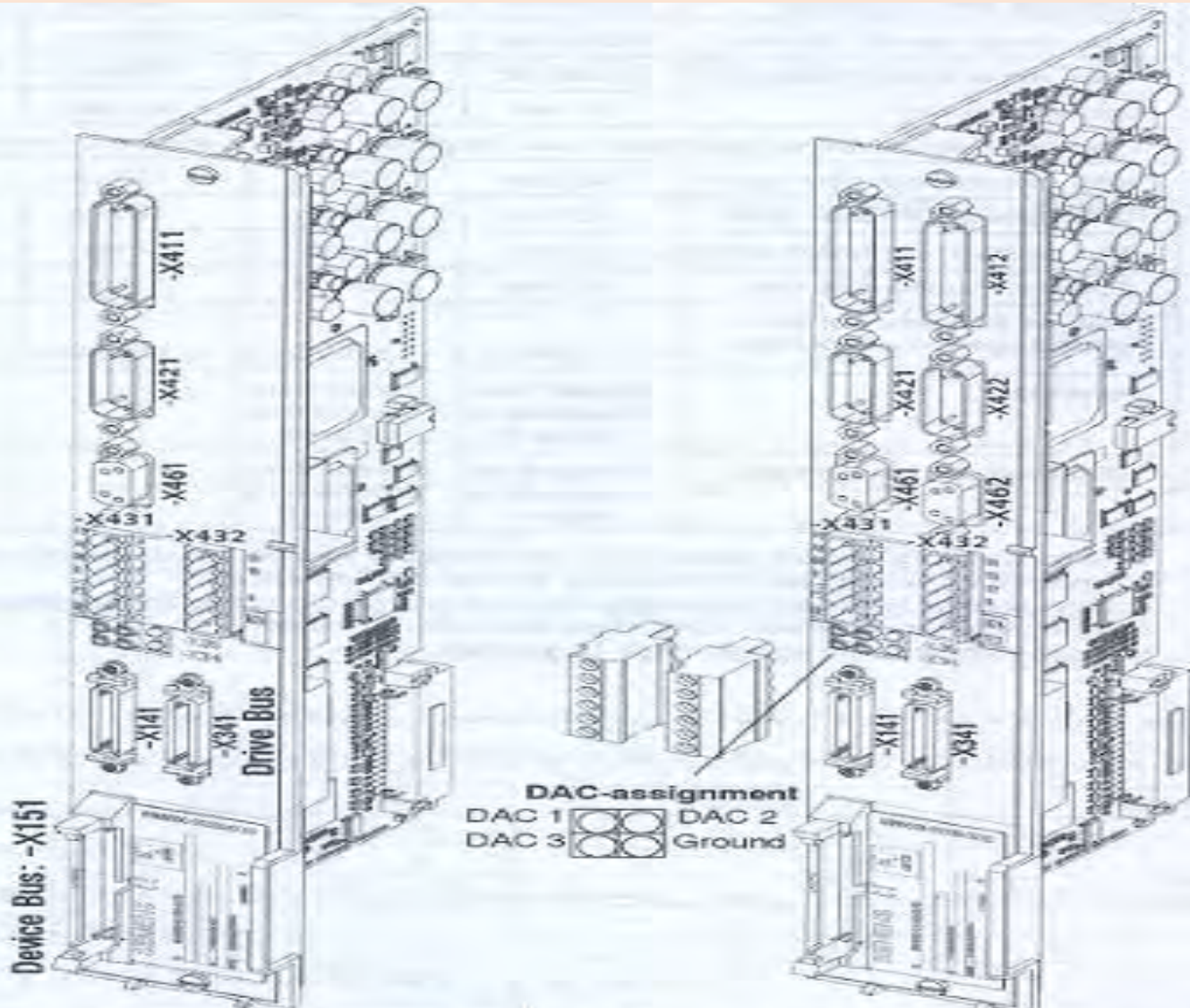


درایو یونیورسال زیمنس و سایر تجهیزات جانبی



نحوه اتصال سیستم اندازه گیری مستقیم یا غیر مستقیم به درایو 611U :

Drive seimens



نمای روبه روی یک نمونه از قسمت کنترل درایو 611D با قابلیت اندازه گیری مستقیم موقعیت

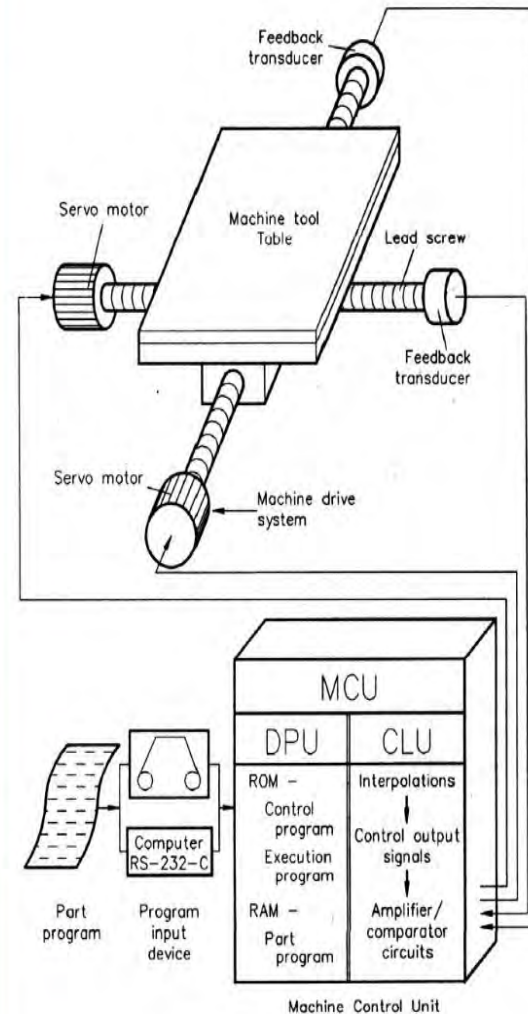
ج-درایوهای دیجیتال

کنترل موتور (جریان ، گشتاور ، سرعت و در حالت خاص موقعیت) توسط کنترل دیجیتال در درایو انجام می شود به علاوه این درایوها قابلیت کنترل از طریق شبکه را دارند

Basic Element of a CNC System

Machine Control Unit (MCU)

It reads and interprets the coded instructions for machining a particular workpiece and generating electric output signals. It also acts as a **feedback controller** for precise positioning of machine table or spindle. MCU consists of two main units.



واحد کنترل عددی (NCU) Numerical Control unit

واحد NCU، هسته اصلی کنترل درایوها و محورهای سیستم را تشکیل می دهد. وظیفه اصلی این ماژول کنترل حرکت محورهای سیستم بر اساس برنامه اپراتور (G کد) و تنظیمات موجود در ماشین دیتاها می باشد به عنوان مثال، تمام دستورها و تبدیل های مختصاتی در برنامه و همچنین حرکت هماهنگ با سایر محورها باید مد نظر قرار گیرند تا موقعیت لحظه ای تک تک محورها محاسبه شوند. مرحله بعدی پس از این محاسبه، تأمین جریان مناسب موتور است. به گونه ای که موتور در هر لحظه موقعیت محاسبه شده توسط سیستم را دنبال کند. علاوه بر کنترل موقعیت محورها، باید تمام محدودیت ها و تنظیمات محورها، اعم از بیشترین شتاب، سرعت و Jerk مجاز (مشتق شتاب) در کنترل محورها لحاظ شود.

Machine Control Unit (MCU)

MCU consists of two main units.

□ Data-processing unit (DPU)

reads coded instructions

processes coded instructions

transmits data pertaining to the position of each axis to the CLU.

□ Control loop unit (CLU)

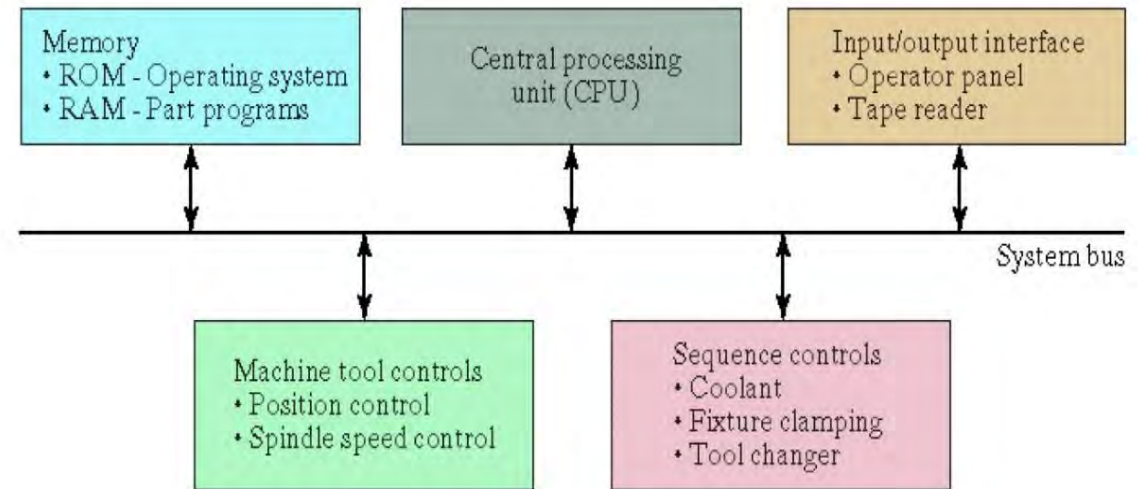
executes linear or circular interpolations based on the position and speed signals from the DPU and generates control signals

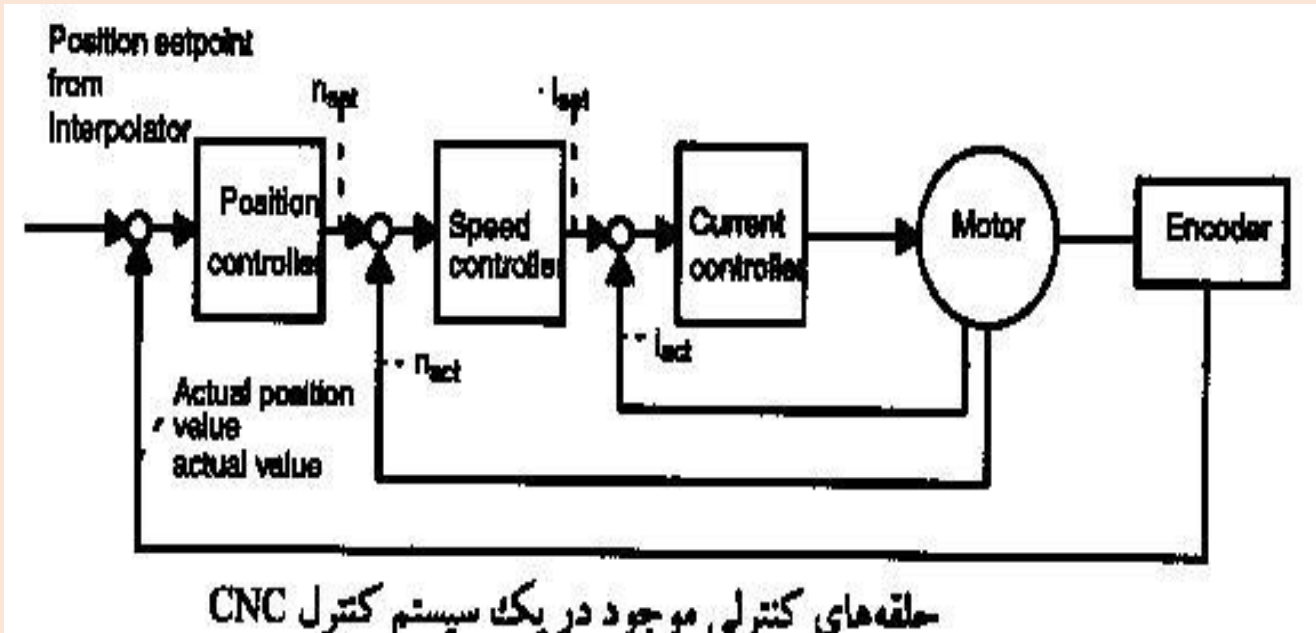
receives axis feedback signal

implement auxiliary control function



Machine Control Unit





مجموعه سیستم کنترل محور :

از چهار حلقه کنترلی تشکیل شده

- حلقه کنترل جریان موتور (Current Control Loop)
- حلقه کنترل سرعت موتور (Speed Control Loop)
- حلقه کنترل موقعیت موتور (position Control Loop)
- حلقه کنترل میان یابی (Interpolation Controller Loop)

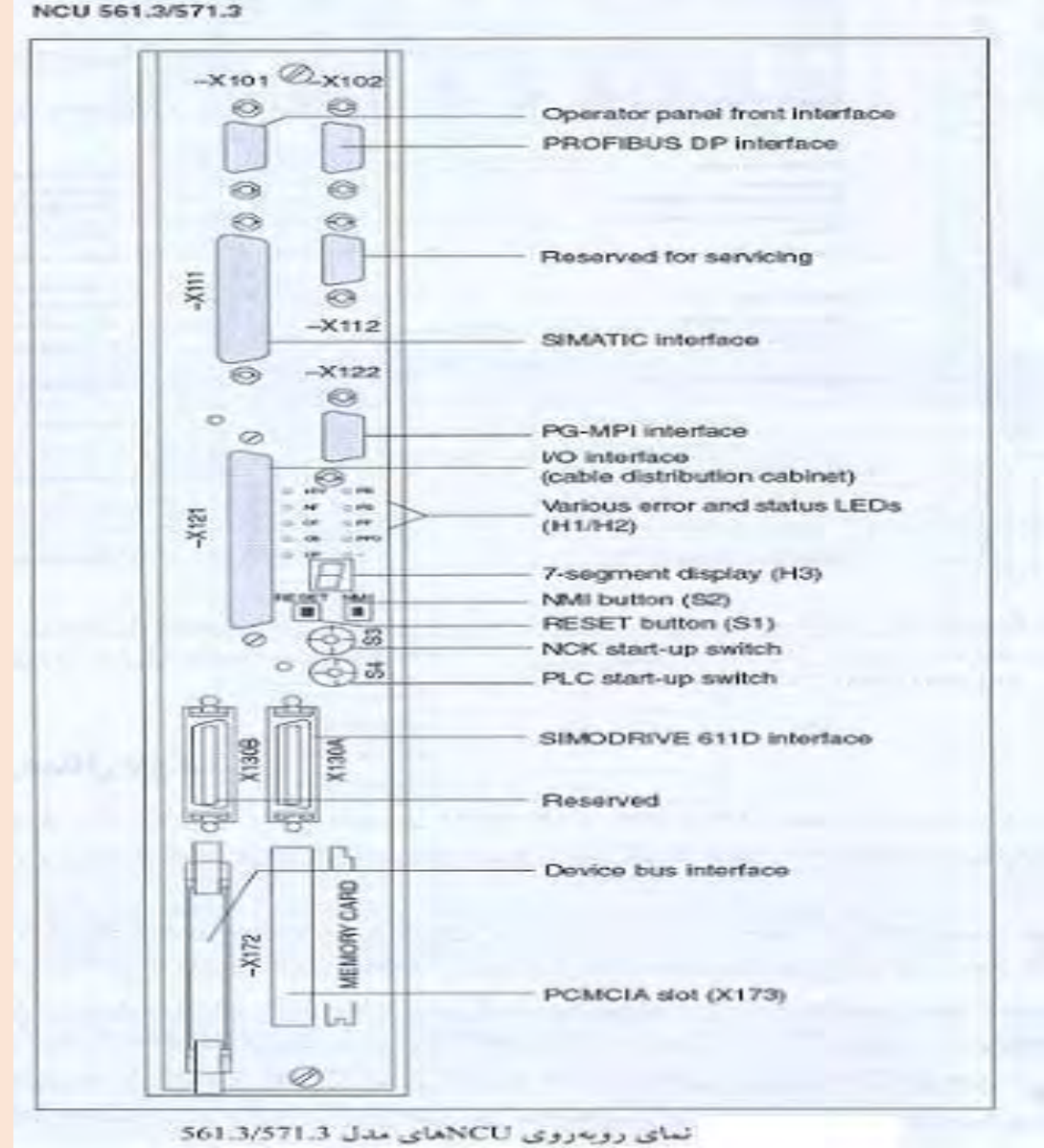
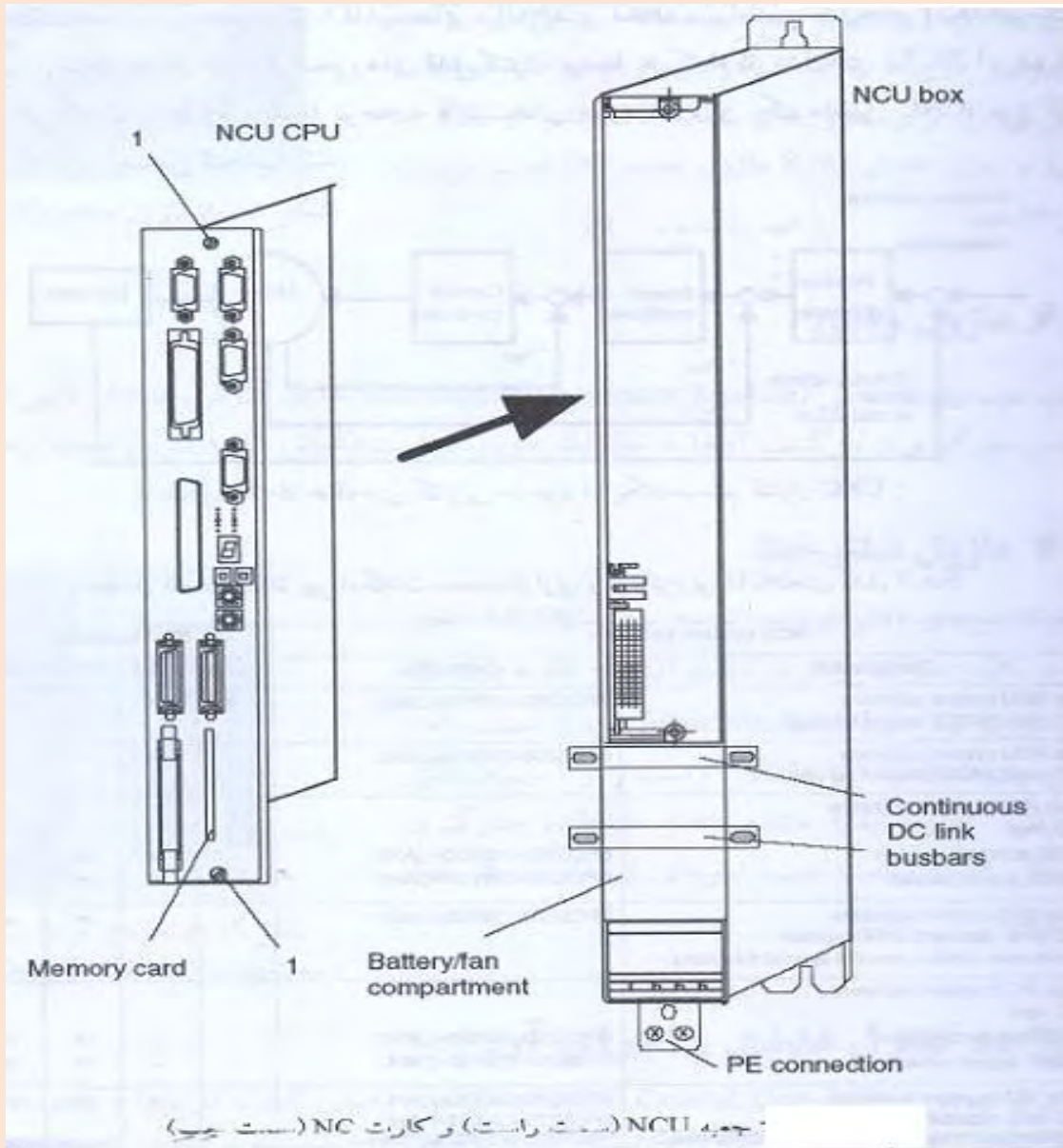
✓ دو حلقه کنترلی میان یابی و موقعیت ، درون NC وجود دارند و حلقه های کنترلی دیگر ، درون درایو قرار گرفته اند .

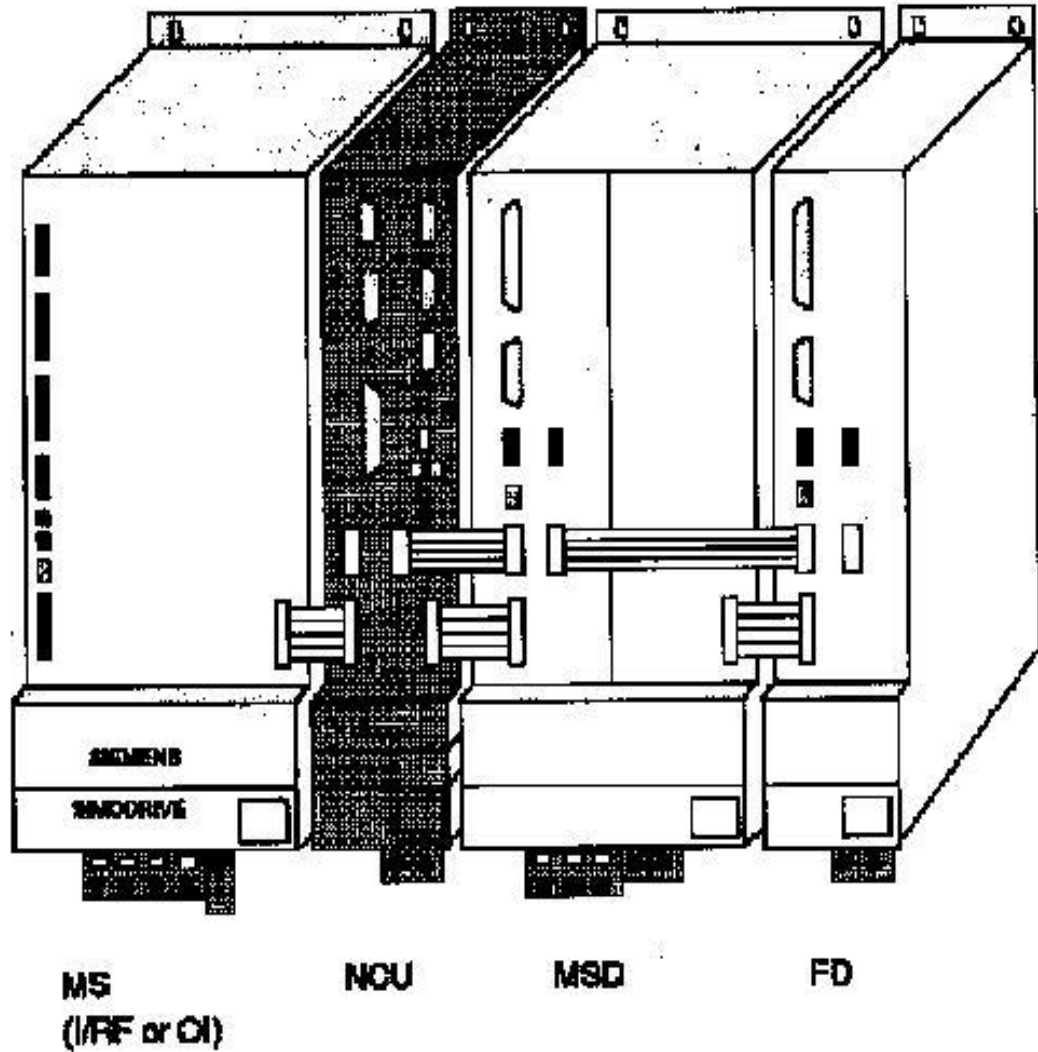
نکته: کارت های NC/PLC درون جعبه Ncu قرار می گیرد.

جعبه Ncu شامل کارت NC/PLC و ماژول های باتری و فن می باشد .
در شکل زیر جعبه Ncu و یک نمونه کارت NC/PLC نشان داده شد است

واحد کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی (PLC)

ماشین های CNC معمولاً متشکل از قسمت های مختلفی مانند تعویض پالت، تعویض ابزار (دستی یا خودکار) و همچنین سیستم خنک کننده آب، صابون و... می باشند. نوع عملکرد مکانیزم های ذکر شده می تواند بسته به درجه اتوماسیون ماشین، خودکار، نیمه خودکار و یا حتی دستی باشد. بدیهی است که در سیستم های خودکار یا نیمه خودکار نیاز به سیستمی برای مدیریت و کنترل این اجزا خواهیم داشت و ناگزیر از یک PLC (علاوه بر ماژول Ncu) استفاده خواهیم کرد. این PLC ها (در خانواده SINuMERIL) از نظر فیزیکی دارای مکان مشترکی با واحد کنترل عددی می باشند (روی یک کارت قرار دارند) و به همین علت کارت Ncu به عنوان کارت NC/PLC نامبرده می شود.





نحوه چیدمان ماژول ها در مجموعه 840D

نحوه قرار گرفتن ماژول در سیستم کنترل 840D

نکات زیر باید در ترتیب قرار گرفتن ماژول های گفته شده در نظر گرفته شود :

- 1) ماژول تغذیه (PS) باید اولین ماژول باشد.
- 2) ماژول NC/PLC دومین ماژول از سمت چپ خواهد بود و بین تغذیه و اولین درایو قرار دارد.
- 3) سومین ماژول از سمت چپ باید بزرگترین درایو (از نظر توان مصرفی) باشد و ترتیب بقیه ماژول ها از سمت چپ به راست بر مبنای کاهش توان آنها باشد.

سیستم اندازه گیری سرعت دورانی محورها (تاکومتر):

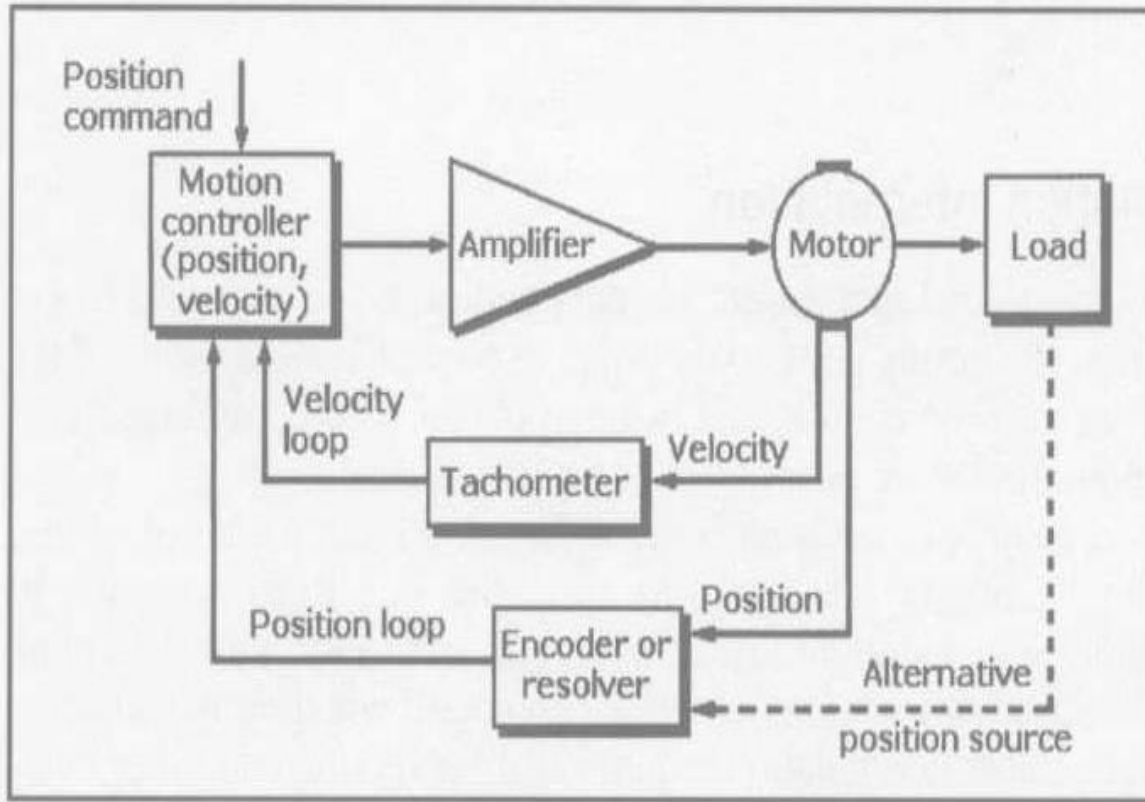


Fig. 5 Block diagram of a position-control system.

- برای اندازه گیری سرعت دورانی محور اصلی از تاکومتر و سنسورهای نوری استفاده می شود. تاکومتر به زبان ساده یک مدار الکتریکی DC تولید کننده ولتاژ می باشد که همواره با محور اصلی دوران می کند و متناسب با دوران ولتاژ خروجی ایجاد می کند ولتاژ خروجی این دستگاه به عنوان فیدبک برای نمایش سرعت موتور استفاده می شود این سنسورها در ماشینهای CNC وظیفه شمارش دوران محور اصلی را دارند

- محل نصب این سنسورها در پشت محور اصلی است که بین آنها یک صفحه گرد که در محیط آن سوراخهایی موجود می باشد وجود دارد. هم زمان با چرخش سه نظام این صفحه گردش می کند که نوری که از فرستنده سنسور به طرف گیرنده سنسور فرستاده می شود بر اثر چرخش صفحه سوراخدار قطع و وصل می شود و اطلاعات مانند یک موج سینوسی دوران محور اصلی را مشخص کرده و آن را می توان بر روی مانیتور دستگاه مشاهده کرد این سنسورها حساسی بوده و به موارد موجود در کارگاه مانند گرد و غبار و دود و روغن عکس العمل نشان می دهند. از دیگر عوامل اختلال در سنسور دست کاری آن توسط افراد غیر آشنا می باشد. در ماشینهای CNC ساخت شرکت Boxford انگلستان از این نوع سنسورها استفاده شده است.

۵-انکودر (Encoder):

انکودر وسیله ای برای اندازه گیری موقعیت واقعی محورها (Axes Actual position) است.

انکودرها به دو گروه اصلی تقسیم می شوند:

-انکودر نسبی

- انکودر مطلق

در انکودرهای نسبی (Incremental) موقعیت یک نقطه نسبت به نقطه قبلی اندازه گیری می شود. این نوع انکودرها ساده تر و ارزانتر

می باشند. اما نیاز به روشن شدن دارند. در انکودرهای مطلق

(Absolute) موقعیت هر نقطه ، نسبت به یک نقطه معین (صفر)

اندازه گیری می شود. این انکودرها گرانبه تر از و از نظر طول ،

محدودتر (حداکثر 3 متر) می باشند ، اما نیازی به روشن شدن

نخواهند داشت.

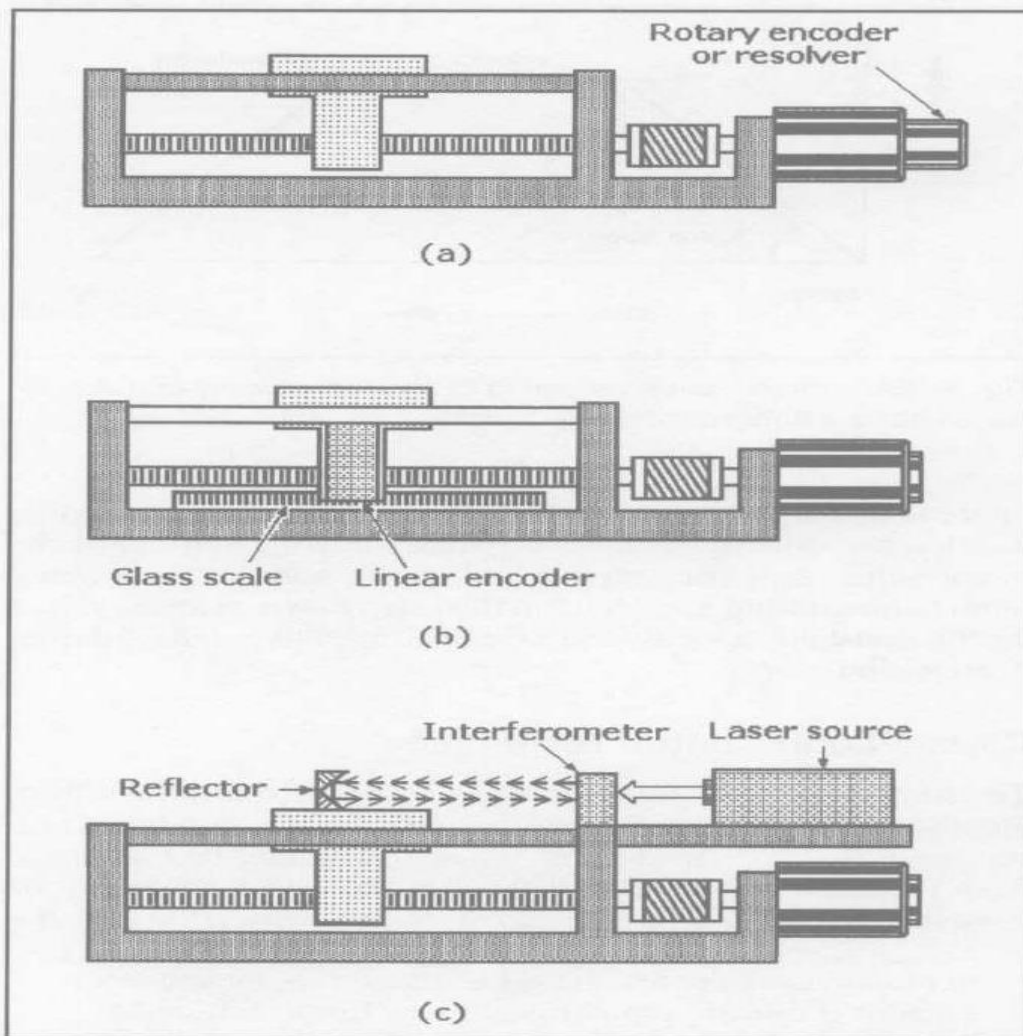


Fig. 7 Examples of position feedback sensors installed on a ballscrew-driven slide mechanism: (a) rotary encoder, (b) linear encoder, and (c) laser interferometer.

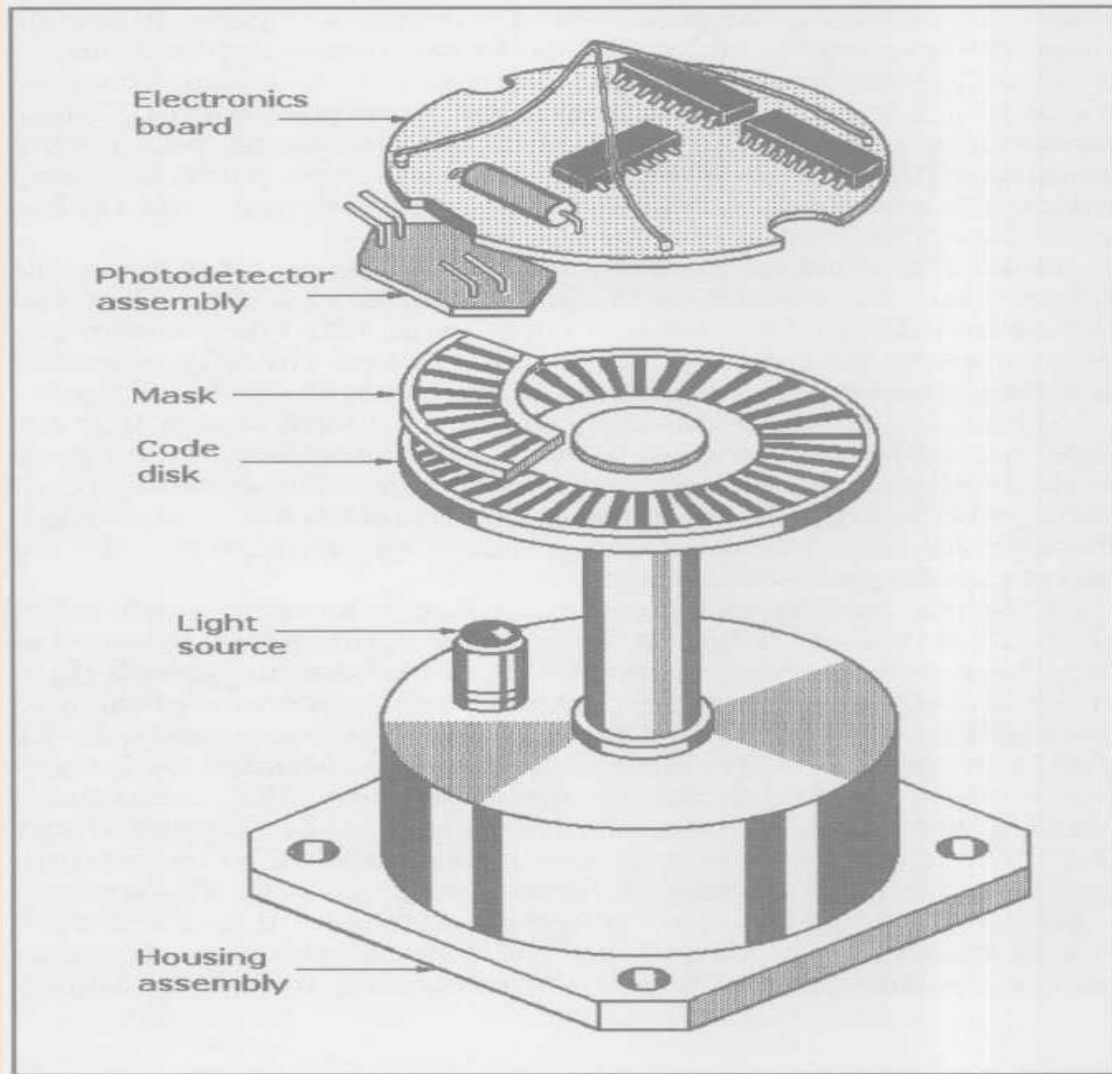
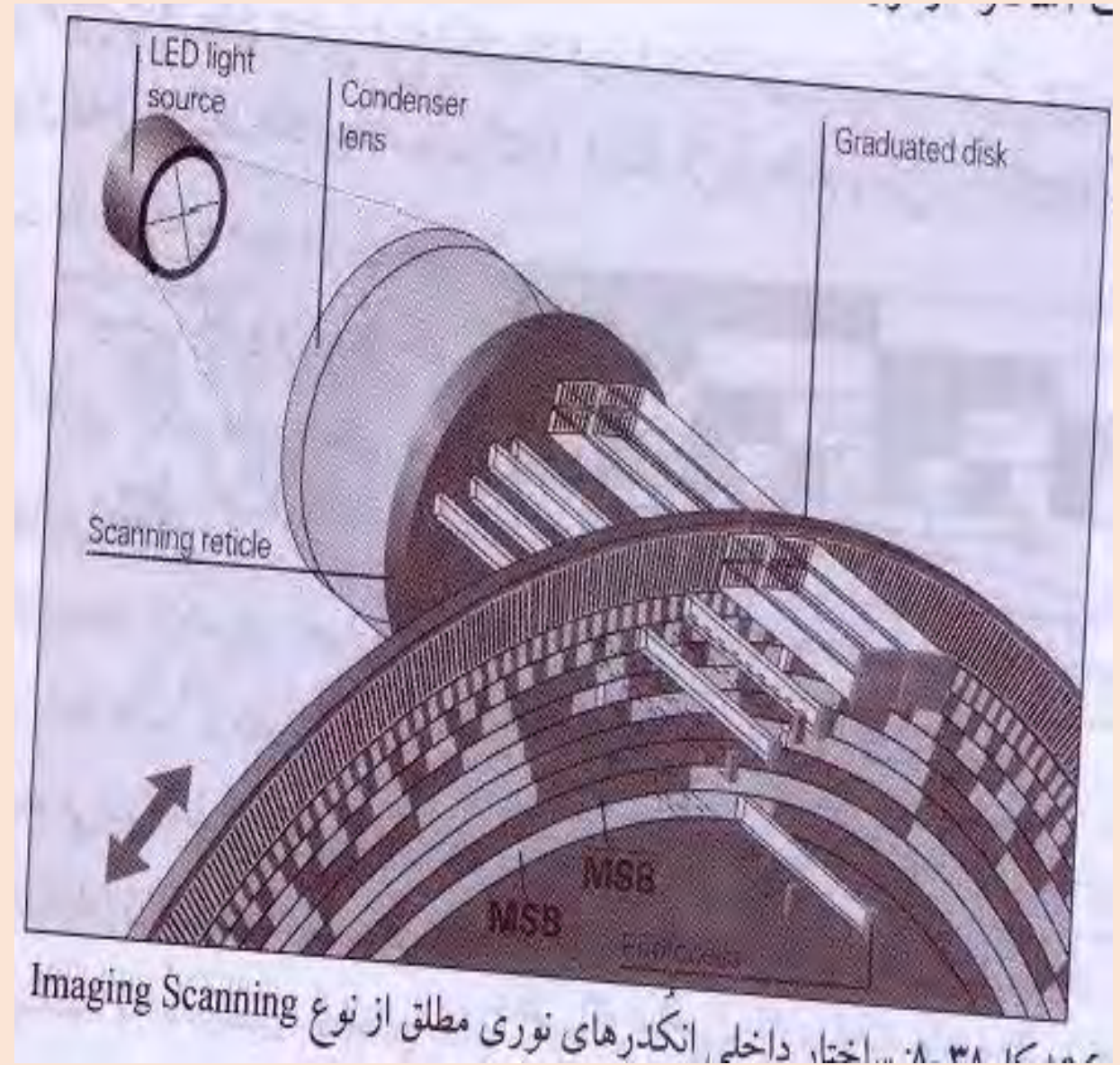


Fig. 2 Exploded view of an incremental optical rotary encoder showing the stationary mask between the code wheel and the photodetector assembly.



Imaging Scanning نوع از نوری انکدرهای داخلی ساختار داخلی

انکودر (Encoder):

وظیفه انکودرها در سیستم، گزارش موقعیت محورها یا موتورها به ماژول NC یا درایو است.

انواع انکودر:

از نظر نوع اطلاعات ارسالی و ساختار داخلی

- مطلق absolut

- نسبی incremental

از لحاظ ارتباط با سیستم کنترل:

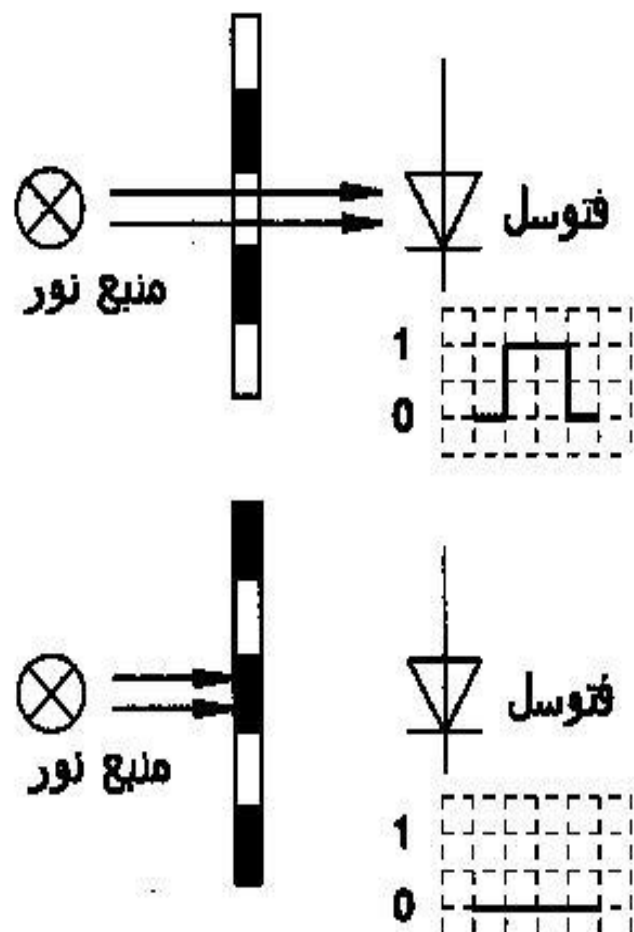
- ارتباط موازی

- ارتباط سریال (شبکه)

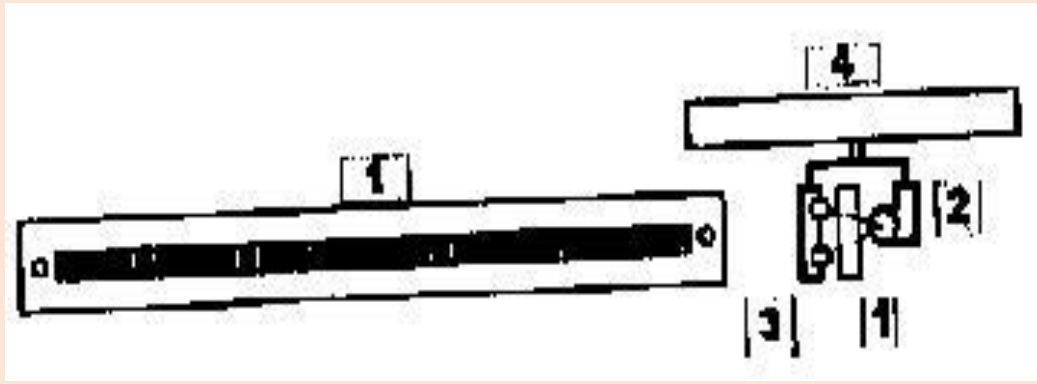
از نظر فیزیکی:

- خطی

- چرخشی



گذر نور از نوارهای تیره و شفاف و دریافت آن توسط آشکارسازهای نوری (فتوسل)



انکودر نسبی از بخش های زیر تشکیل شده است :

خط کشی شیشه ای : صفحه ای شیشه به طول مسیر مورد اندازه گیری که سطح آن با نوارهایی ، به صورت یک در میان تاریک و روشن پوشانده شده این نوارها با دقت زیادی ایجاد شده اند . (1)

منبع نور که می تواند یک LED باشد (2)

سلول های نوری (Photocell) (3)

منبع نور سلول های نوری در دو طرف خط کش قرار گرفته اند . خط کش در امتداد محور ثابت شده است . اما منبع نور و سلول های نوری همراه با محور (4) تغییر مکان می دهند . نورتابیده شده از منبع ، از میان نوارهای تاریک و روشن عبور می کند و به کمک سلول نوری دریافت می شود . این نور متناوب ، تبدیل به یک موج سنسوسوس (سپس مربعی) میشود و توسط کنترل کننده شمرده می شود .

با معلوم بودن عرض نوارها میزان جابه جایی محور، اندازه گیری میشود. این انکودرها قادر هستند در ماشین های CNC موقعیت های محور را با وضوح یک میکرون اندازه گیری کنند.

برای تشخیص جهت حرکت محور ، دو سلول نوری با اختلاف فاز ۹۰ درجه قرار داده شده اند از مقایسه امواج این دو سلول نوری ، جهت حرکت محور مشخص میشود (V_{a1} و V_{a2}) برای تنظیم و کالیبره کردن انکودرها ، یک سلول نوری مجزا ، علامت مرجع (Reference sign) را دریافت می کند. با اندازه گیری فاصله بین دو علامت می توان انکودر را تنظیم کرد.

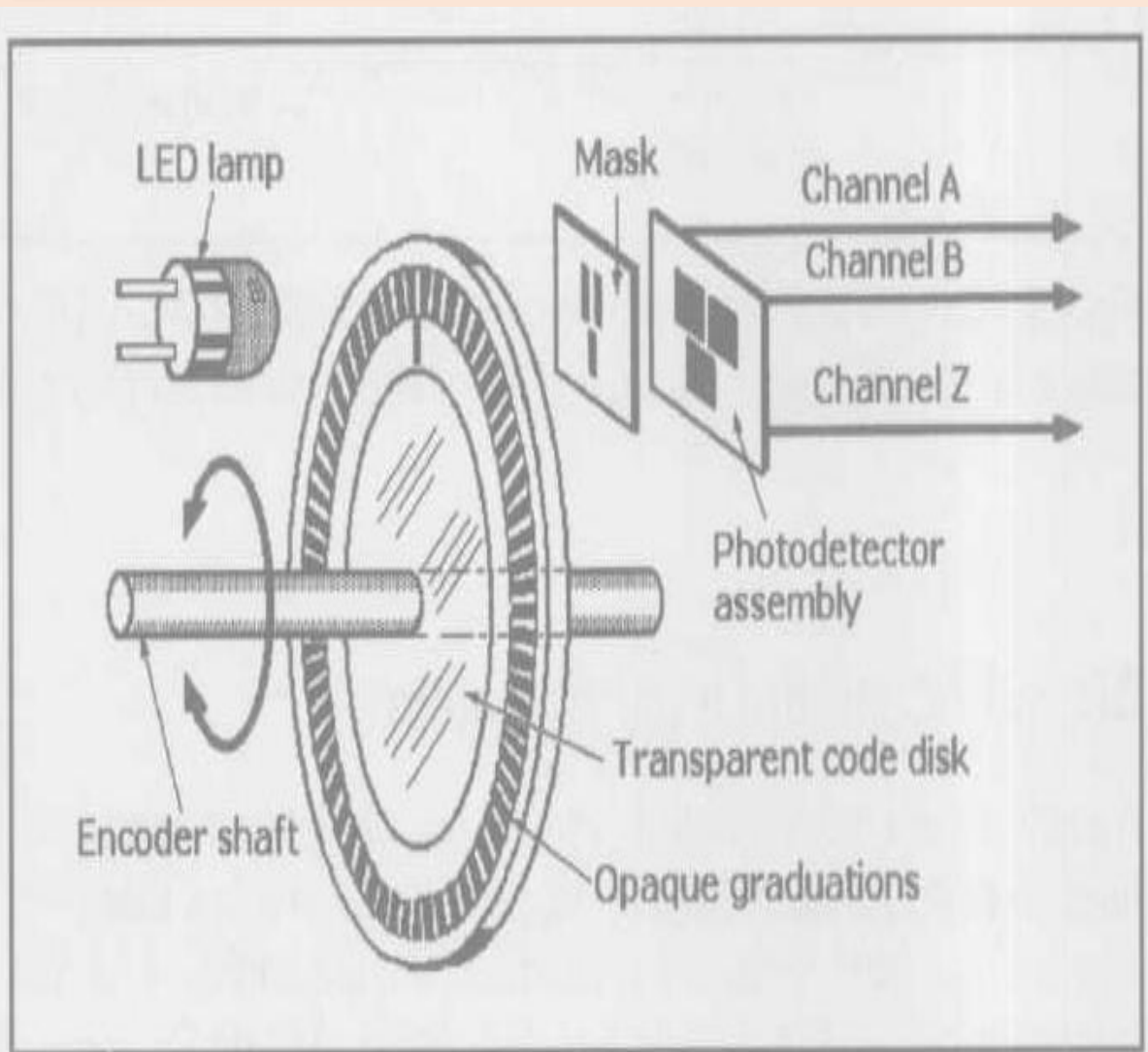


Fig. 1 Basic elements of an incremental optical rotary encoder.

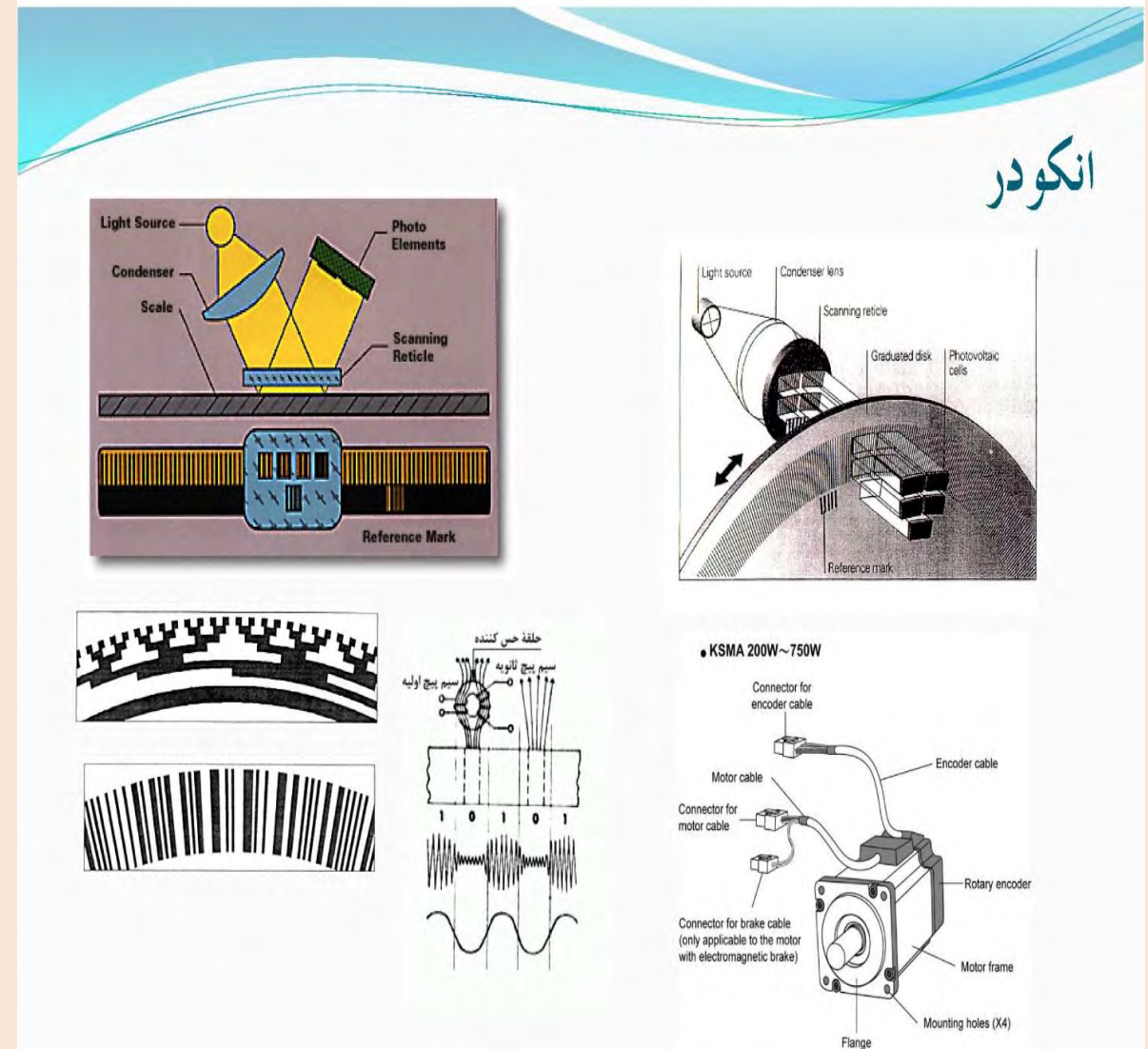
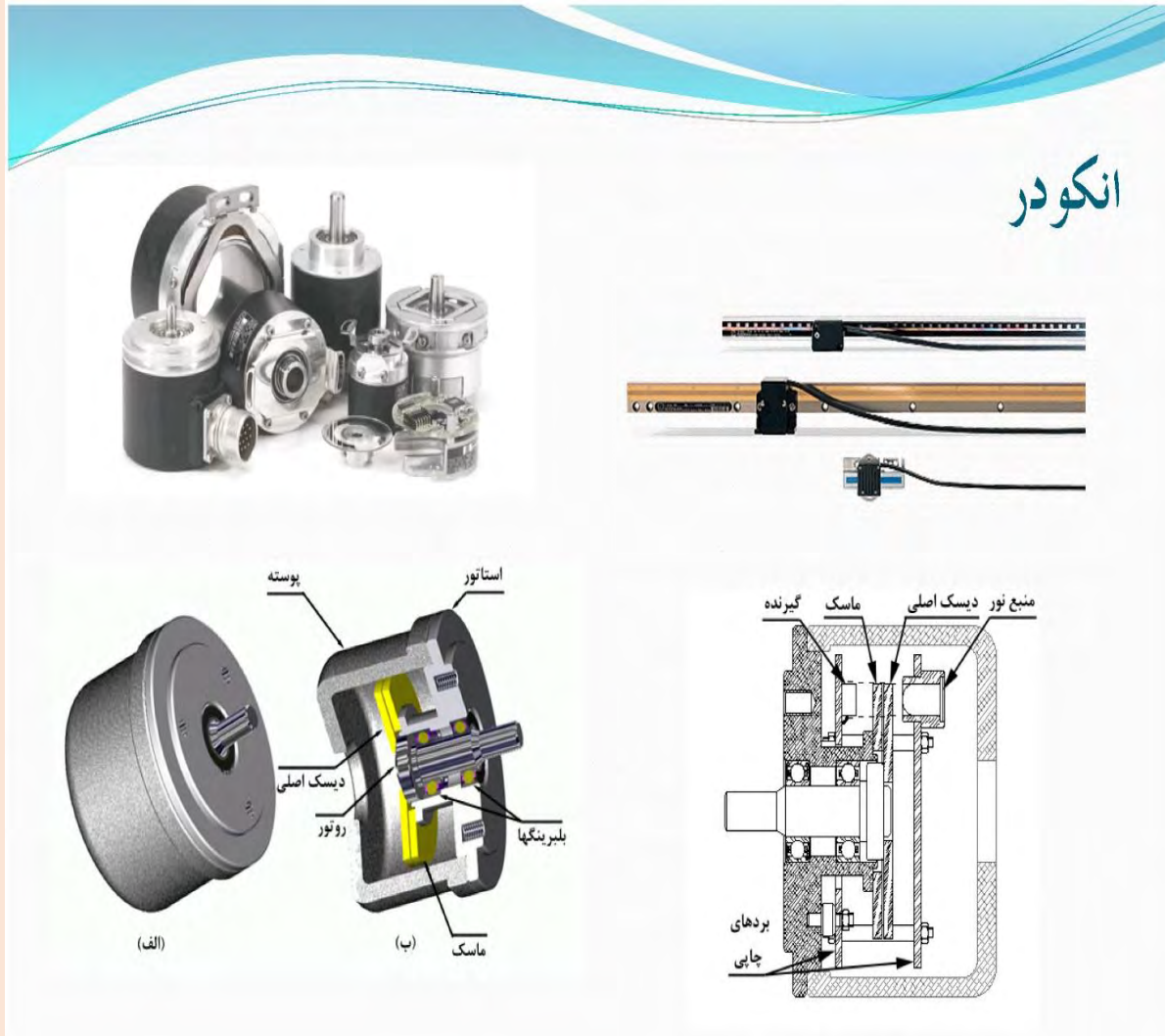
انکودرهای دورانی (shaft/rotary Encoders):

در این انکودرهای نوارهای تاریک و روشن روی یک صفحه دایره ای شکل قرار گرفته و خود این صفحه نیز روی یک محور سوار شده است . منبع نور و سلول نوری به طور ثابت ، در جلو هر صفحه مرور قرار گرفته اند . که این اجزا داخل یک قطعه استوانه ای شکل قرار دارند که روی پیچ ساچمه ای (یا داخل موتور ، روی محور گردان) سوار می شوند . با چرخ پیچ ساچمه ای ، محور انکودر و به همراه آن به صفحه دوار می چرخد و عبور نور از لابه لای خطوط تاریک و روشن انجام خواهد شد. انکودرهای دورانی به موقعیت محورها را به طور غیر مستقیم (Indirect) اندازه گیری می کنند.

نکته: در انکودرهای دورانی- واحد تعمیر و نگهداری باید به طور مرتب این خطا را اندازه گیری کند و مقدار آن را در اطلاعات ماشین (Maehin Data) وارد کند تا CNC در هنگام تغییر جهت محور ، این خطا را در نظر بگیرد .

مقایسه انکودرهای خطی- دورانی :

- انکودرهای خطی مستقیماً موقعیت محورها را اندازه گیری می کنند ، در نتیجه اگر خطایی به علت لقی وجود داشته باشد این خطا انکودر منتقل نمی شود به عبارت دیگر ، تا زمانی که محور حرکت نکرده است ، انکودر جابه جای را ثبت نخواهد کرد.
- انکودرهای دورانی میزان چرخش به پیچ ساچمه ای را اندازه گیری می کند ، با ضرب کردن تعداد دوران در گام پیچ ساچمه ای ، میزان جابجای محور به دست می آید . در نتیجه اگر خطای به علت لقی وجود داشته باشد به انکودر منتقل خواهد شد . در این حالت پیچ ساچمه ای می چرخد ، اما محور به علت لقی حرکتی نخواهد داشت.
- انکودرهای خطی خیلی زود کثیف می شوند ، در حال که آب بندی کردن انکودرهای دورانی و محافظت آنها در برابر گردو خاک و بخارو... راحت است .
- هر قدر محور طولانی تر باشد ، انکودر خطی بزرگتری (و به ناچار گرانتری) لازم است در حالی که انکودر دورانی می تواند برای هر محوری با طول متفاوت استفاده شود .
- به طور کلی باید گفت که انکودرهای خطی دقیق تر از انکودرهای دورانی می باشند .



انرژی چین:

یک مطلب دیگر در دستگاههای CNC نحوه انتقال برق از تابلو برق تا محورها و موتورها می باشد. برای اینکار از انرژی چین یا انرژی گاید استفاده می شود.

سیم ها که دائما در حال باز و بسته شدن می باشند ، در صورتیکه شعاع خمشی آنها از حد معینی کمتر باشد موجب قطع کابل و سیم ها می شود . وظیفه انرژی چین ها تامین حداقل شعاع خمش مجاز می باشد این انرژی چین ها که مانند زنجیر تانک می باشند کابل ها را درون خود می گیرند و با جلو و عقب رفتن محورها شعاع خمش مجازی را برای کابل به دست می دهند.

CPS CABLECHAIN®

TUV CE RoHS

ENCLOSED Type



CPS 036E Type

- Chain material**
CPS-polyamide with glass fiber reinforced, UL94-HB
- Low Noise** : 43 dB (DIN EN 61672-1)
- Applications** :
Gantry robot, Machine Tool, Textile machine, Welding machine, Feeder unit, Assembly loader
- Speed** : 10m/sec
- Temperature** : -30°C ~ +130°C
- Vertical installation Lengths**
- Curve above = max. 2m
- Curve below = max. 40m
- Side Mounted, Unsupported = max. 1,0m
- Load diagrams self-supporting length**



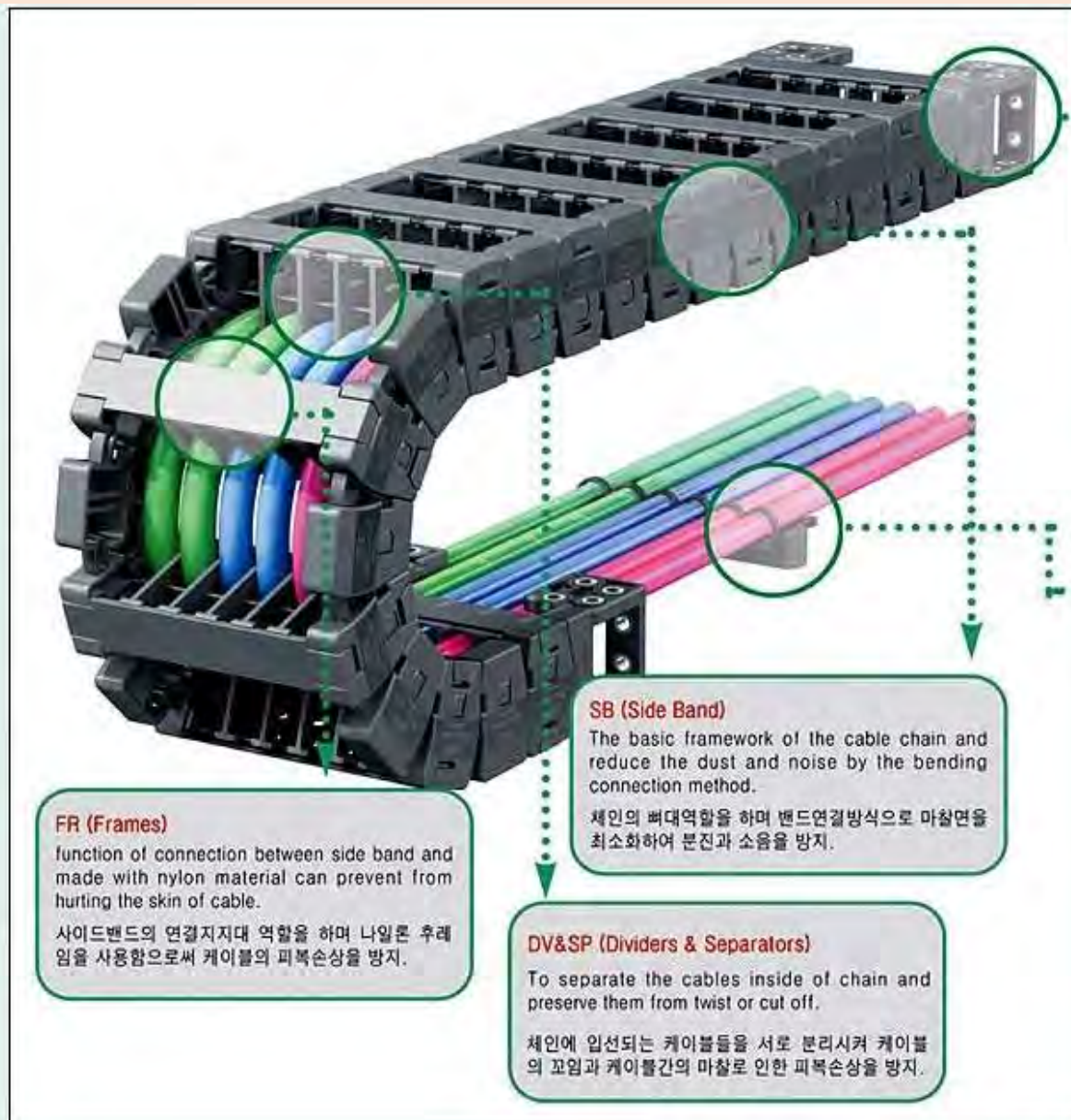
8 Calculation of the chain length

$$L = \frac{L_s}{2} + L_p$$

www.oskoyiballbearing.com

OBC

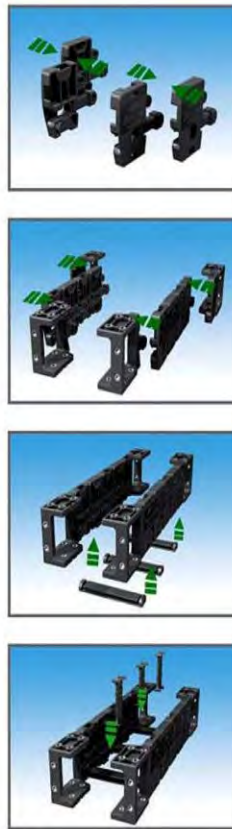
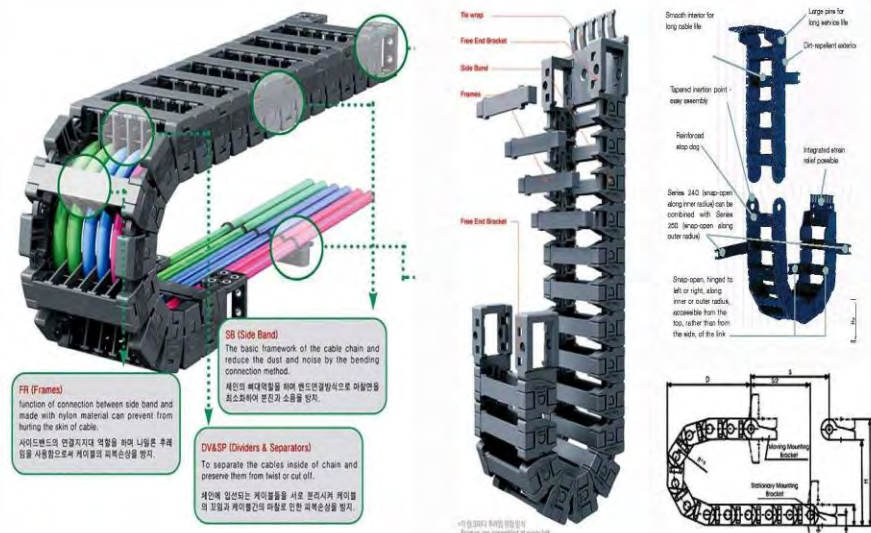
بلیزینگ اسکویی • تلفن: ۳۳۹۱۳۳۲۲ - ۲۱



انرژی چین، انرژی گاید و یا همان محافظ کابل خودمان در حقیقت قطعات پلیمری از جنس پلی آمید می باشند که با خاصیت ضد سایشی، توانایی رفت و برگشت به میزان خیلی زیاد و در طول محور حرکت را دارند و این در شرایطی است که میزان خمش کابل از یک مقدار مشخص کمتر نمی شود.

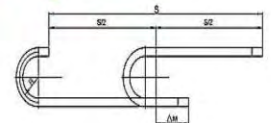
در صورتیکه کابل را به دفعات از یک نقطه به چپ و راست خم نمایید، بعد از چند حرکت سیمهای داخلی تحت کشش قطع می شوند. در صورتیکه اگر کابل را حول یک دایره خم و راست نمایید زمان قطع شدن به شدت به تعویق می افتد. وظیفه اصلی انرژی چین ها همین است. از جمله وظایف دیگر آن حفاظت از کابل در برابر خورد اشیاء و یا قطعات با سیم ها و کابل ها می باشد. بعضی از انرژی گایدها بگونه ای طراحی شده اند که سفاله تراش و یا جرقه در دستگاههای هوابرش و یا پلاσμα جلوگیری می نماید.

انرژی گاید - انرژی چین



Option 2: full-width shelf
This option is available for the snap-open Series 240/250 chains. It is ideal for use in applications involving many thin cables with similar or identical diameters. This shelf slides into place and spans the entire width of the chain.

$$L_K = \frac{S}{2} + \Delta M + K$$

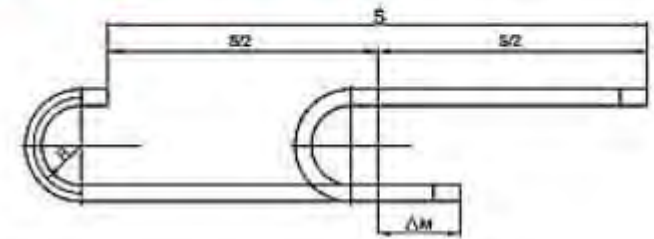


Width X	Part No. Unassembled	Part No. Assembled
0.98 (25)	220-25	221-25
1.50 (38)	220-38	221-38
2.24 (57)	220-57	221-57
3.03 (77)	220-77	221-77
3.54 (90)	220-90	221-90
4.06 (103)	220-103	221-103
4.92 (125)	220-125	221-125

Width X	Part No. Unassembled	Part No. Assembled
0.98 (25)	202	203
1.50 (38)	212	213

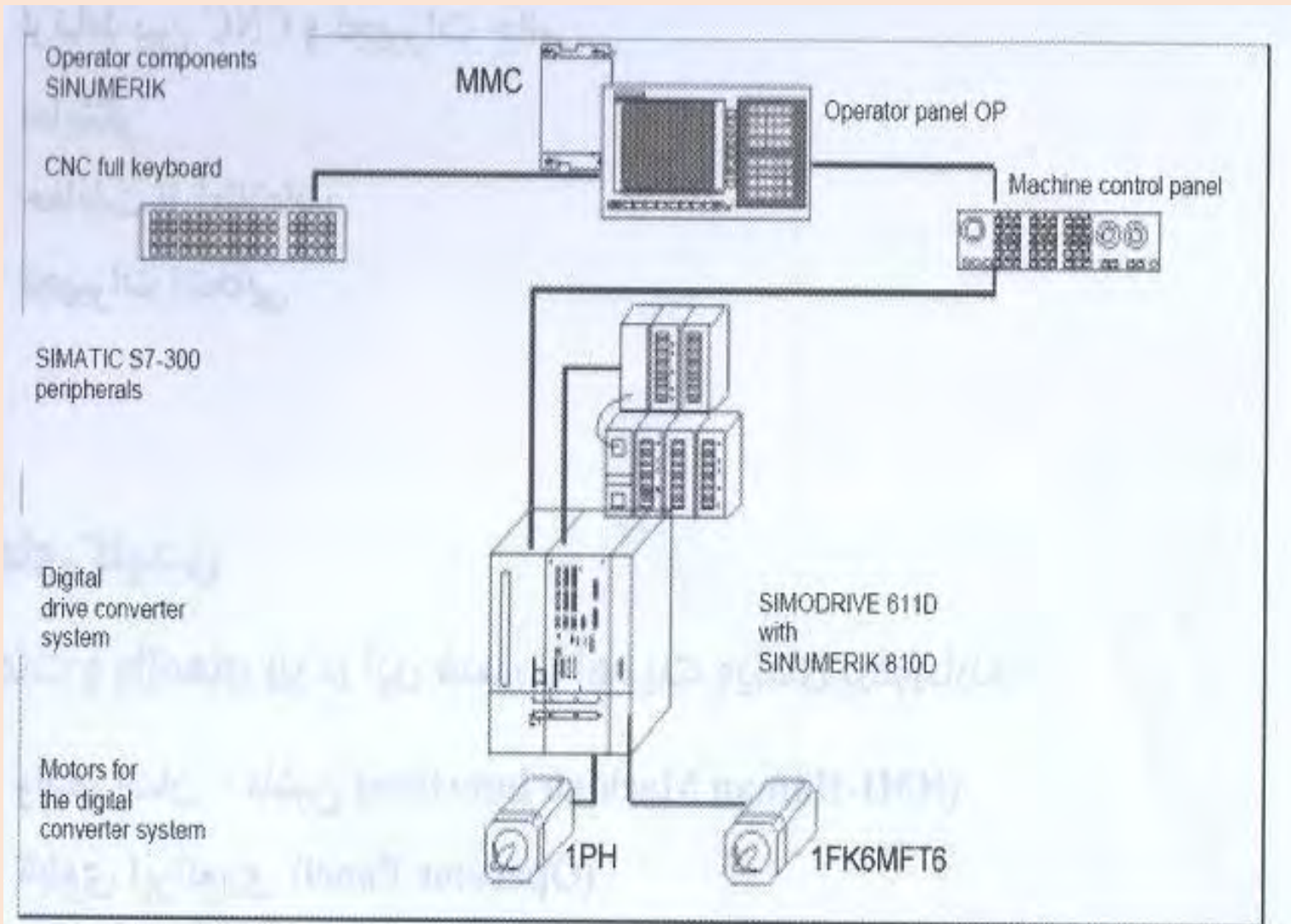
This formula is valid if the fixed end is outside the center of the travel.

$$L_K = \frac{S}{2} + \Delta M + K$$



طول انرژی چین ها

دارای محاسبات ساده ای است . نصف طول حرکت بعلاوه طول منحنی حرکت بعلاوه یه مقدار خیلی کم دقیقا همون دلتا ام که در عکس روبرو نوشته شده . تا اگر یه روزی به دلایلی چندتا از قطعات پلاستیکی انرژی چین ها شکست، صاحب دستگاه چند تا یدک داشته باشد..



ارتباط بخش های مختلف ماشین CNC

ارتباط بین اپراتور و CNC :

مشابه سایر سیستم های کامپیوتر ، اپراتورهای ماشین های CNC نیز با استفاده از یک واسط با سیستم کنترل ارتباط برقرار می کنند این واسطه به طور کلی **HMI** نامیده می شود از دو بخش اصلی تشکیل شده است .

الف - تابلوی اپراتوری (OP)

ب- رابط بین اپراتور و ماشین (Man

MMC (Machin CommuniCation



الف - تابلوی اپراتوری :

سیستم های کنترل 810 D / 840 D / 840 Di شرکت زیمنس از چند نوع تابلوی اپراتوری مختلف استفاده می کنند که اجزای آنها را به طور اختصار توضیح می دهیم .

تابلوی کنترل OP031 : تابلوی کوچک با صفحه کلیدی مشابه سیستم های کنترل قدیمی این شرکت (SINUMERIK 820 / 850 / 880)



اجزای بخش A عبارتند از :

نمایشگر

- (1) کلید انتخاب محیط کاریس ماشین
- (2) کلید برگشت
- (3) کلیدهای انتخاب منوهای افقی
- (4) کلیدهای انتخاب ادامه منوهای افقی
- (5) کلیدهای انتخاب منوهای افقی
- (6) کلیدهای انتخاب منوهای افقی

اجزای بخش B عبارتند از :

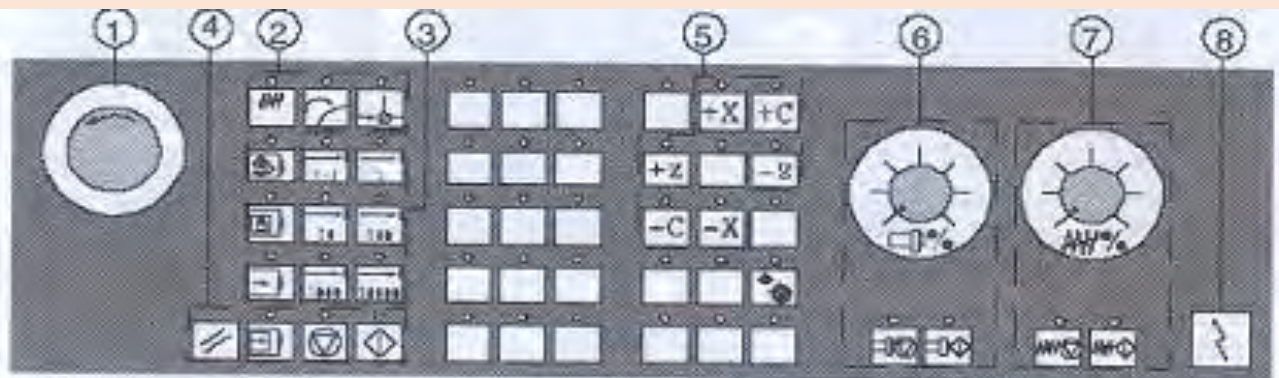
کلید های الفبا

کلید های ارقام

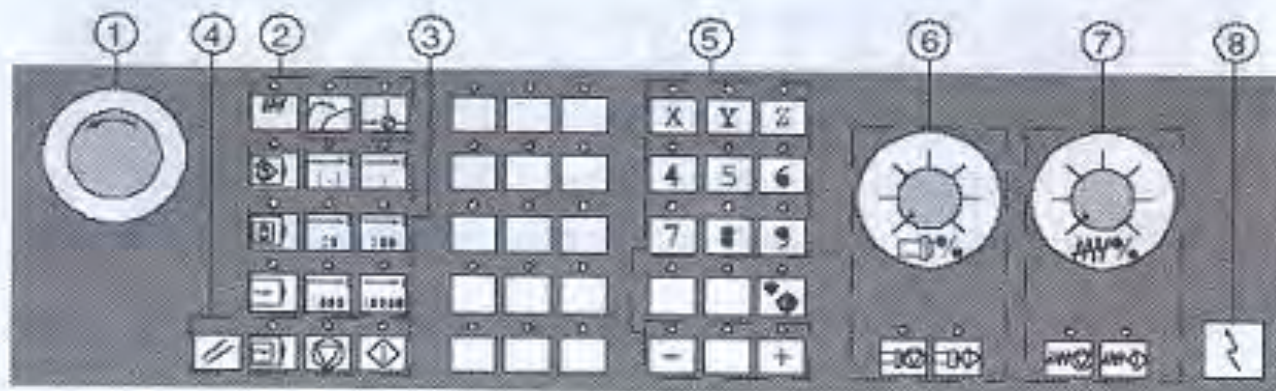
کلید های علائم ریاضی

کلید های سایر کارکترها

کلید های ویرایش برنامه



الف



ب

اجزای بخش C تابلوی کنترل ماشین؛

الف) اجزای ماشین های تراش CNC ب) اجزای ماشین های فرز و ستر CNC

اجزای بخش C عبارتند از:

- (1) ششستی توقف اضطراری
- (2) کلیدهای انتخاب مدهای اجرایی
- (3) کلید های حرکت جزئی
- (4) کلیدهای شروع و توقف اجرا
- (5) کلیدهای انتخاب محورها برای کارهای دستی
- (6) کنترل سرعت اپنیل
- کنترل پیشروی محورها
- (8) سوئیچ حفاظت از اطلاعات

ب- رابط بین اپراتور و ماشین (Man Machin) MMC (Communi Catiun



MMC100.2



MMC103

کامپیوتر شخصی صنعتی به عنوان رابط انسان - ماشین

شرکت زیمنس (Siemens) یک کامپیوتر شخصی را به عنوان واسطه بین ماشین و اپراتور قرار داده است ، با پیشرفت صنعت کامپیوتر و قویتر شدن PC ها ، این واسطه نیز کاملتر و قویتر شده است . به عنوان مثال ، در ابتدا از MMC100 استفاده می شود که یک کامپیوتر 80486 بود . سیستم عامل این کامپیوتری Dos و بدون دیسک سخت بود ، در حال حاضر از MMC103 استفاده می شود که یک کامپیوتر پنتیوم (Pentium) با سیستم عامل Windows XP و دارای یک دیسک سخت است .

حافظه NCU

ساختار حافظه NC :

حافظه سیستم NC به سه بخش زیر تقسیم می شود :

حافظه استاتیک (SRAM-static RAM)

حافظه دینامیک (DRAM-Dynamic RAM)

کارت حافظه PCMCIA

حجم قسمت‌های مختلف حافظه در مدل‌های متفاوت NCU

	DRAM	SRAM	PCMCIA
NCU 581.4	32 MB	4 MB	8 MB
NCU 571.3	2 x 4 MB	4 MB	8 MB
NCU 571.4	32 MB	4 MB	8 MB
NCU 572.3	32 MB	2 MB	8 MB
NCU 572.4	32 MB	4 MB*	8 MB
NCU 573.4	64 MB	4 MB	8 MB
NCU 573.5	64 MB*	3 MB*	8 MB

حجم حافظه اختصاص داده شده به هر بخش بستگی به مدل و شماره نسخه NCU دارد. جدول زیر نشان دهنده حجم قسمت‌های مختلف حافظه در مدل‌های متفاوت NCU است.

Memory

اطلاعات برنامه (CNC part programs): انواع مختلف برنامه مانند برنامه اصلی، زیر برنامه و ... در بخش حافظه برنامه ذخیره خواهند شد.

اطلاعات ابزارها: اطلاعات هندسی و جانبی در مورد ابزارها در بخشی از حافظه که Tool Offset یا Tod Table نام دارد، ذخیره خواهد شد.

اطلاعات هندسی: ویژگی های دستگاه مختصات، مانند مختصات صفر قطعه کار، .. در فایل Zero Offset ذخیره می شوند.

اطلاعات متفرقه: مقایر متغیرهای در برنامه نویسی پارامتریک نیز می توانند در بخشی از حافظه ذخیره شوند.

اطلاعات ماشین (Machine data)

**انواع اطلاعاتی که باید
به حافظه CNC سپرده
شود،**

اطلاعات ماشین (Machine data) :

- سیستم کنترل CNC، نیاز به اطلاعاتی در مورد پیکربندی (ConFiguration) ماشین خود دارد تا بتواند بخش های مختلف ماشین را کنترل کند. بخشی از این اطلاعات عبارتند از: طول مسیر (Course) محورها، حداکثر سرعت محورها، حداکثر سرعت اسپیندل (Spindle) مختصات نقاط روشن محورها، مختصات محدود کننده ها (Limit switch) پارامتر های کنترل موقعیت، کنترل سرعت ضریب بهره (Gain Factor) و

این اطلاعات در قسمتی از حافظه که به نام Machin prameters یا Machin Contants نیز خوانده می شود ذخیره می گردند، CNC یا خواندن این اطلاعات می تواند ماشین را بشناسد و کنترل کند. این اطلاعات بسیار مهم و حیاتی می باشند و معمولاً با کلمه عبور (Password) یا سوئیچ حفاظت می شوند.

Memory

هر ماشین دیتا در سیستم کنترل دارای شماره است و ماشین دیتاهایی که مرتبط با تنظیمات یک بخش خاص از سیستم کنترل می باشند . به صورت پشت سرهم و در یک ناحیه گنجانده شده اند

ماشین دیتاها در HMI ، ماشین و از مسیرهای متفاوتی قابل تنظیم و دسترسی می باشند .

ماشین دیتاهای سیستم کنترل 840 D / Di را می توان به شش بخش زیر تقسیم کرد:

1. ماشین دیتاهای عمومی (Generd Machine Data)
2. ماشین دیتاهای مرتبط با کانال ها (Channel Specifc Machine Data)
3. ماشین دیتاهای مرتبط با محور (Machine Data Axis Speufic)
4. ماشین دیتاهای مرتبط با پارامترهای تنظیم سیستم (Settling DATA) که به سه دسته General ، Chanel ، Speufic تقسیم می شوند.
5. ماشین دیتاهای مرتبط با صفحه نمایش (Machine Data Display)
6. ماشین دیتاهای مرتبط با درایوها (Machine Data Drive)

برای تغییر ماشین دیتاهای که باعث تغییر ساختار حافظه استاتیک می شوند. باید از دستور العمل خاص زیر استفاده شود :

1. تغییر ماشین دیتای مورد نظر
2. تهیه نسخه پشتیبان از NC با استفاده از منوی
SERIES STATUP ARCHIVE
3. انجام NCK RESET
4. برگرداندن نسخه پشتیبان تهیه شده از گام ۲

نکته: تغییر بعضی از ماشین دیتاها سیستم ، منجر به تغییر ساختار فضای حافظه سیستم می شوند .

تغییر فضای حافظه سیستم حداکثر مواقع ، منجر به از دست دادن تنظیمات سیستم ، مانند ماشین دیتاهای درایو ، برنامه های NC و ... می گردند. تغییر ماشین دیتاهای که ساختار SRAM را تغییر می دهند ، همواره باعث از دست رفتن مقادیر ماشین دیتاها می شود . در حالی که تغییر ماشین دیتاهای که ساختار DRAM را تغییر می دهند تنها در حالتی باعث از دست رفتن مقادیر ماشین دیتاها می شوند که تغییر ماشین دیتا باعث افزایش مقدار حافظه DRAM نسبت به قبل شود .

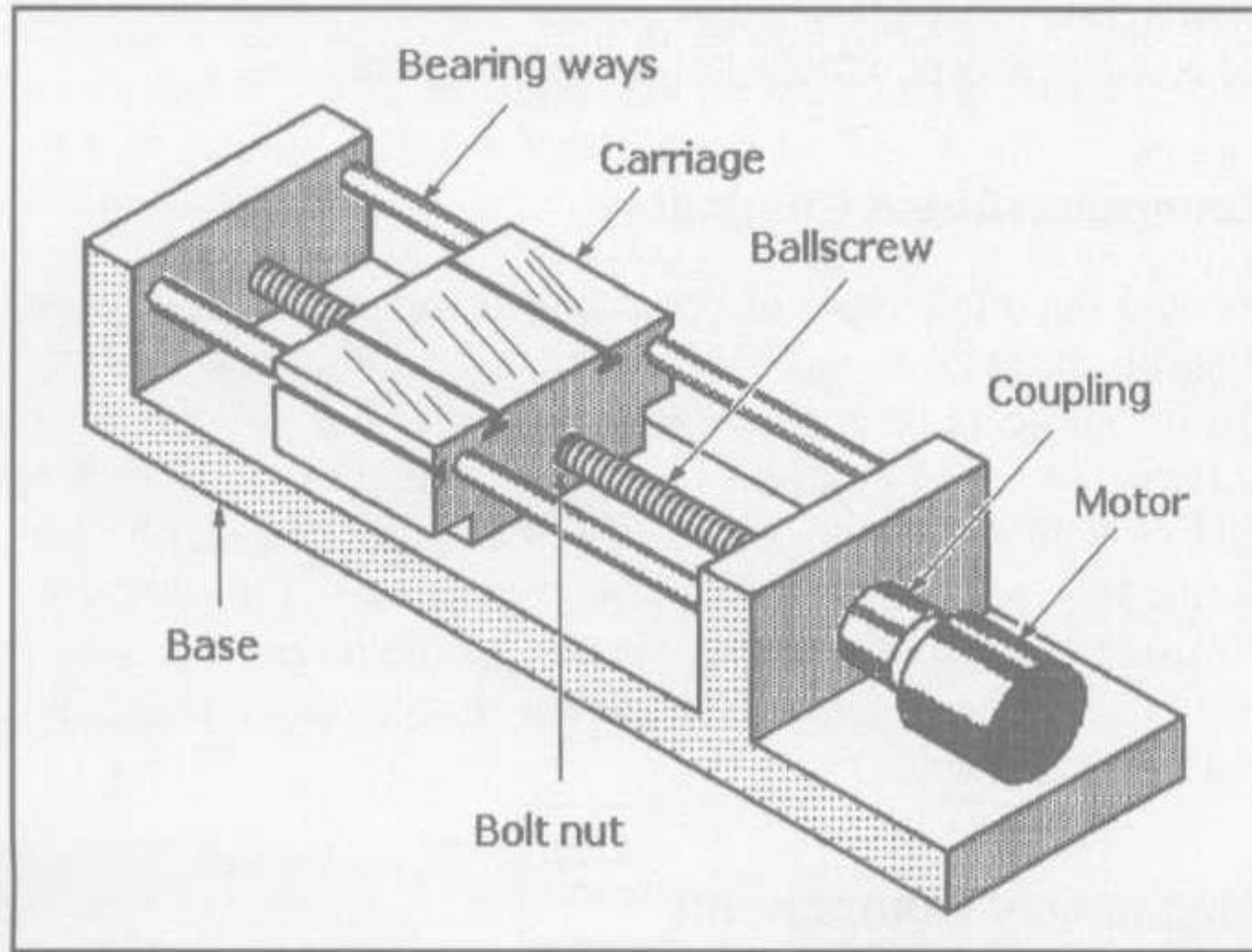


Fig. 6 Ballscrew-driven single-axis slide mechanism without position feedback sensors.

اجزای مکانیکی

تجهیزات مکانیکی ماشین های CNC:

- پیچ ساچمه ای (Ballscrew)
- انواع اسپیندل (Spindle)
- سیستم خودکار تعویض ابزار (Automative Tool Changr)
- سیستم خودکار تعویض پالت (Automative Pallet Changer)
- سیستم روغن کاری (LubriCating System)
- سیستم خنک کاری (cooling system)
- سیستم جمع آوری و تخلیه براده (Chip Conveyor)

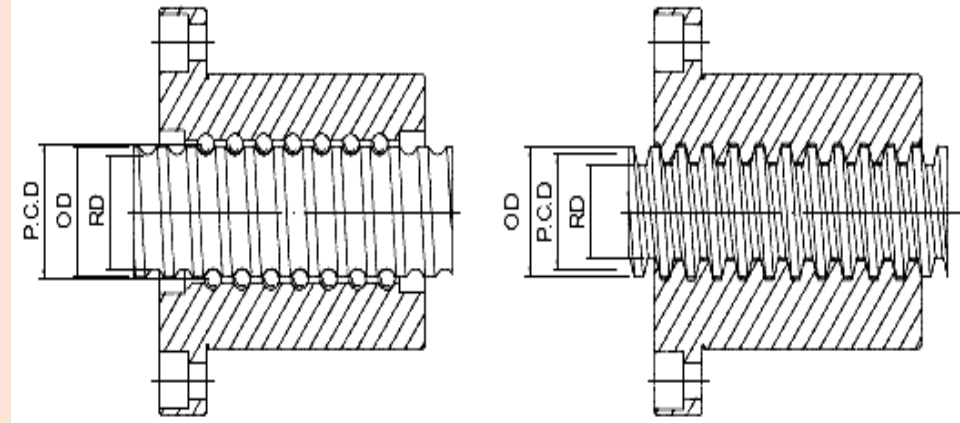
Ball Screw

پیچ ساچمه ای:

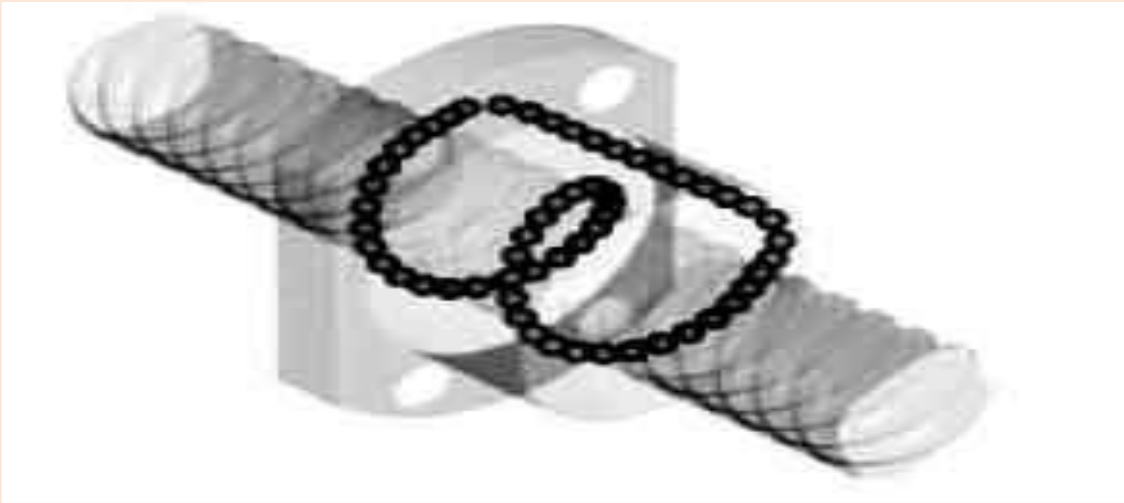
در قدیم الایام که تکنولوژی بال اسکرو کشف نشده بود ، جهت حرکت و جلو و عقب بردن میز ها و محور ها از سیستم پیچ و مهره استفاده می شد . از آنجائیکه در اثر حرکت های لغزشی موجود بین دو سطح پیچ و مهره باعث سایش و خوردگی و در نتیجه لق شدن مکانیزم حرکت می شد به فکر افتادند و تغییراتی در نوع دنده های پیچ و مهره دادند و بجای استفاده از پیچ و مهره با سطح مقطع مثلثی ، از پیچ و مهره با سطح مقطع دوزنقه و تا حدی مستطیلی استفاده کردند . این مدل پیچ و مهره ها هم اکنون نیز در میز دستگاه های فرز و تراش معمولی به وفور به چشم می خورد . از یک طرف باید برای روان کار کردن این سیستم یک لقی مشخصی بین پیچ و مهره بوجود می آوردند و از طرف دیگر به مرور زمان این پیچها نیز سائیده شده و دقت خود را از دست می دادند . پیچ وقتی راستگرد می شد ، یکطرف مهره درگیر بود و وقتی چپگرد می شد ابتدا لقی طی می شد تا به طرف دیگر برسد و سپس طرف دیگر درگیر می شد **اختراع دیگری سبب شد تا میزان بسیار زیادی از این مشکل حل شود و آن سیستم لید اسکرو بود . در این سیستم ، به جای استفاده از یک مهره ، از دو مهره استفاده می شد و بین دو مهره فنری قرار داشت . این فنر توسط پیچ هایی تنظیم می شد و باعث می گردید در هر صورت دو طرف مهره ها درگیر باشند و با چپگرد و راستگرد شدن ، لقی به حداقل برسد و در جائیکه پیچ خورده شده ، فنر باز شده و خود را تنظیم نماید .** سیستم بسیار عالی بود ولی همچنان یک مشکل داشت و آن لغزش سطوح بود . اختراع بال اسکرو این مشکل را حل کرد و دنیایی جدید را در برابر صنعت گشود . مکانیزم حرکت بال اسکرو همانند حرکت بلبرینگ ها می باشد بین سطوح هیچ لغزشی نیست و مبنای حرکت غلتش کامل است . در سیستم پیچ و مهره ، با اضافه شدن نیرو مثلا وزن ، بر طبق فرمول اصطحاک ، نیرو در ضریب اصطحاک ضرب می شد و نسبتی خطی را به دست می داد یعنی هرچه نیرو بیشتر ، اصطحاک بیشتر و نیروی مورد نیاز جهت چرخش هم بیشتر می شد . **در سیستم بال اسکرو لغزش نیست و غلطش می باشد .**

Ballscrew

ACME Screw



Ball Screw

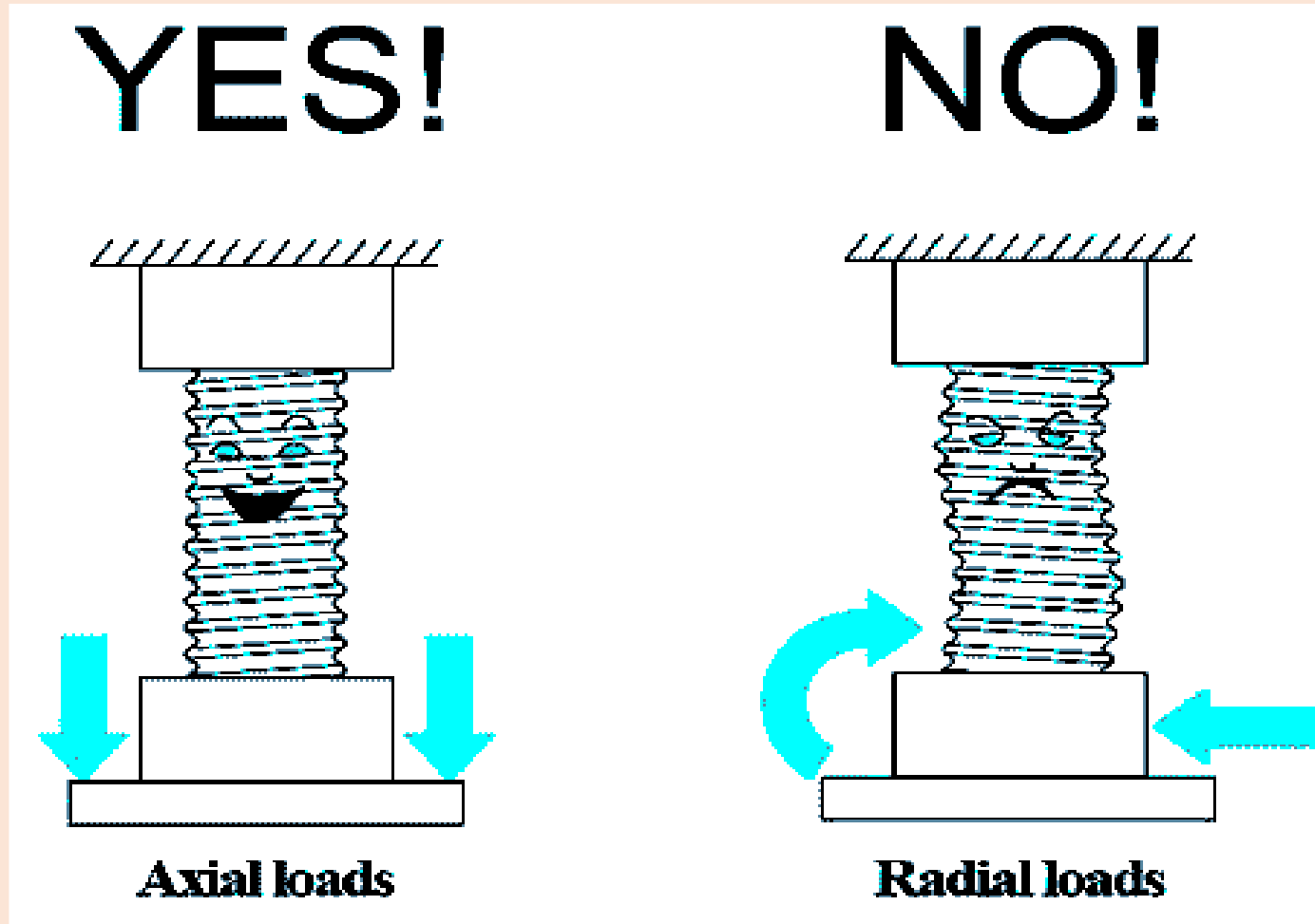


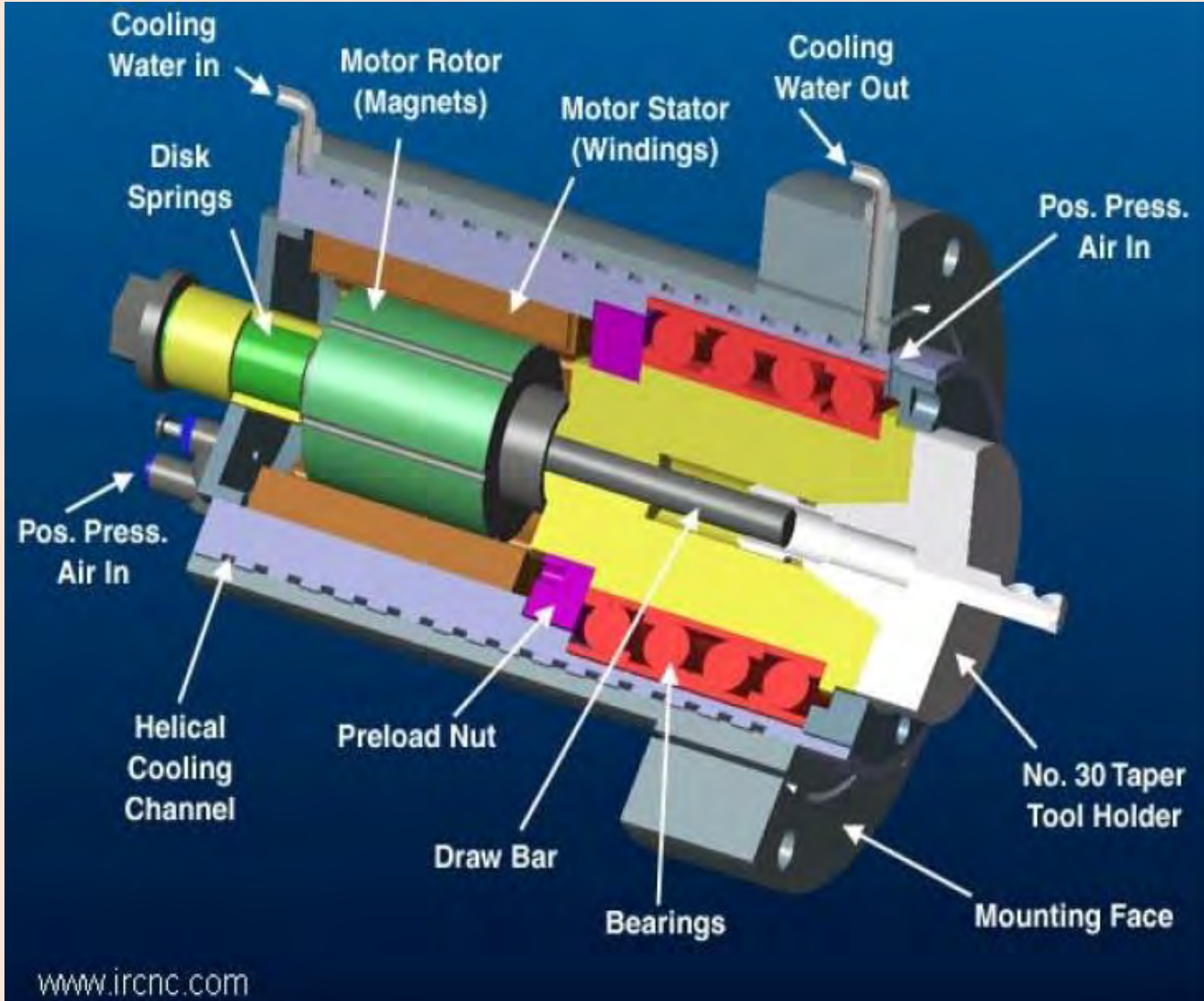
برای تأمین حرکت پیشروی محورها (میز یا

ابزارگیر) معمولاً از مکانیزم Ball Screw استفاده میشود برای سهولت حرکت و به حداقل رساندن سایش ولقی از نوعی پیچ و مهره خاص با گام مشخص استفاده میشود که فضای بین پیچ و مهره با ساچمه های بسیار دقیق پر شده است به این ترتیب بین پیچ و مهره عمل غلطش صورت میگیرد نه لغزش و با وجود ساچمه های دقیق لقی در هنگام معکوس شدن جهت حرکت به حداقل میرسد و حرکت بسیار نرم و دقیق را حاصل مینماید به این اساس به راحتی میتوان به یک ماشین CNC فرمان حرکتی معادل ۵,۵۵۳ میلیمتر را داد و انتظار حرکت دقیق را هم داشت.

نکته:

بال اسکرو فقط و فقط باید نیروهای عمودی را تحمل کند. اجازه دهید سایر نیروها توسط ریل ها و واگنها تحمل شوند.





اسپیندل:

در ماشین های ابزار اسپیندل (Spindle) به یک محور دوار گفته می شود که در اغلب موارد یک شفت در مرکز آن قرار دارد. یک ماشین ابزار ممکن است دارای چند اسپیندل باشد که به بزرگترین آنها اسپینیل اصلی (Main Spindle) گفته می شود .

انواع اسپیندل :

- در گروه اول اسپیندل و موتور هر کدام به طور مجزا می باشند و توسط یک رابط (Coupling) بهم متصل می شوند و معمولاً سرعت پایینی دارند
- در گروه دوم اسپیندل و الکتروموتور با هم ترکیب شده اند ، در حقیقت در داخل یک موتور تجهیزات و متعلقات ابزارگیر گنجانده شده اند . و عموماً دارای سرعت های بالا و اتلاف توان پایین می باشند . به این نوع اسپینل ها الکترو اسپیندل (eletctro Spindle) گفته می شود .

اسپیندل موتور

ISO 9001
IMQ

موتور-اسپیندل های سریع

تعداد شرکت ELTK دنیا
تعداد اسپیندل تا ۴۰۰۰۰ عدد
تخصص خودکار و دستی ابزار
برای انواع مواد: فولاد، آلومینیوم، پلاستیک
برای انواع عملیات: رنگ کردن و غیره

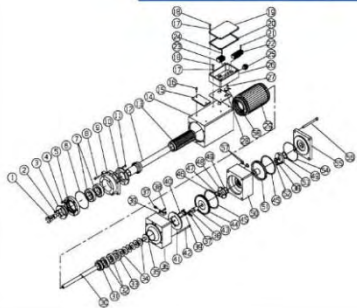
HSK 40, 63
ISO 20, 30, 40
ER 11, 25, 32, 40
Standard shaft

FIMEC

HIGH
FREQUENCY
SPINDLE
MOTORS
Catalogue



RICAMBI - SPARE PARTS TMA



اسپیندل موتور

HSD
MECHATRONIC
DIVISION



HSD ES 929L 4P 18,00kW H1
MECHATRONIC DIVISION Flüssigkeitsgekühlt Liquid cooling

ASINCHI-FREILE
LÄRMGE-MITTEL
DREHSTROM-
ANNEHMENMOTOR

Ta 20°C
Ins. Cl. F

380V
400Hz
12000 rpm

S1 continuous
18 kW, 21,5 Hz

S1 A

S6 60%
18 kW, 24,1 Hz

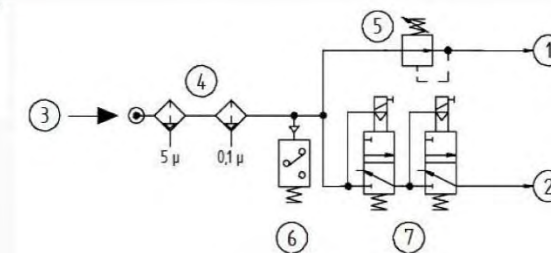
Peak Power:
Synchronleistung
28 kW, 37,5 Hz

Poles: 4 IP 54
Cosφ = 0,79 30 Kg
η = 0,90 34 Kg

MAX RPM

18000	26000
20000	28000
22000	
24000	

CE
IEC 60334-1 LL 04/2008



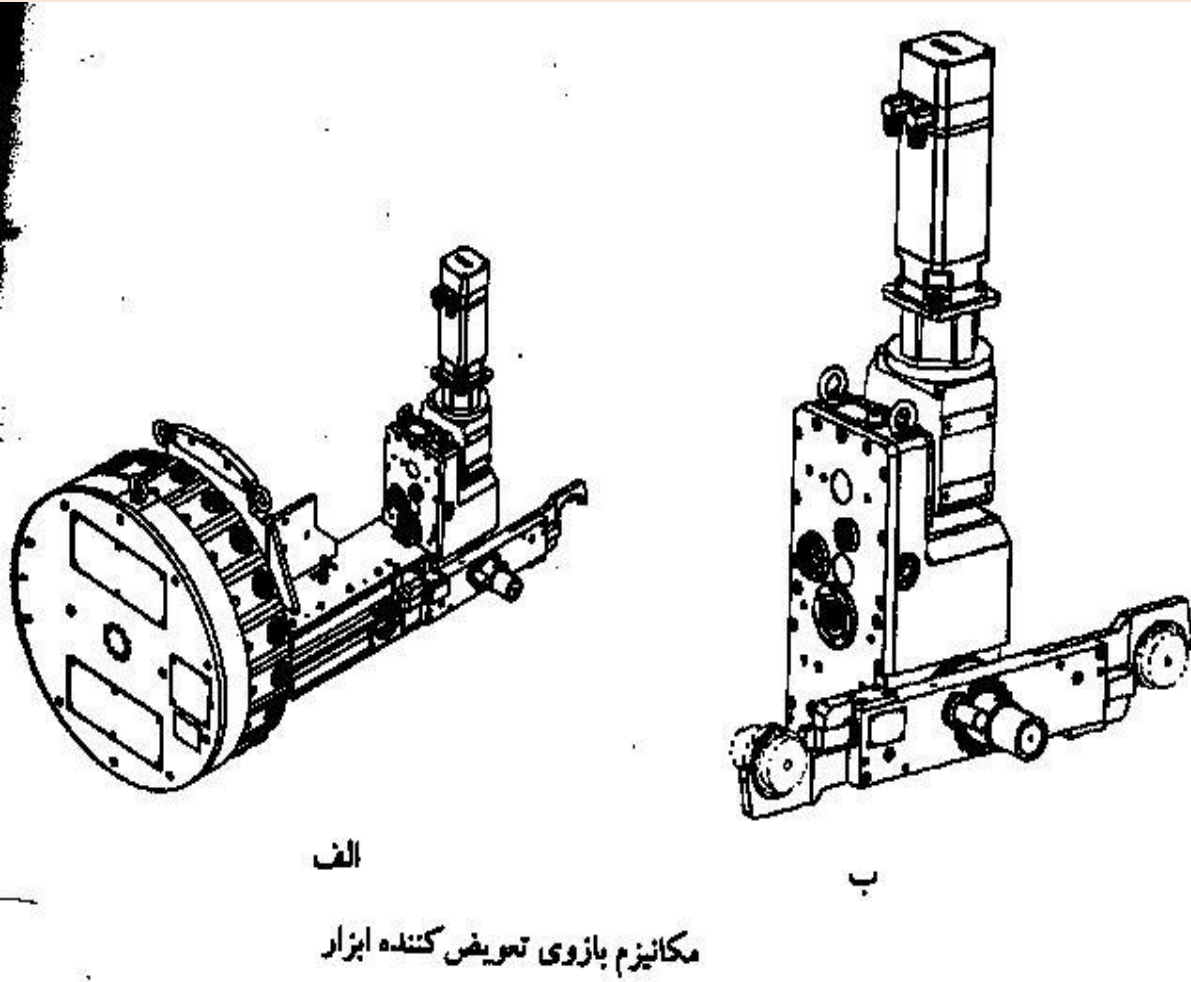
Typical compressed air connection diagram

Number	Description	Model	Pressure
1	Cone cleaning and pressure air inlet	ES775	4 bar (58 PSI)
		ES779, ES789	4 bar (58 PSI)
2	Tool holder release air inlet	ES775	6 / 7 bar (85/100 PSI)
		ES779, ES789	10/12 bar (145/174 PSI)
3	Factory air supply inlet	ES775	6 / 7 bar (85/100 PSI)
		ES779, ES789	10/12 bar (145/174 PSI)
4	Compressed air filtration/drying group with automatic condensate drain: first stage 5µ and second stage 0.1µ		
5	4 bar (58 PSI) pressure regulator		
6	Pressure switch		
7	Pair of 3 way, monostable solenoid valves		

تعویض کننده خودکار ابزار : (ATC- Automatic Tool Changer)

در ماشینهای سنتر CNC ، برای کاهش زمان تعویض ابزار و بالا رفتن تیراژ تولید، کلیه ابزارهای مورد نیاز را در جایی به نام مخزن (انباره) (Tool Magatin) قرار می دهند . مخزن میتواند بچرخد و ابزار مورد نظر را در موقعیت مناسب برای تعویض قرار دهد . تعبیه ابزارها در داخل انباره می تواند به صورت دستی توسط اپراتور صورت گیرد یا از طریق قرار دادن در اسپینیدل و ارسال به انبار انجام شود .

برای قرار دادن ابزار در اسپینیدل اسپینل ، از تجهیزات متنوعی استفاده میشود که برخی از آنها دارای بازو (Arm) و گیره (Gripper) می باشند و برخی نیز به طور مستقیم ابزار را در داخل اسپینیدل قرار میدهند نکته مهم در تعویض کننده های ابزار ، هم محوری اپینل با ابزار موجود بر روی تعویض کننده ابزار است . در بسیاری از ماشین ها ، به کمک Sensor ، قرارگیری اجزای سیستم در موقعیت مناسب بررسی میشود سیگنال لازم به PLC فرستاده میشود . LEDهای تعبیه شده روی این حسگرها به تعمیر کار به کمک می کنند که در یابد آیا تجهیزات در جای خود صحیح قرار گرفته یا نه .



الف

ب

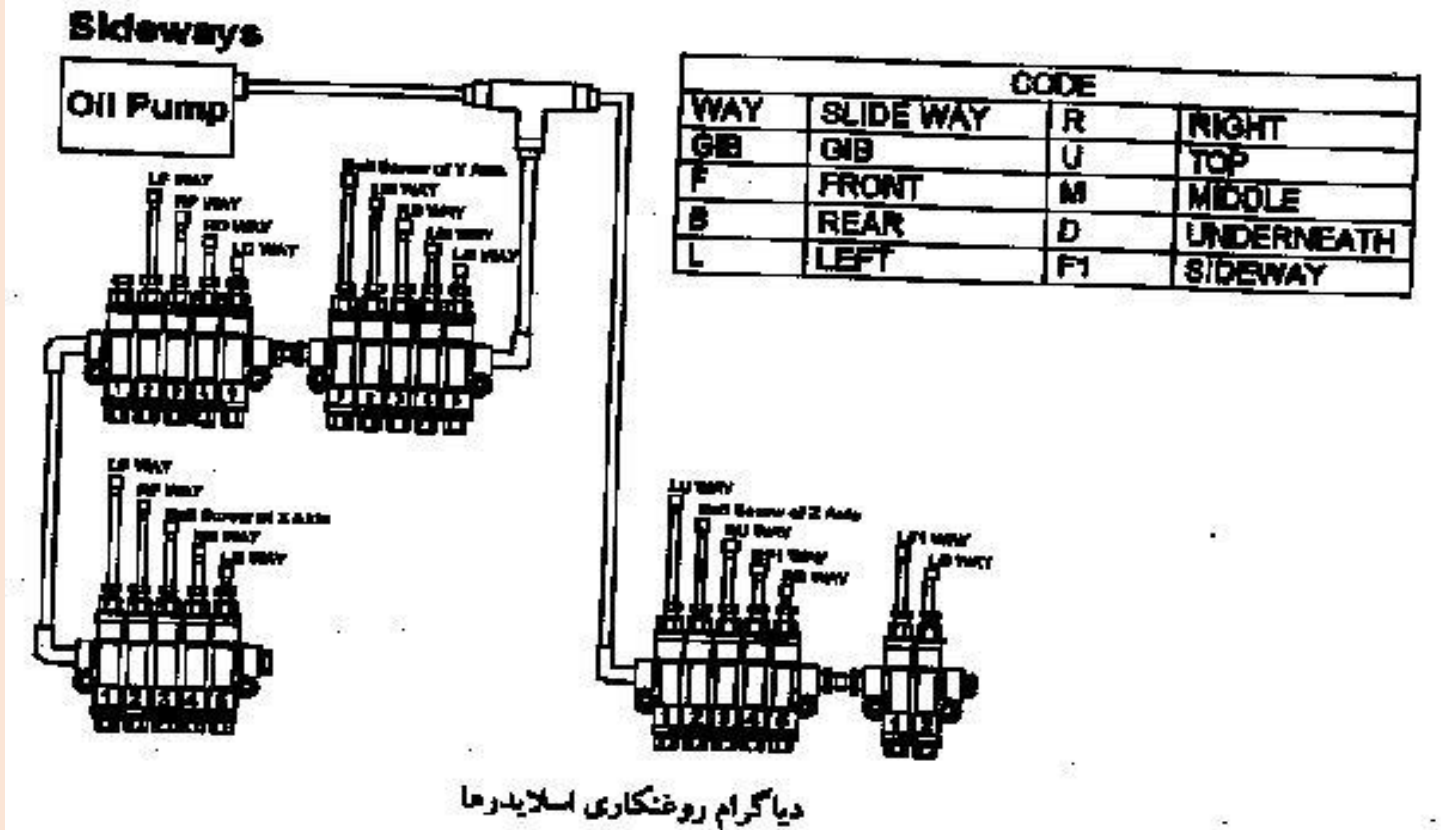
مکانیزم بازوی تعویض کننده ابزار

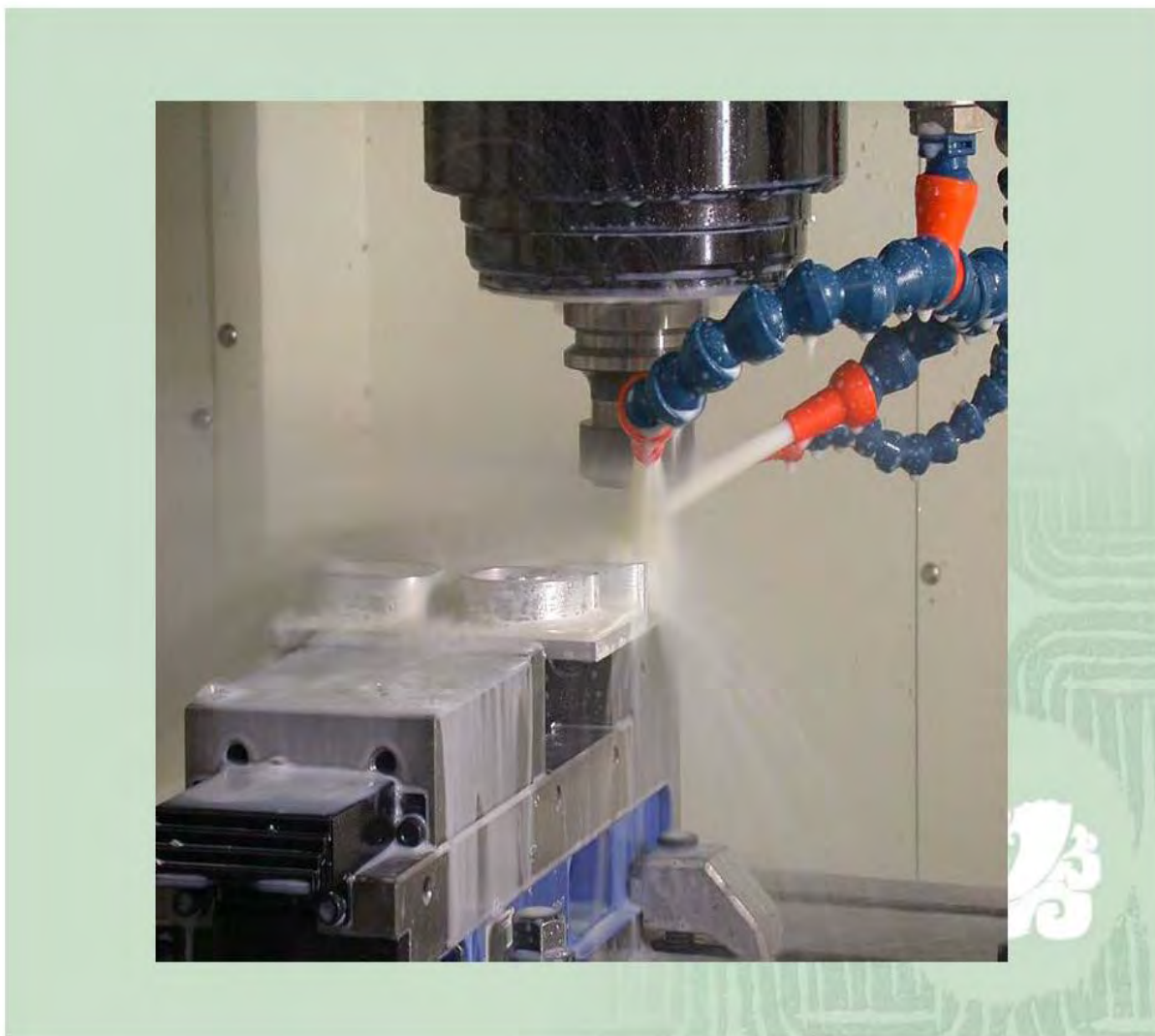
تعویض کننده خودکار پالت (APC-) : (Automatic Tool Changer)

این تجهیز بر روی ماشینهای افقی و برای کارهای سریع و تیراژهای به کار می رود .
در صورت استفاده از این مکانیزم ، این قابلیت وجود دارد که وقتی عملیات
ماشین کاری بر روی قطعه در حال انجام است ، اپراتور ماشین امکان برداشتن
قطعات تمام شده و کنترل آنها یا گذاشتن قطعات خام را داشته باشد .
نکته اصلی در این سیستم قرار گرفتن صحیح پالت در موقعیت اصلی پس از
تعویض پالت است که با قرار دادن یک ساع اندازه گیری بر روی محور ایسندل،
قرار دادن نوک ساعت بر روی دیواره جانبی پالت و حرکت ساعت، به سمت جلو
و عقب، میزان انحراف یا نسبت به موقعیت اصلی آن قابل اندازه گیری است.

سیستم روغن کاری اسلایدرها:

برای کاهش اصطکاک در اسلایدرها یک سیستم روغن کاری و مرکزی طراحی و ساخته شده که در فواصل زمانی معین (در برنامه PLC) یا با فشار دادن یک شستی روی تابلو اپراتوری، محل مورد نظر را روغن کاری می کنند مدت زمان روغن کاری نیز در برنامه PLC تعریف شده است .





سیستم خنک کاری:

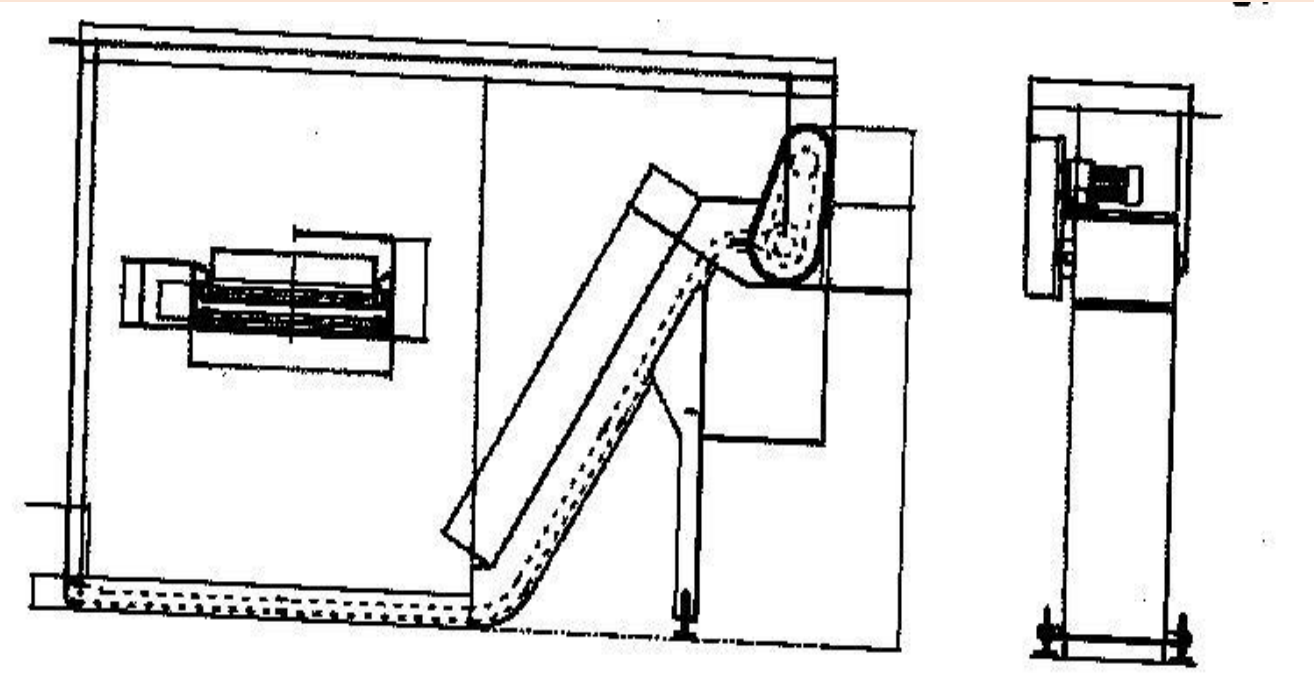
برای انتقال دمای ناشی از عملیات ماشین کاری و دور کردن براده ها از منطقه برش از یک سیستم پاشش مایع خنک کاری استفاده می شود.

در این سیستم، یم یا چند پمپ مایع خنک کاری را به محل اسپندل منتقل می کنند و از طریق نازلها آن ها را به نقطه برش می پاشند، سپس هر مایع در حرکتی که در زیر ماشین تعبیه شده جمع آوری می شود.

شروع و پایان عمل خنک کاری با استفاده از M کوهایی که در برنامه PLC تعریف شده اند، اجرا خواهند شد. به علاوه شروع و توقف فرمان از طریق تابلوی کنترل اپراتوری نیز امکان دارد.

برای ماشین کاری موادی که براده های چسبناک دارند، باید از سیستم کند کاری مرکزی (از اجزای داخلی اسپندل) استفاده می شود. بالا بودن فشار پمپ (در بعضی موارد تا 50bar) به جلوگیری از پدیده انباشته و سهولت تخلیه براده کمک می کند.

Chip Conveyor



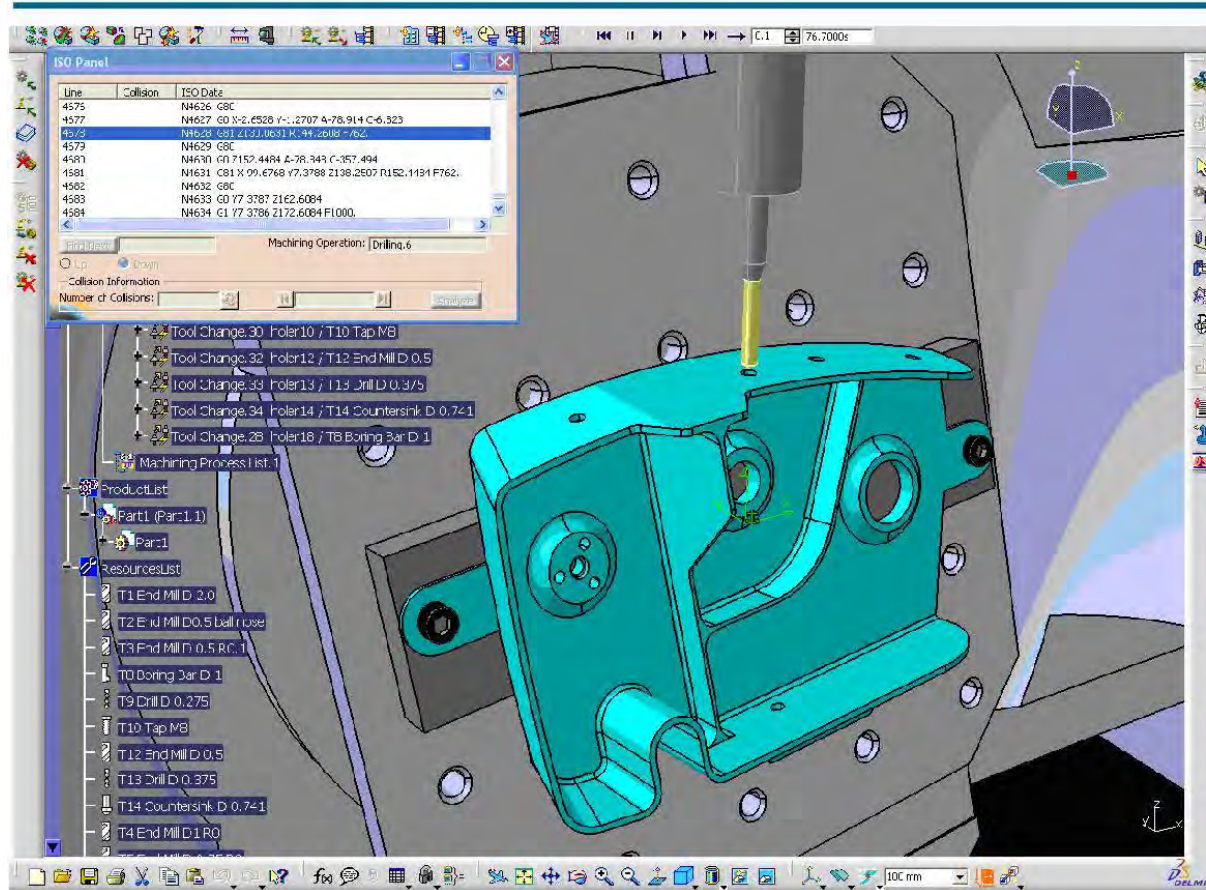
سیستم جمع آوری و تخلیه براده: (Chip Conveyor)

تجمع براده ها در فضای کاری ماشین باعث ایجاد مشکلات بسیاری می شود به همین علت در این سیستم استفاده می شود. در برخی از این سیستم ها از یک مارپیچ فلزی استفاده می شود که توسط موتوری که به گردش در می آید در بعضی دیگر تسمه نقاله توسط موتور به گردش در می آید و برجستگی سطح فواره براده ها را با خود جا به جا می کند. در بعضی از ماشین ها نوار نقاله صاف و بی حرکت است، ولی در زیر آن یک سری تیغه های مغناطیسی حرکت می کنند تا فقط براده فلزاتی که قابلیت جذب توسط آهنربا را دارند، جابه جا شوند.



NC Part Programming Using CAD/CAM

برنامه نویسی



انواع روش های برنامه نویسی :

۱- برنامه نویسی بر مبنای G کد و M کد

۲- برنامه نویسی پارامتریک

۳- برنامه نویسی به زبان APT

۴- برنامه نویسی با برنامه های CAD/CAM

G code program

%1383

عنوان برنامه

```

N5 G17 G71 G90 G54
N10 T1 D1 M6
N15 S1200 M3
N20 G0 X200 Y150 Z2
N25 G1 Z-10 F100 M8
N30 G91 X300 Y200 F500
.....
.....
....
N855 G0 G90 Z300

```

برنامه

N860 M30

پایان برنامه

ساختار برنامه های CNC (Part Programz Structure)

هر برنامه CNC از سه بخش تشکیل شده است:

G code program

عنوان برنامه

%1383

N5 G17 G71 G90 G54
N10 T1 D1 M6
N15 S1200 M3
N20 G0 X200 Y150 Z2
N25 G1 Z-10 F100 M8
N30 G91 X300 Y200 F500
.....
.....
.....
N855 G0 G90 Z300

برنامه

پایان برنامه

N860 M30

عنوان / نام (Headline) برنامه CNC:

هر برنامه باید دارای عنوان باشد تا بتوان آن را از برنامه های دیگر تشخیص داد. این عنوان در فهرست برنامه ها ذکر خواهد شد و در سیستم های کنترل مختلف متفاوت است. به ویژه در هنگام انتقال اطلاعات کمک واسطه باید این عنوان با دقت تمام رعایت شود در غیر این صورت انتقال صورت نخواهد گرفت. مثلاً در کنترل کننده زمینس سری 810/840 (دیجیتال) یک نام حداکثر 24 کارکتری، شامل حروف الفبا از A تا Z ارقام از 0 تا 9 و Underline به عنوان نمونه:

TURBINESHAFT 483-12

در این مورد نام برنامه باید حداقل ۲ کاراکتر را دارا باشد و ۲ کاراکتر اول نیز عدد نباشند. سیستم کنترل زمینس سری 800 (آنالوگ):

%MPF 1383

%1383	عنوان برنامه
N5 G17 G71 G90 G54 N10 T1 D1 M6 N15 S1200 M3 N20 G0 X200 Y150 Z2 N25 G1 Z-10 F100 M8 N30 G91 X300 Y200 F500 N855 G0 G90 Z300	برنامه
N860 M30	پایان برنامه

پایان برنامه:

پایان برنامه با یکی از کدهای M02 یا M30 تعیین می شود.

عملکرد دستور M30: با رسیدن به دستور M30 اجرای برنامه خاتمه یافته تلقی می شود و سیستم کنترل به خط اول برنامه بر می گردد. اپراتور پس از تعویض قطعه کار با فشار دادن کلید Start مجدداً برنامه را اجرا خواهد کرد.

عملکرد دستور M02: که پس از اجرای این دستور، برنامه تمام شده تلقی می شود. با این حال در صورت وجود خطوطی بعد از این دستور، آنها نیز خوانده و اجرا خواهند شد. در سیستم کنترل، هیچ تفاوتی بین M02 و M30 وجود دارد و عملکرد هر دو مشابه دستور M30 خواهد بود.

متن برنامه:

اطلاعات دستور العمل های لازم برای عملیات در این تحت گنجائیده می شوند:

هر برنامه از تعدادی بلوک (Block) تشکیل شده، بلوک ها پشت سر هم قرار گرفته اند و برنامه را می سازند هر بلوک معمولاً حاوی یک مرحله عملیاتی (operation Sequence) است.

ترتیب اجرای مراحل مختلف عملیاتی با چگونگی چیدن این بلوک ها تعریف خواهد شد. CNC این بلوک ها را به ترتیب قرار گرفتن، پردازش و پس اجرا خواهد کرد.

نکته: در برنامه نویسی پیشرفته با پرش های شرطی و غیر شرطی می توان این توالی را تغییر داد.

%1383

عنوان برنامه

N5 G17 G71 G90 G54
 N10 T1 D1 M6
 N15 S1200 M3
 N20 G0 X200 Y150 Z2
 N25 G1 Z-10 F100 M8
 N30 G91 X300 Y200 F500

 N855 G0 G90 Z300

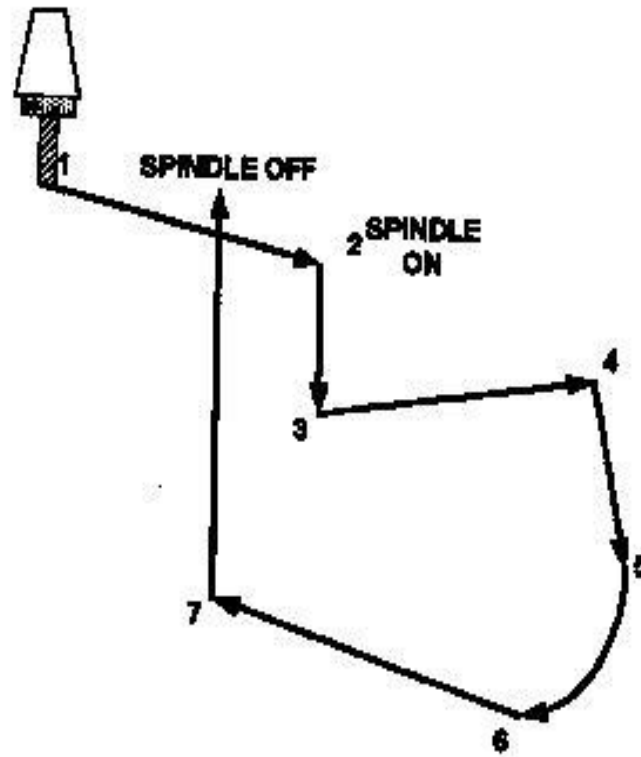
برنامه

N860 M30

پایان برنامه

G code program

مسیر 1 تا 2	بلوک ۱
روشن شدن اسپندل	بلوک ۲
مسیر 2 تا 3 (نفوذ ابزار)	بلوک ۳
مسیر 3 تا 4	بلوک ۴
مسیر 4 تا 5	بلوک ۵
مسیر 5 تا 6	بلوک ۶
مسیر 6 تا 7	بلوک ۷
خروج ابزار از کار	بلوک ۸
خاموش شدن اسپندل	بلوک ۹
تعویض ابزار	بلوک ۱۰



مثال :

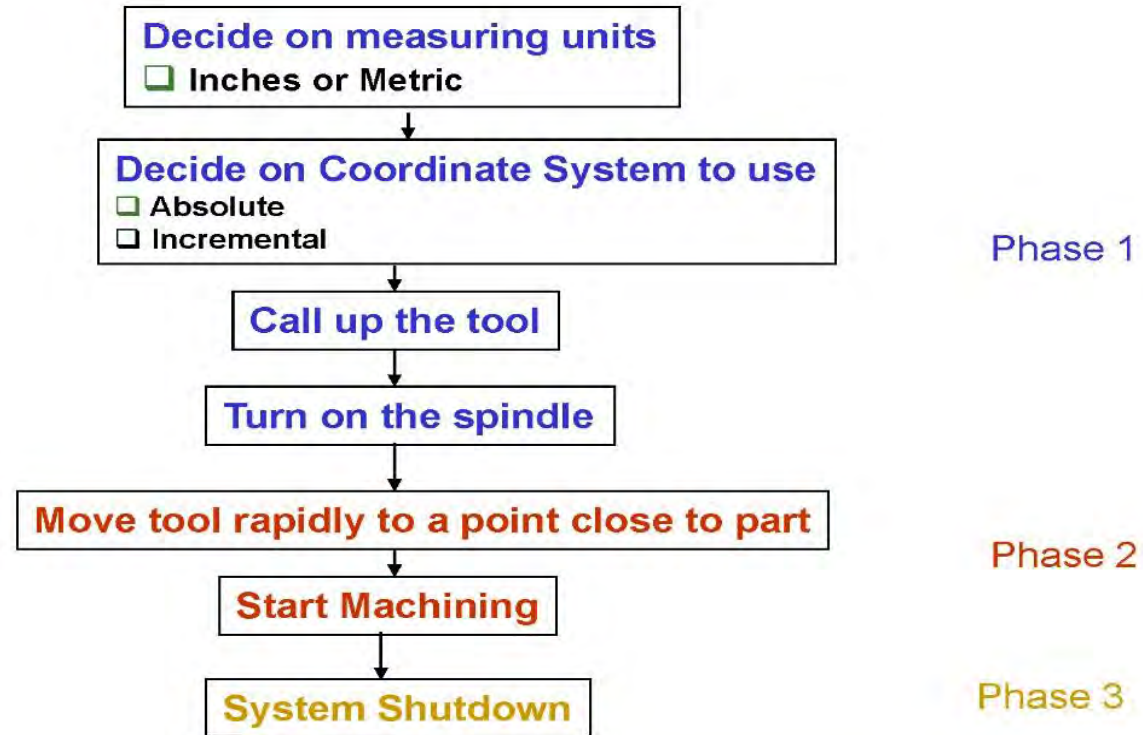
ابزار در نقطه ۱ مستقر شده و قرار است پس از رسیدن به نقطه ۲ اسپندل روشن شود پس از ابزار مسیرهایی را که از نقطه ۳ تا ۷ می گذرند، طی می کند و به نقطه ۸ می رود. در این نقطه اسپندل خاموش می شود و تعویض ابزار صورت می گیرد.

در صورت جا به جا شدن بلوک های فوق، روش اجرای برنامه تغییر خواهد کرد. مثلاً اگر جایی بلوک ۲ را با بلوک ۳ عوض کنیم، پس از تمام نفوذ ابزار، اسپندل روشن خواهد شد.

G code program

Writing a CNC Program

Process



CNC Program

Phase 1: Program Set Up Instructions

Program start flag	%
0<= Program number <= 9999	:1001
Use Abs units and Inch programming	N5 G90 G20
Stop for tool change, use Tool #2	N10 M06 T2
Turn the spindle on CW to 1200rpm	N15 M03 S1200
	N20 G00 X1.00 Y1.00
	N25 Z0.125
	N30 G01 Z-0.125 F5.0
	N35 G01 X2.0 Y2.0
	N40 G00 Z1.0
	N45 X0 Y0
	N50 M05
	N55 M30

CNC Program

Phase 2: Material Removal

Rapid to distance (1,1) from origin
Rapid down to Z.1 just above the part
Feed down to Z-0.125 inches at 5 ipm
Feed diagonally to X2, Y2
Rapid up to Z1 (clear the part)
Rapid back home to X0, Y0

G00 in N20 (G01 in N35) remains active until overridden by G01 in N30 (G00 in N40):
Modal G Codes

```
%  
:1001  
N5 G90 G20  
N10 M06 T2  
N15 M03 S1200  
N20 G00 X1.00 Y1.00  
N25 Z0.125  
N30 G01 Z-0.125 F5.0  
N35 G01 X2.0 Y2.0  
N40 G00 Z1.0  
N45 X0 Y0  
N50 M05  
N55 M30
```

CNC Program

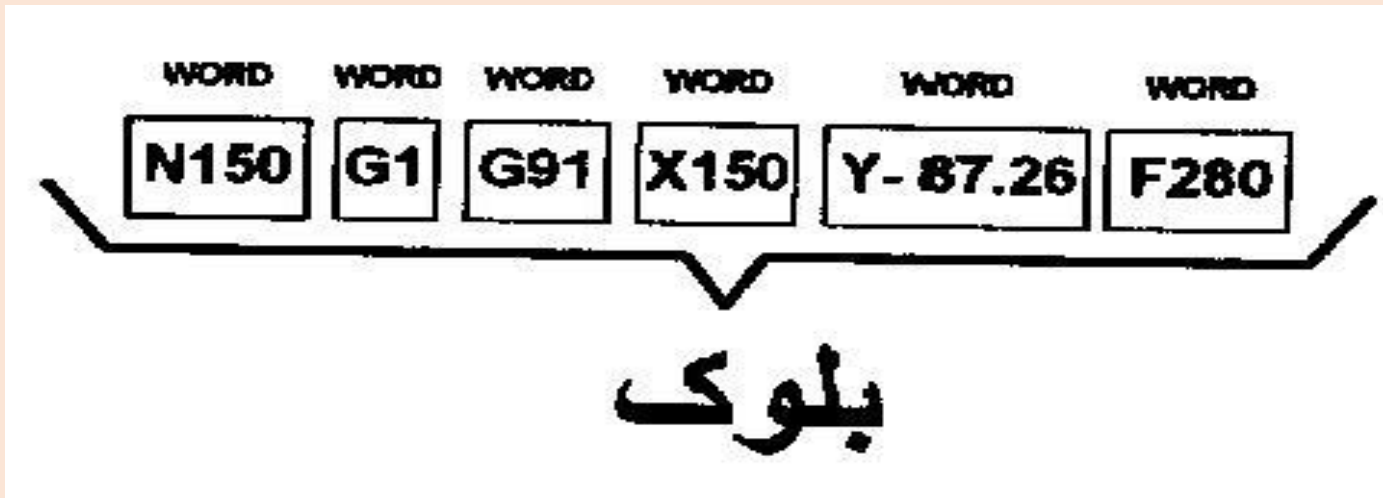
Phase 3: Shut Down

```
%  
:1001  
N5 G90 G20  
N10 M06 T2  
N15 M03 S1200  
N20 G00 X1.00 Y1.00  
N25 Z0.125  
N30 G01 Z-0.125 F5.0  
N35 G01 X2.0 Y2.0  
N40 G00 Z1.0  
N45 X0 Y0  
N50 M05  
N55 M30
```

Turn the spindle off
End of program

ساختار بلوک:

هر بلوک از چند Word تشکیل شده است. Word می تواند یک دستور العمل (Function) اطلاعات هندسی و ... برای اجرای برنامه شد. اطلاعات لازم برای اجرای یک مرحله عملیاتی، در قالب Word و در همان بلوک یا بلوک های قبلی آمده است.



G code program



ساختار Word:

در استاندارد DIN/ISO هر Word با دویخس آدرس و مقدار عددی تعریف شده است.

الف: آدرس: یک حرف لاتین از قبیل (D, F, K, J, I, Z, X, Y, T, S, M, G, N,)
دستور العمل یا اطلاعاتی که در Word آمده است.

تعدادی از آدرس ها که به کاربرد بیشتری دارند عبارتند از:

N: شماره بلوک
J, K, I: پارامتر های میان یابی
(Inturpolation)

G: دستورات اصلی
T: ابزار

M: دستورات متنوقه
S: سرعت اپینیل

X, Y, Z: آدرس محورهای مختصات

ب: مقدار عددی: با توجه به ماهیت آدرس، مقدار عددی می تواند بین دو حالت عمل کند:

ب: ۱: اگر آدرس نمایانگر یک گروه از دستورها باشد مقدار عددی به صورت یک عمل می کند.

به عبارتی مشخص کننده وظیفه دقیق Word خواهد بود. به عنوان مثال دستور M30 یک Word است که آدرس آن M و مقدار عددی آن 30 است. در اینجا آدرس M نشان دهنده گروه دستاور های متفرقه است و مقدار عددی 30 مشخص می کند که وظیفه M30، پایان دادن برنامه است.

ب: 2: آدرس به خودی خود کاملاً واضح و روشن است و نیازی به توضیحات اضافی ندارد.

به عنوان مثال آدرس X نشان دهنده مختصات محور X است در اینجا (مثلاً (X-358 72) مقدار عددی به صورت یک مقدار ارزشی عمل می کند. (منفی و مثبت اهمیت دارد) و مختصات محور X را نشان میدهد.

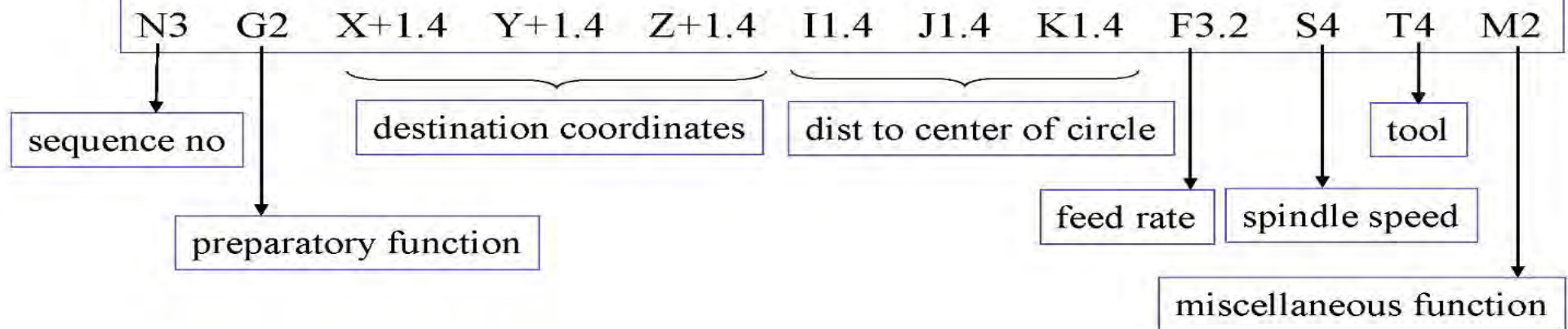
History of CNC

The RS274-D is a **word address format**

Each line of program == 1 **block**

Each block is composed of several instructions, or (**words**)

Sequence and format of words:



G code program

N150	G1	Z-10	M3
1	2	3	4

ترتیب قرار گرفتن Word ها:

در اکثر سیستم های کنترل (از جمله Sinumerik) ترتیب قرار گرفتن Word ها هیچ تاثیری در روال اجرای آنها ندارد. به عبارت دیگر اگر دو عملکرد در یک بلوک تعریف شده باشند، CNC تصمیم می گیرد که کدام یک را اول اجرا کند. با تغییر مکان این دو Word در بلوک برنامه، ترتیب اجرای آنها تغییری نخواهد کرد. به عنوان نمونه شکل Word های 2 و 3 معرف یک جا به جایی و Word شماره 4 نشان دهنده روشن شدن اینسل است. طبیعتاً CNC صرف نظر از موقعیت Word ها ابتدا Word شماره 4 (روشن شدن اسپیندل) را اجرا خواهد کرد و سپس جا به جایی را صورت خواهد داد.

G0: حرکت خطی با حداکثر سرعت

G1: حرکت خطی با سرعت پیشروری تعریف شده.

G2: حرکت دایره ای موافق با عقربه های ساعت (CW)

G3: حرکت دایره ای مخالف عقربه های ساعت (CCW)

G40: تعیین مختصات به صورت مطلق (نسبت نقطه منو قطعه کار)

G41: تعیین مختصات به صورت نسبی (نسبت به موضعیت فعلی ابزار)

G5K: تعیین نقطه منو قطعه کار

G500: منو نقطه قطعه کار

G40: لغو جبران شعاع ابزار

G41: جبران شعاع ابزار به سمت چپ کانتور / به مرزی (Contur)

G42: جبران شعاع ابزار به سمت راست کانتور

انواع دستورات برنامه CNC از نظر عملکرد:

دستورات اصلی:

مهمترین وظایف ماشین از طریق دستورهای اصلی تعریف می شوند که دستورهای تدارکاتی نیز نام دارند و با استفاده از کد G یا به عبارتی G کد توضیح داده می شوند. همراه با آدرس ها یک مقدار عددی نیز تعریف می شود که وظیفه اصلی G کد را مشخص می کند.

G code program

انواع دستورات برنامه CNC از نظر عملکرد:

M0: توقف اجرای برنامه

M8: سیستم خنک کاری روشن

M1: توقف اختیاری

M9: سیستم خنک کاری خاموش

M2: پایان برنامه

M17: پایان زیر برنامه

M3: اسپندل روشن - چرخش CW

M19: توقف اسپندل در زاویه معین

M4: اسپندل روشن - چرخش CCW

M30: پایان برنامه و برگشت ابتدا

M5: اسپندل خاموش

M40-M45: تعیین اندازه گیربکس

M6: تعویض ابزار

M7: سیستم خنک کاری روشن

ب: دستورات متفرقه:

به دو بخش اصلی تقسیم می شوند:

۱- M کد ها: این دستورات با آدرس M و یک مقدار

عددی تعریف میشوند و دستور العمل مشخصی برای

PLC ارسال می کنند. از آنجائیکه وظیفه این دستور

العمل در برنامه PLC تعریف میشود. این دستور های

در همه ماشین ها یکسان نخواهد بود، البته برخی از

آنها در اکثر ماشین ها، معنای مشابهی دارند.

G code program

انواع دستورات برنامه CNC از
نظر عملکرد:

۲- دستورهای کمکی:

ب: دستورات متفرقه:

F: سرعت پیش روی

S: سرعت اسپندل

T: فراخوانی ابزار

D: اطلاعات (افست) ابزار

انواع دستورات برنامه CNC از نظر پایداری:

الف: دستور های پایدار (Modal):

دستور های پایدار پس از فعال شدن همچنان موثر و پایدار می مانند تا با دستور دیگری (از گروه خودشان) لغو یا جایگزین شوند. به این ترتیب، تا زمانی که یک دستور پایدار لغو شده است. نیازی به تکرار دو بلوک های بعدی ندارد.

به عنوان نمونه دستور G1 یک دستور پایدار است:

N110G1X100YZ00

N115X-50Y80

در بلوک های N155 تا N116 دستور پایدار G1 فعال است. در بلوک N170 دستور G0 که همگروه با دستور G1 است، فعال شده و در نتیجه دستور G1 فعال خواهد شد.

ب: دستورات ناپایدار (Nonmodal):

دستور ناپایدار درون بلوک خودشان فعال و موثر می باشند و با پایان بلوک، خود به خود لغو می شوند، در صورت نیاز به این نوع دستور ها در بلوک های بعدی، مجدداً باید آنها را فرا خواند.

Programming Methods

- Automatically Programmed Tools (APT)
 - A text based system in which a programmer defines a series of lines, arcs, and points which define the overall part geometry locations. These features are then used to generate a cutter location (CL) file.

Programming Methods-APT

- Developed as a joint effort between the aerospace industry, MIT, and the US Airforce
- Still used today and accounts for about 5 -10% of all programming in the defense and aerospace industries

Programming Methods-APT

- Requires excellent 3D visualization skills
- Capable of generating machine code for complicated part programs
 - » 5 axis machine tools

Programming Methods-APT

- Part definition
 - P1=Point/12,20,0
 - C1=Circle/Center,P1,Radius,3
 - LN1=Line/C1. ATANGL,90
- Cutter Commands
 - TLRT,GORT/LN1.TANTO,C1
 - GOFWD/C1,TANTO,L5

Programming Methods-CAM

- Computer Aided Machining (CAM) Systems
 - Graphic representation of the part
 - PC based
 - Integrated CAD/CAM functionality
 - “Some” built-in expertise
 - Speed & feed data based on material and tool specifications

Programming Methods-CAM

- Tool & material libraries
- Tool path simulation
- Tool path editing
- Tool path optimization
- Cut time calculations for cost estimating

Rensselaer Polytechnic Institute

Intro to CAM
Chiappone

Programming Methods-CAM

- Import / export capabilities to other systems
 - » Examples:
 - Drawing Exchange Format (DXF)
 - Initial Graphics Exchange Standard (IGES)

The Process CAD to NC File

- Start with graphic representation of part
 - Direct input
 - Import from external system
 - » Example DXF / IGES
 - 2D or 3D scan
 - » Model or Blueprint

(At this point you have a graphics file of your geometry)

The Process CAD to NC File

- Define cutter path by selecting geometry
 - Contours
 - Pockets
 - Hole patterns
 - Surfaces
 - Volume to be removed

(At this point the system knows what you want to cut)

The Process CAD to NC File

- Define cut parameters
 - **Tool information**
 - » Type, Rpm, Feed
 - **Cut method**
 - » Example - Pocket mill zig-zag, spiral, inside-out
 - » Rough and finish parameters

(At this point the system knows how you want to cut the part)

The Process CAD to NC File

- Execute cutter simulation
 - Visual representation of cutter motion
- Modify / delete cutter sequences

(At this point the system has a “generic” cutter location (CL) file of the cut paths)

The Process CAD to NC File

- Post Processing
 - CL file to machine specific NC code
- Filters CL information and formats it into NC code based on machine specific parameters
 - Work envelope
 - Limits - feed rates, tool changer, rpm's, etc.
 - G & M function capabilities

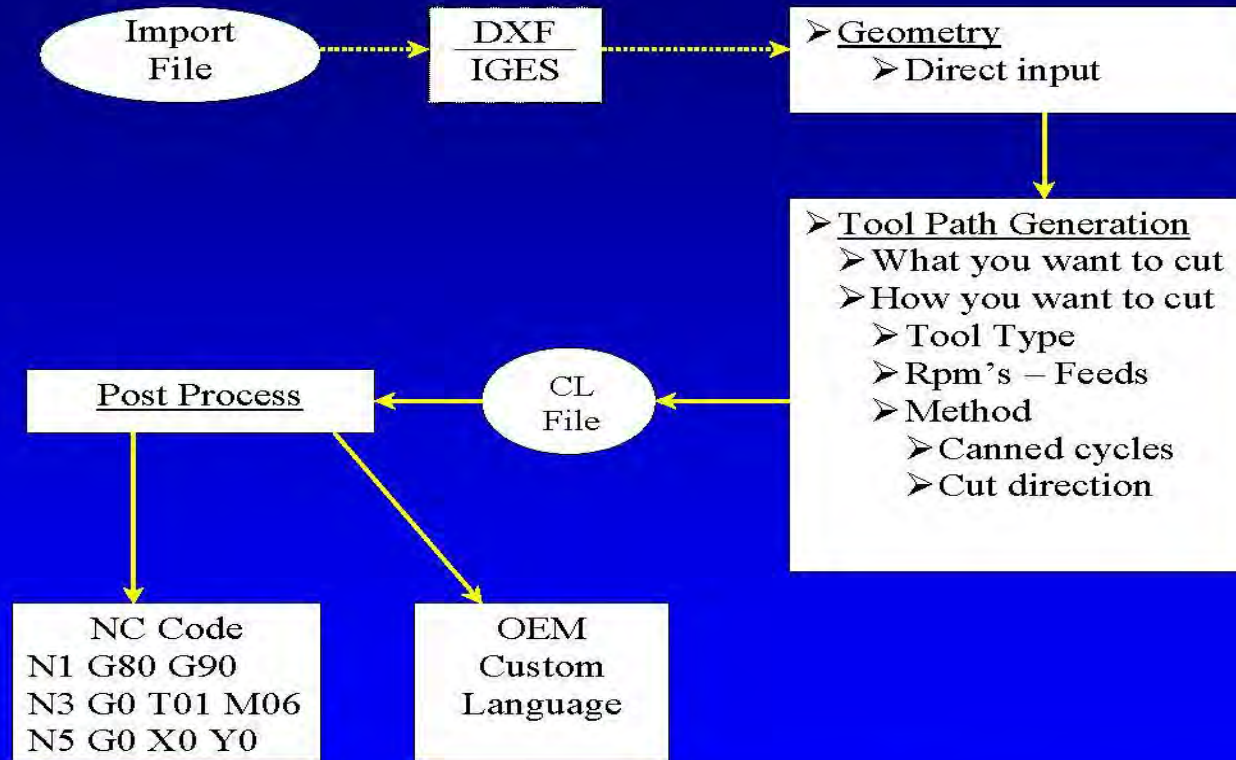
Output: NC Code

- G-Codes (G00, G1, G02, G81)
- Coordinate data (X,Y,Z)
- Feed Function (F)
- Miscellaneous functions (M13)
- N - Program sequence number
- T - Tool call
- S - Spindle command

Output: NC Code

- NC Program Example
 - N01G90 G80
 - N03 GOO T12 M06
 - N05 GOO X0 Y0 Z.1 F10 S2500 M13
 - N07 G1Z-.5
 - N09 G02 X-10. I0J0F20
 - N13 X0Y10
 - N17 X10Y0
 - N19 X0Y-10
 - N21 X-10Y0
 - N23 M2

CAD to NC Code



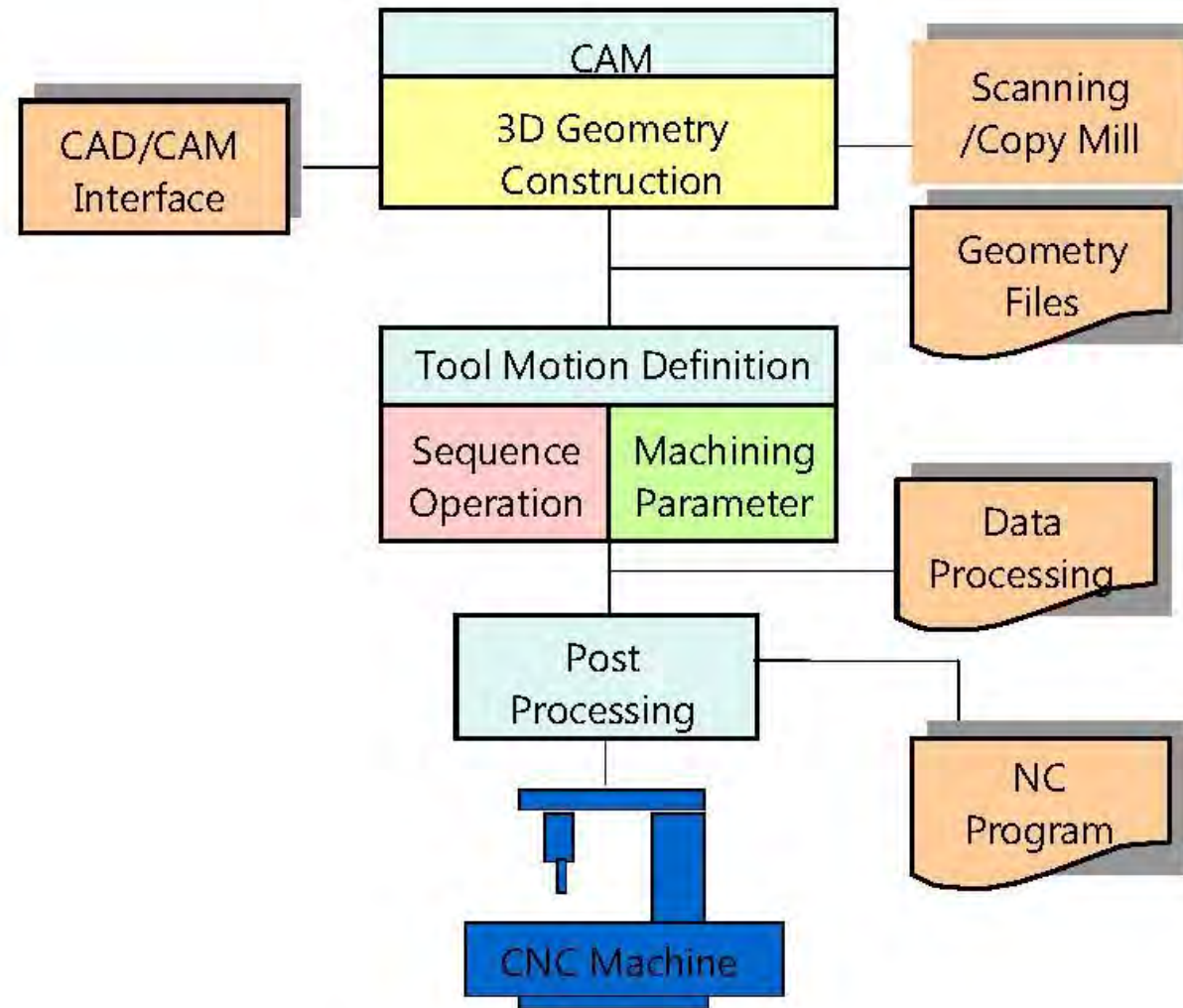
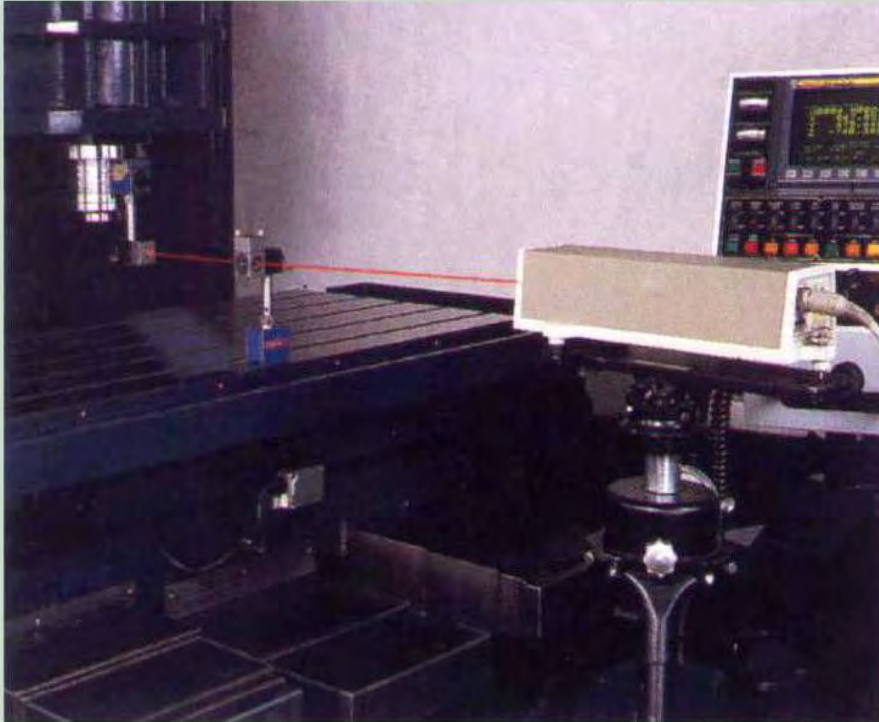


Fig.3-1 Flow Chart of a CAM System



Calibrated by laser equipment

کالیبراسیون و آزمایش دستگاه های CNC

۱- مقدمه

اصطلاح دقت در ماشین های کنترل عددی تعاریف مختلفی دارد. می توان به دو صورت مختلف این موضوع را مطرح کرد. تعریف اول در ارائه سطح دقت یک ماشین، بیانگر میزان حساسیت^۱ سیستم اندازه گیری در ماشین است که به صورت تعداد ارقام اعشاری، بر روی سیستم کنترل دیده می شود. این سیستم حلقه بسته چهار المان اصلی: سیستم کنترل، درایو، سروموتور و انکودرهای خطی و یا دورانی^۲ را در بر می گیرد که خروجی این مجموعه، مقادیر موقعیت حرکتی محورها را بر روی سیستم کنترل نشان می دهد و میزان حساسیت این مقادیر موقعیتی، می تواند معرف دقت سیستم کنترل دستگاه نیز باشد که در کاربرد عمومی ماشین های کنترل عددی در حال حاضر این میزان یک هزارم میلیمتر است. ولی این عدد بیانگر سطح دقت واقعی دستگاه نیست، زیرا در اثر خطاها و عوامل مختلف هندسی و محیطی و کنترلی، سطح دقت و عملکرد واقعی ماشین با این عدد اختلاف دارد و با انجام عملیات براده برداری بر روی قطعات و سپس کنترل کردن ابعاد قطعات ماشین کاری شده، مشاهده می شود که خطاها و دقت های واقعی با مقادیر

نامی اختلاف دارند.[۱۲] امروزه بررسی روشهای نوین تست و کالیبراسیون در ماشینهای مخصوص بخش ویژه ای از تحقیقات در موسسات تحقیقاتی و شرکتهای سازنده تجهیزات ابزار دقیق را به خود اختصاص داده است. ماشینهای ابزار با هر دقتی که ساخته و مونتاژ گردند لازم است به منظور رسیدن به حداکثر دقت بر روی ماشین، پس از اتمام مرحله ساخت و مونتاژ، تست و کالیبره گردند. کالیبراسیون منجر به دو نتیجه عمده بر روی ماشین می شود. نخست سطح دقت قطعات تولیدی بهبود یافته و دوم این که کالیبراسیون دوره ای و برنامه ریزی شده، ایرادها و خطاهای بالقوه را قبل از وقوع در ماشین ابزار مشخص کرده و با امکانات پیشگیرانه اجازه توقف ناخواسته در خط تولید و ایجاد شرایط بحرانی را نمی دهد. یکی از پر کاربرد ترین ابزارها در صنعت برای تعیین سطح دقت در ماشینهای کنترل عددی، دستگاه های فاصله سنج لیزری است. این تجهیزات براساس اصل تداخل سنجی^۳ میکلسون عمل کرده و فواصل جابجایی در محورهای ماشین های ابزار را می توان با دقت بالایی بوسیله این روش اندازه گیری کرد. مدلهای Renishaw و API از معروفترین سازندگان این تجهیزات در دنیا می باشند. البته

کالیبراسیون و آزمایش دستگاه های CNC:

- برای اطمینان از درستی عملکرد اجزا و مجموعه کامل ماشین های CNC، همچنین برای اندازه گیری میزان خطاهای موجود در آن ها، روش ها و استانداردهای مختلفی وجود دارند، به دلیل گستردگی و تنوع دستگاه های اندازه گیری و کالیبراسیون، فقط دو نمونه پر کاربرد تر از آن ها که دقت بیشتری دارند. مورد بررسی قرار می گیرند:

الف: دستگاه های اندازه گیری خطا به کمک لیزر

ب: دستگاه های اندازه گیری بال بار

آزمایش های زیر را به کمک دستگاه اندازه گیری لیزری می توان انجام داد:

۱- ارزیابی صحت موقعیت یابی خطی و قابلیت تکرار پذیری یک محور.

۲- اندازه گیری انحراف محور

۳- بررسی مستقیم (صاف) بودن محور

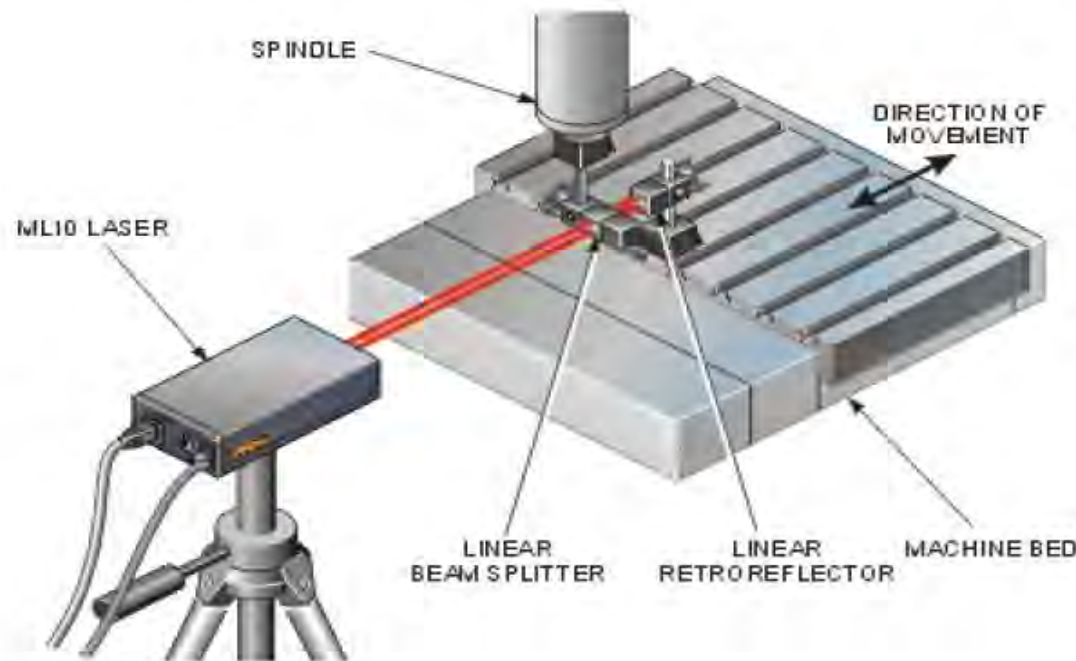
۴- بررسی گونیا بودن محور ها

۵- اندازه گیری همواری سطوح

۶- چرخش محور

۷- بررسی مشخصات دینامیکی ماشین ها

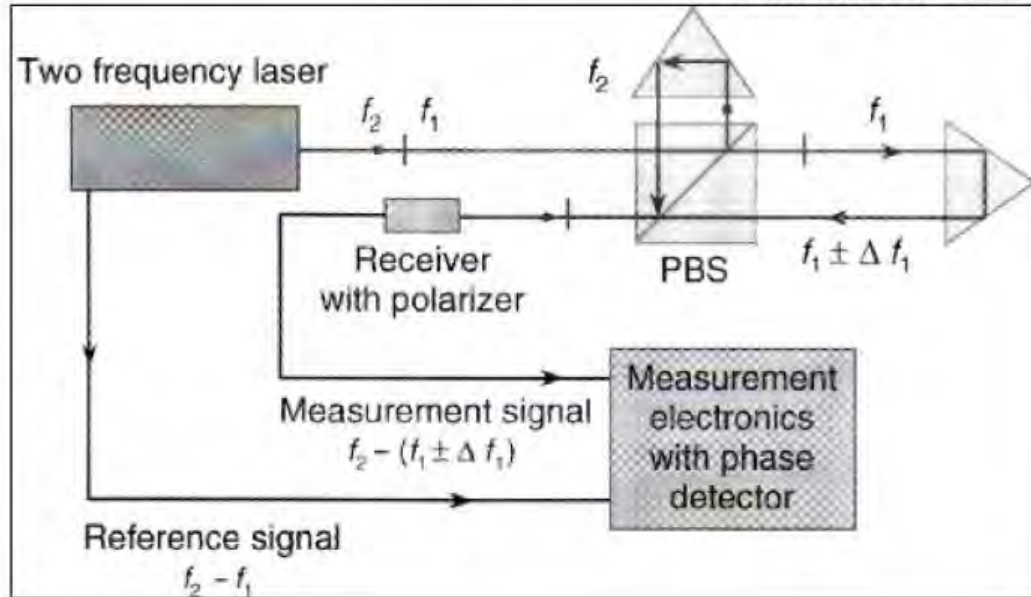
دستگاه Laser Interferometer براساس روش تداخل سنجی مایکلسون است. مطابق تصویر ۱-۳، سخت افزار مربوطه شامل منبع تولید یک منبع تولید نور لیزر بنام ML10 و تعدادی منشور اپتیکی با دقت بالا، که وظیفه انتقال، تداخل و برگشت نور ارسالی را دارند و همچنین نرم افزار مربوطه که سیگنال نور برگشتی لیزر، در این نرم افزار بصورت فاصله طی شده نشان داده می شود، می باشد.



۲- دستگاه تداخل سنجی لیزری

یکی از روش های اندازه گیری فاصله یا جابجایی های کوچک، استفاده از تداخل سنجی لیزری است. در روش تداخل سنجی، فاصله برحسب طول موج به کار گرفته شده، محاسبه می شود و دقت های یک دهم طول موج به راحتی بدست می آید. در روش تداخل سنجی، از شمارش تعداد نوارهای تداخلی استفاده می شود. [۱] می توان از تداخل سنجهای مایکلسون^۶، ماخ زندر^۷ و فبری^۸ پرو^۹ استفاده کرد. عدم تاثیرات سایه و استفاده از قطعات کم در پیاده سازی، از مزایای تداخل سنجی لیزری است. اساس عملکرد

لذا در هنگام اندازه گیری تا حد امکان باید لامپهای الکتریکی محل تست خاموش باشد. [۱۰]



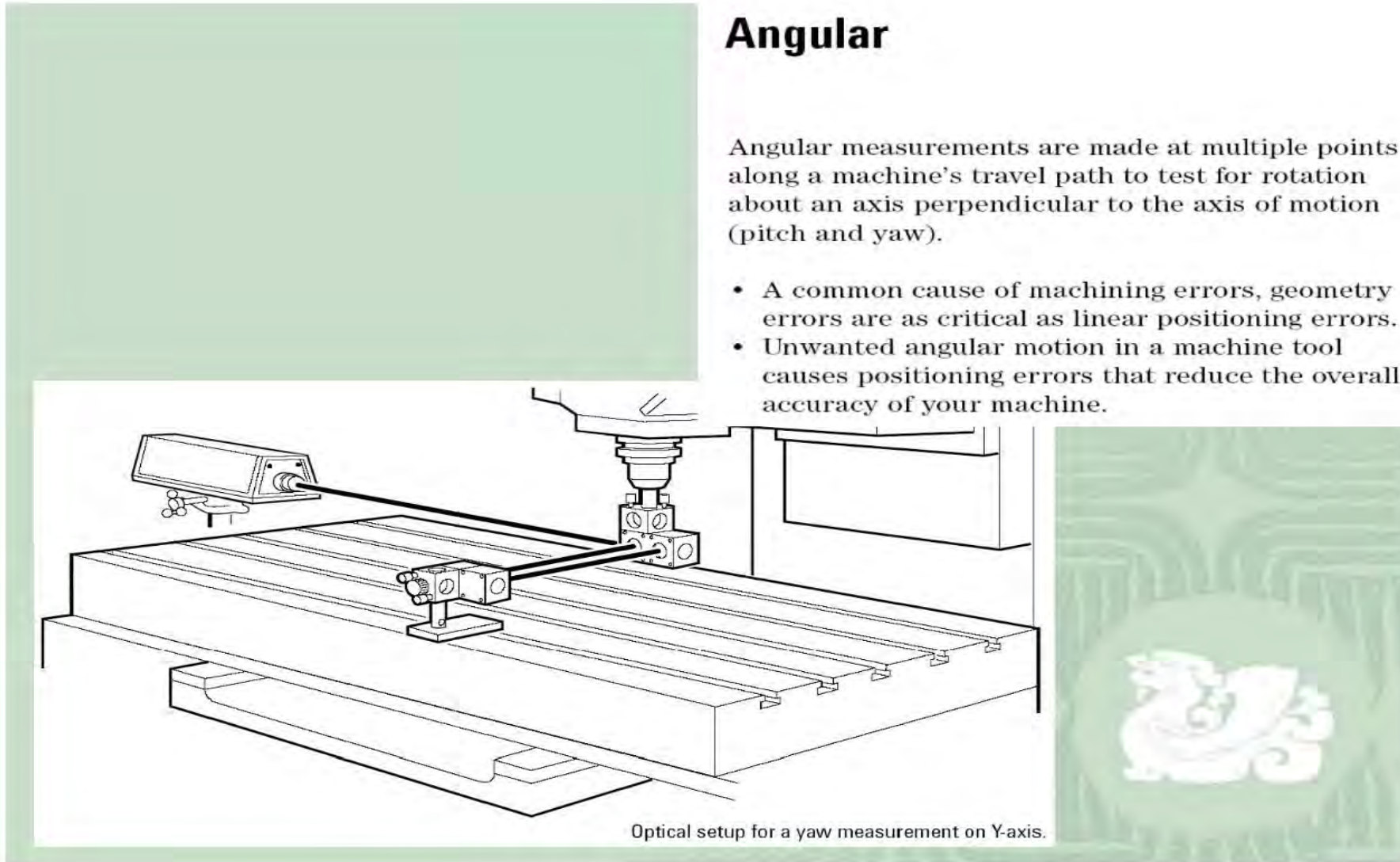
تصویر ۱-۴ مقایسه دو سیگنال نور f_1 و f_2 در روش تداخلسنجی [۹]

نور لیزر به موازات محور مورد نظر به اپتیک Splitter که بر روی کله ماشین نصب شده، تابیده و پس از عبور به منشور Reflector برخورد و مجددا بصورت موازی با راستای تابش، برگشت داده می شود (تصویر ۱-۴). نور رفت و برگشت بوسیله تجهیزات اینترفیرومتری، بایکدیگر تداخل کرده و ایجاد نوارهای تاریک و روشن می کند. اگر اختلاف فاصله پیموده شده توسط این دو نور، مضرب زوجی از $\alpha/2$ (طول موج نور لیزر است) باشد. پرتو ورودی و خروجی هم فاز بوده، نوار روشن تشکیل می گردد و اگر مضرب فردی از $\alpha/2$ باشد این دو پرتو در فاز مختلف بوده و در اثر تداخل، نوار تاریک تشکیل می شود. با جابجایی اپتیک ها به اندازه $\alpha/4$ ، دیگر نوار روشن تشکیل شده و به همین ترتیب از روشنایی به تاریکی می رویم. فاصله بین این دو نوار $\alpha/4$ است. با شمردن تعداد خاموش و روشن شدن ها می توان مقدار جابجایی را پیدا کرد که این کار توسط یک شمارنده^۹ انجام می شود. یکی از ضعف های سیستم مایکلسون آن است که اگر در محیط اندازه گیری منابعی وجود داشته باشد که تولید موج های هم فرکانس کنند این موج ها بر روی نور لیزر و تعداد نوارهای تاریک و روشن اثر میگذارد (اگر چه به علت شدت بالای نور لیزر این اثر خیلی کم است)

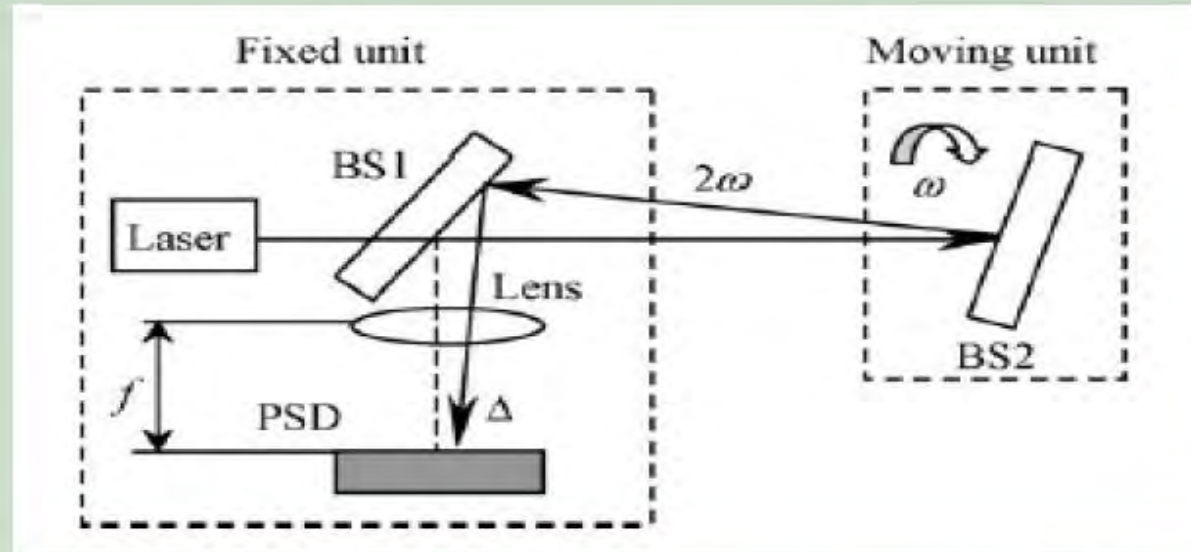
Angular

Angular measurements are made at multiple points along a machine's travel path to test for rotation about an axis perpendicular to the axis of motion (pitch and yaw).

- A common cause of machining errors, geometry errors are as critical as linear positioning errors.
- Unwanted angular motion in a machine tool causes positioning errors that reduce the overall accuracy of your machine.



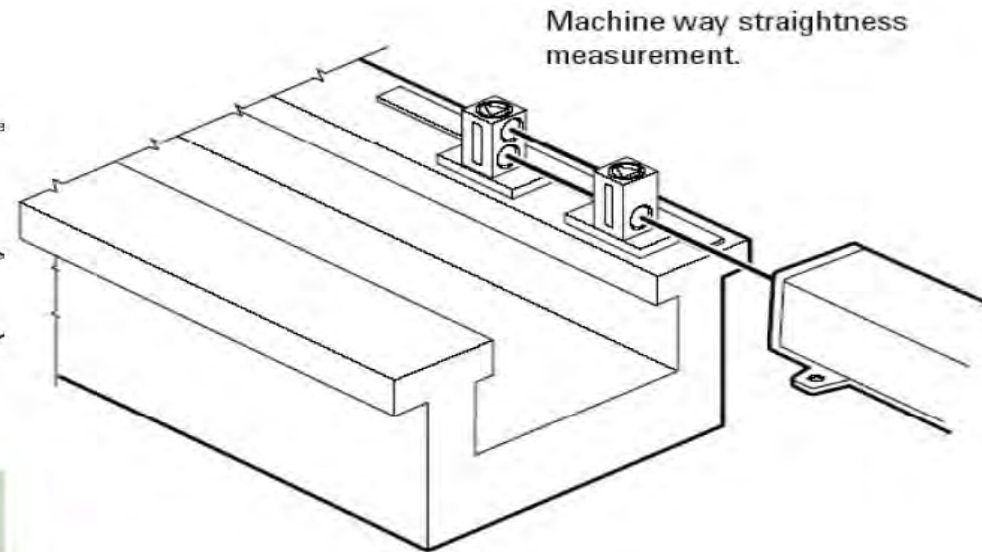
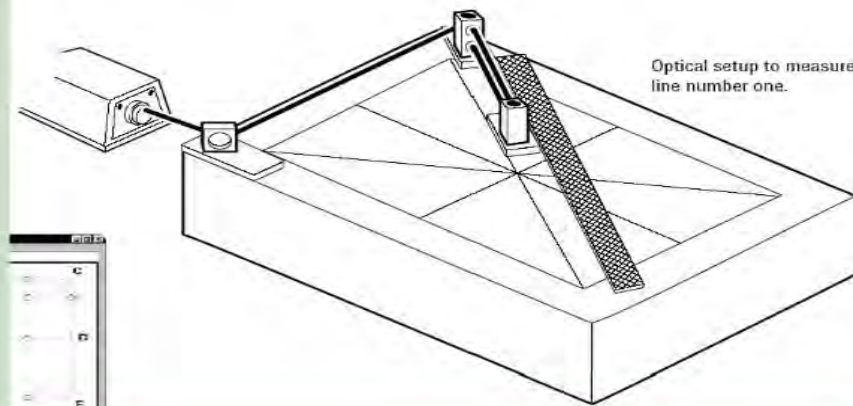
Angular Measurement



Flatness and Way Straightness

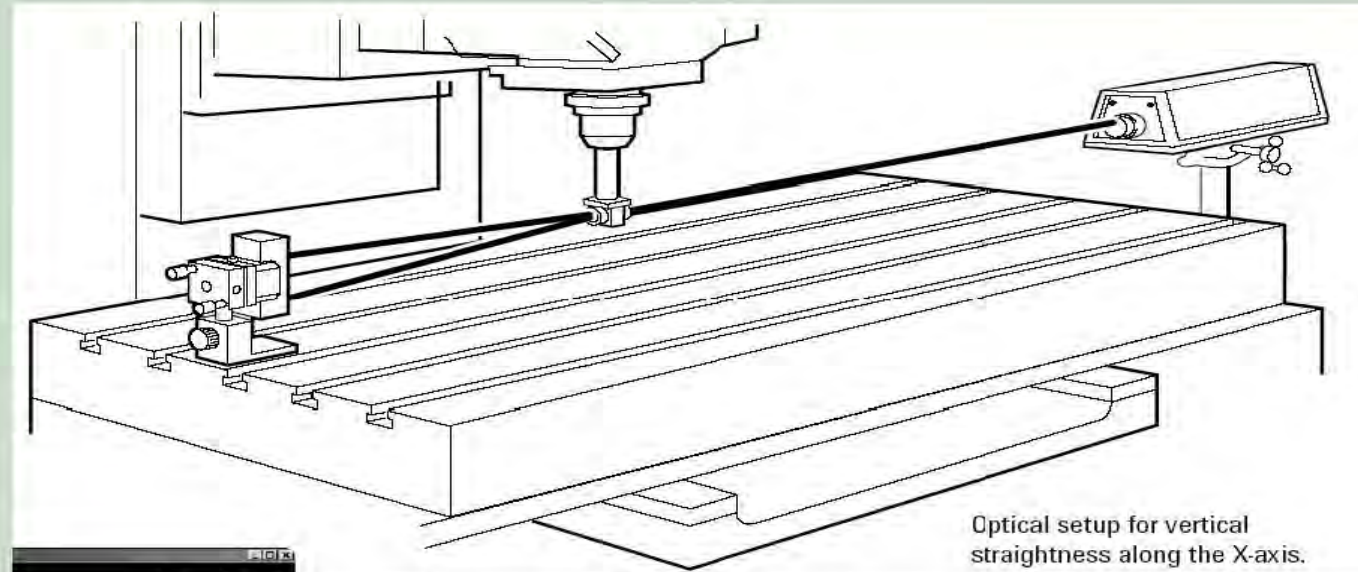
Flatness measurements are a series of angular measurements made along a pattern of lines combined to evaluate the flatness of a surface in three dimensions.

Way straightness measurements are a series of angular measurements made in a single line along a machine's ways to evaluate the straightness of those ways in two dimensions.



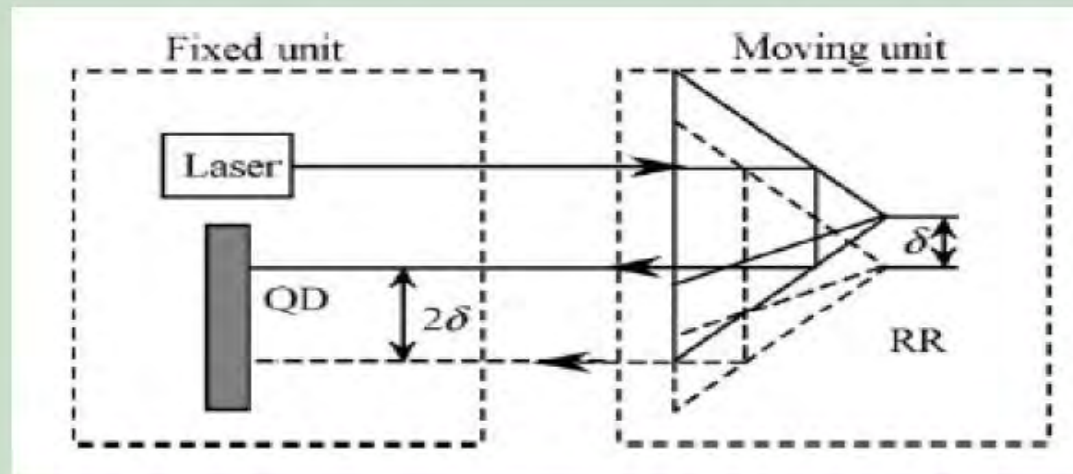
Straightness and Parallelism

Straightness and parallelism measurements identify geometry errors that seriously degrade machine tool performance including straightness of travel and parallelism of co-linear axes.

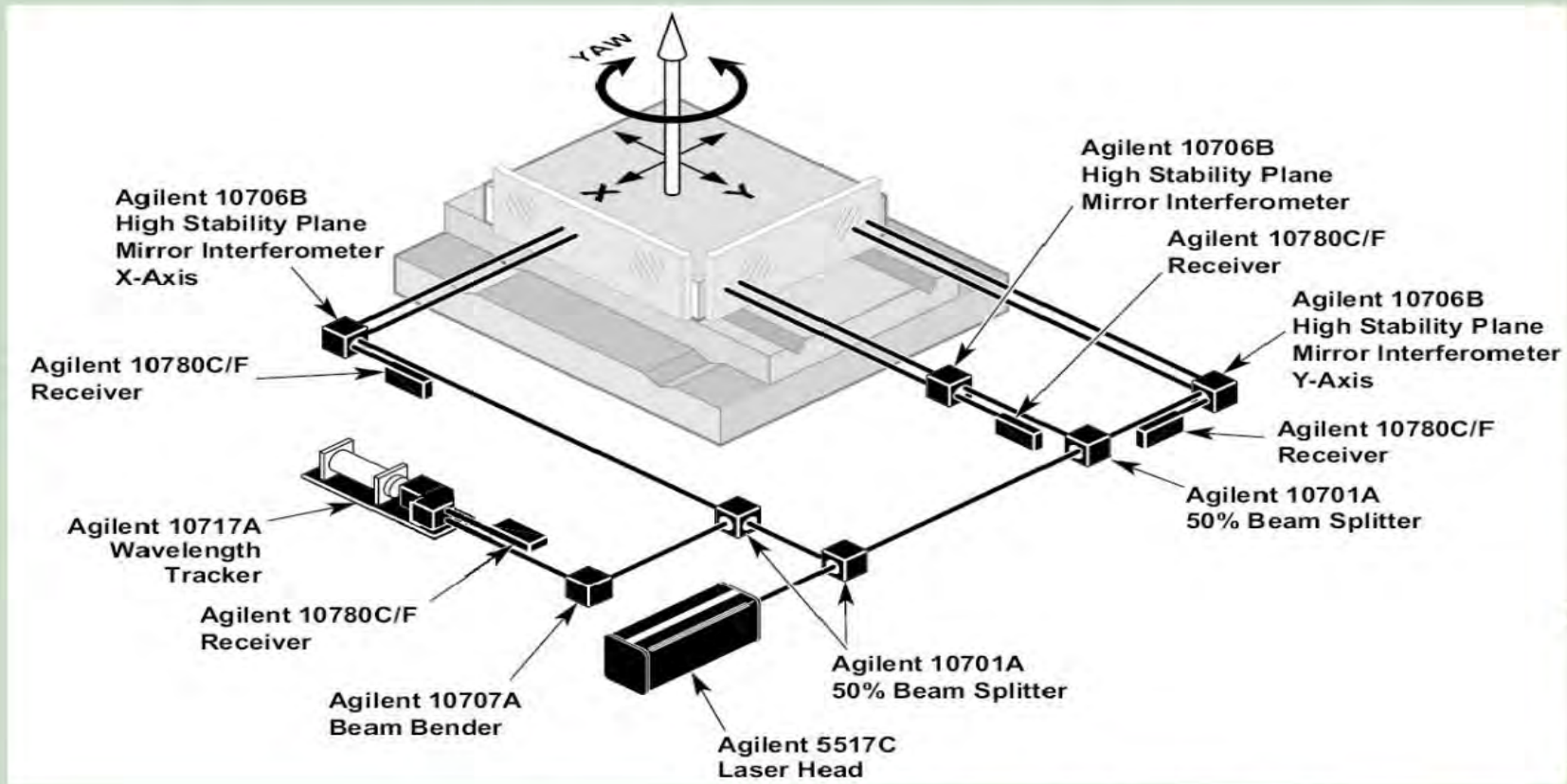


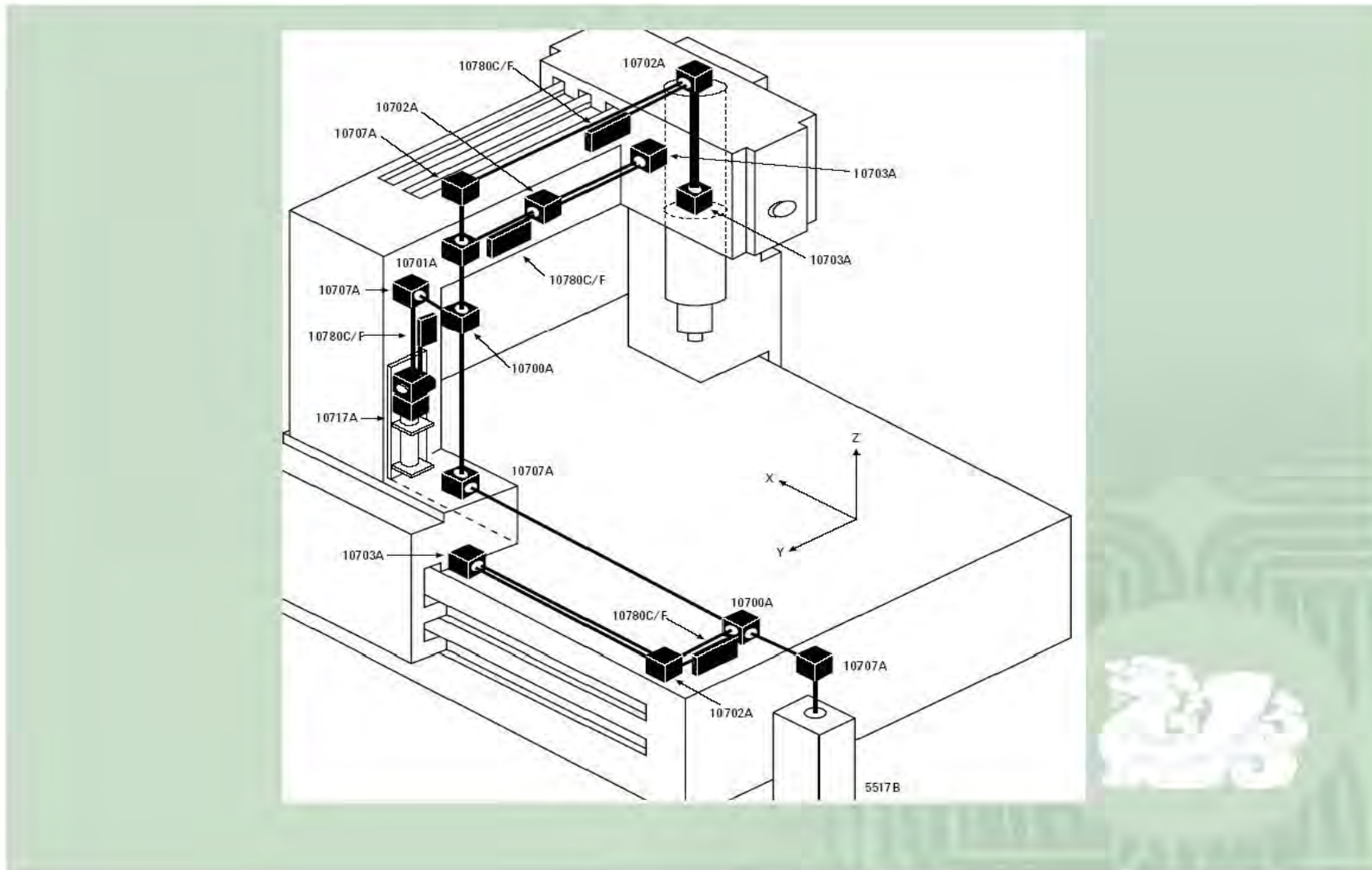
Optical setup for vertical straightness along the X-axis.

Straightness Measurement



Measurement of H type system





Prob مربوطه به گونه ای طراحی شده که مقادیر مولفه های خطا را در سه جهت اندازه گیری و سیگنال مربوطه را به نرم افزار ارسال نماید. در تصویر ۱-۲ وضعیت سنسورهای داخلی آن نشان داده شده است. در این روش می توان موقعیت مرکز چرخش محور دورانی را با دقت بالا، اندازه گیری کرد و همچنین مقدار توازی بین محور دورانی با یک محور خطی قابل اندازه گیری است. این تست می تواند آخرین تستی باشد که جهت تایید یک ماشین ابزار استفاده می گردد. زیرا وقتی که در این تست اجرا می گردد مقادیر پارامترهای زیر اندازه گیری می شود: ۱- خطاهای ژئومتری از قبیل موقعیت و جابجایی حرکتی و خطای راستا و تعامد در محورهای خطی ۲- خطاهای دینامیکی و کنترلی که ناشی از انحرافات اینترپولیشن محورها می باشد.



تصویر ۱-۲ سنسورهای سه جهته در روش R-TEST

انجام تست های خاص، تولید می کنند. شرکت IBS بمنظور اندازه گیری دقت محورهای چرخشی در تقابل با سیستم حرکتی مبتنی بر محورهای خطی، روش جدیدی را در سال ۲۰۰۸ ارائه نموده است و کاربرد ویژه ای در تست همزمان محورهای خطی و چرخشی، بخصوص در ماشینهای فرز پنج محوره، دارد [۹]. مطابق تصویر ۱-۱، این سیستم از سه قسمت اصلی تشکیل گردیده است. یک عدد Prob که در اسپیندل ماشین قرار می گیرد یا در قسمتی که ساختار چرخشی نداشته باشد، قرار می گیرد این عضو شامل سه سنسور اندازه گیر در سه جهت می باشد بخش دوم آن یک

Master Ball است، بر روی میز دستگاه نصب می شود و بخش سوم آن نرم افزار مربوطه است که سیگنال های ارسالی از سوی Prob را که معرف خطاهای دقت در محورها مختلف و در جهت های مختلف می باشد را نمایش می دهد.



تصویر ۱-۱ دستگاه MT-CHECK شرکت IBS

ب: دستگاه اندازه گیری بال بار: (تست دایروی)

- دستگاه اندازه گیری بال بار (Ball Bar) ساخت شرکت Renishaw متشکل از نرم افزار و سخت افزار های مخصوص برای اندازه گیری خطاهای هندسی موجود بر روی یک ماشین ابزار CNC است. گزارش ارائه شده بعد از انجام آزمایش توسط این دستگاه، چگونگی وضعیت ماشین CNC را نشان می دهد. اساس کار این دستگاه بدین گونه است که یک حسگر اندازه گیری حرکت های به دور محور دستگاه (مثلاً ماشین فرز) و اسپندل متصل می شود و سپس برنامه خاصی در سیستم کنترل، ماشین CNC اجرا می گردد. این برنامه در هر یک از صفحات کاری دایره رسم می کند، این دایره با مبنای موجود در نرم افزار مقایسه می شود میزان انحراف و تغییر شکل دایره ترسیمی نسبت به دایره مبنای، میزان و نوع خطاهای هندسی موجود روی ماشین CNC است.





تصویر ۱-۵ دستگاه تست Ballbar Renishaw

۳- دستگاه تست دایروی Ballbar Renishaw [۸]

تست های دایروی از پرکاربردترین روشها، در تعیین دقت خطاهای کنترلی، بخصوص در تست های همزمانی است. چنانچه بتوان مختصات X و Y را در همه نقاط طی شده در یک مسیر دایروی در طی عملیات بورینگ، رصد کنیم، می توان در خصوص وضعیت خطاهای کانتورینگ^۱، دینامیکی و هندسی^۲، از طریق مقایسه مسیر تئوری^۳ برنامه و مسیر واقعی بحث کرد. به منظور رصد نمودن مختصات واقعی همه نقاط طی شده در تست دایروی، تجهیزات مختلفی ابداع گردیده است که پرکاربردترین آنها، دستگاه تست Ballbar می باشد. در این خصوص دو شرکت Renishaw و Api، پیشرو در ساخت این تجهیزات می باشند. این وسیله شامل یک سنسور اندازه گیری LVDT بوده که دو گوی فلزی دقیق در طرفین آن نصب گردیده است (تصویر ۱-۵).

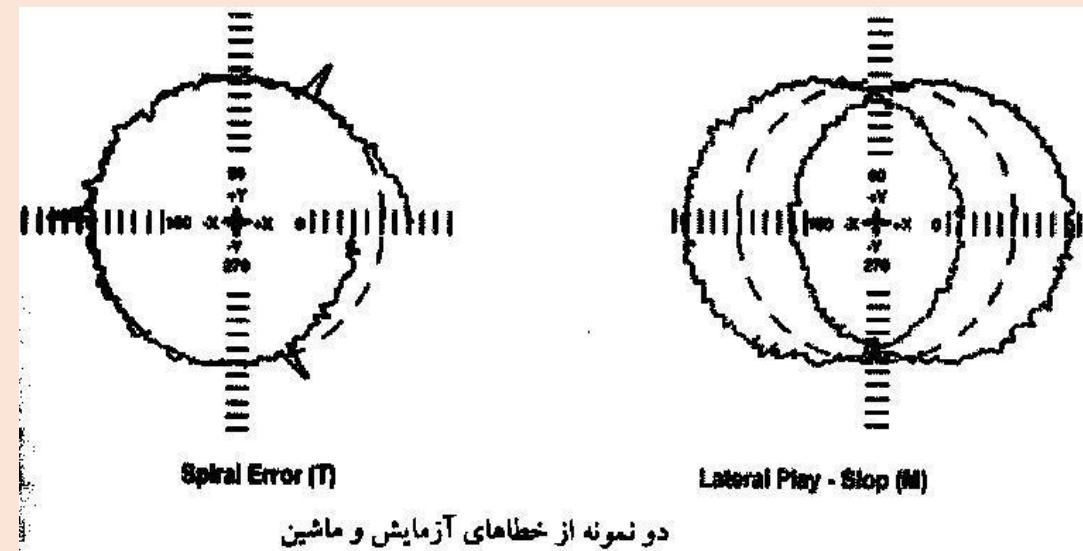
تعدادی از خطاهای هندسی احتمالی در ماشین های CNC به شرح زیر می باشند:

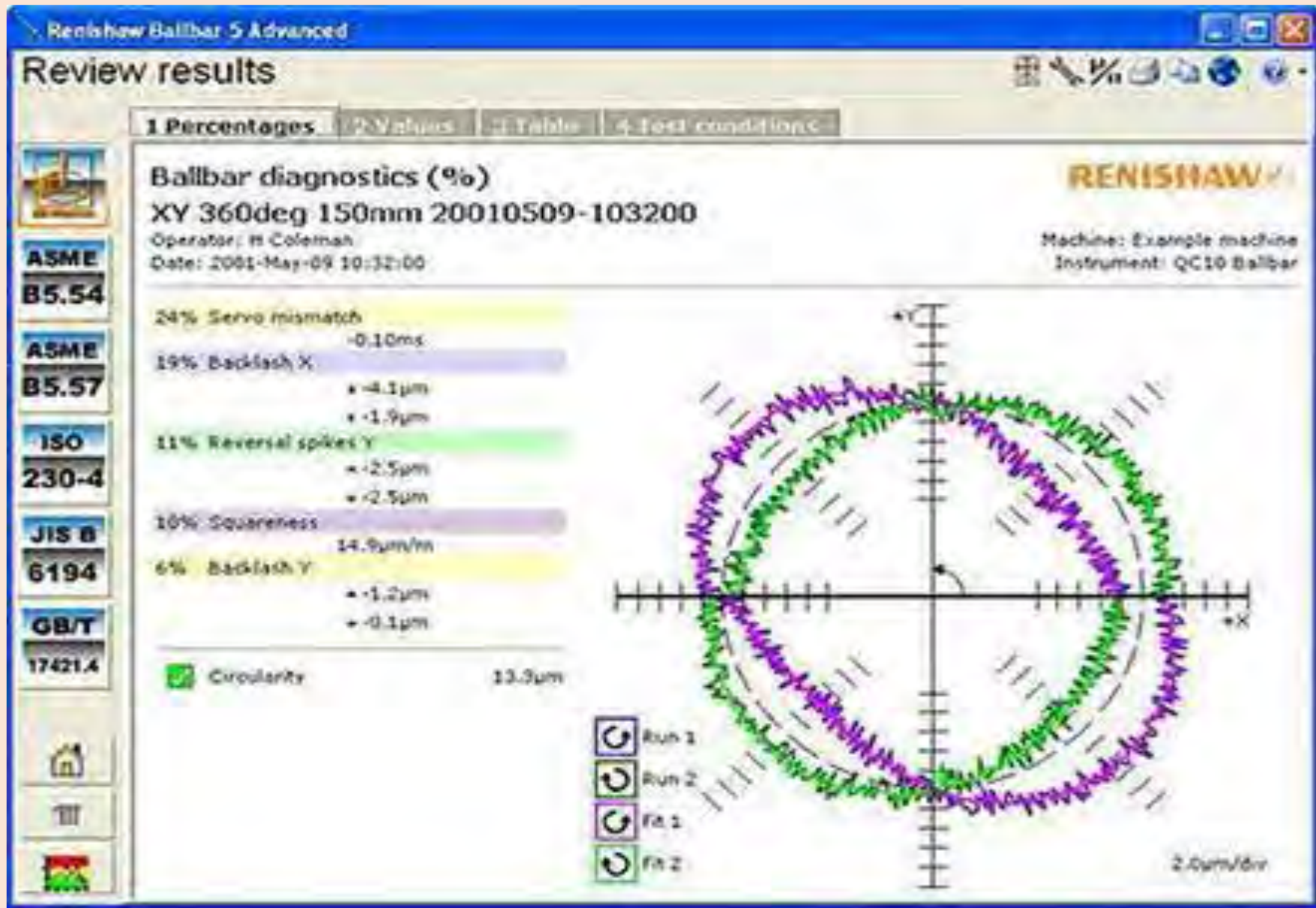
- ۱۰- خطای نا پیوستگی در شکل ایجاد شده
- ۱۱- خطای دوران در شکل
- ۱۲- تولرانس مکانی
- ۱۳- خطای برگشت (واژگونی) پالس ها
- ۱۴- خطای عدم تطابق مقایس نبوی
- ۱۵- خطای عدم تطابق سرو
- ۱۶- خطای گونیا بودن
- ۱۷- خطای تعزیدن- گیر افتادن
- ۱۸- مستقیم بودن سرگوش
- ۱۹- خطای سرگوش
- ۲۰- خطای ارتعاش ماشین

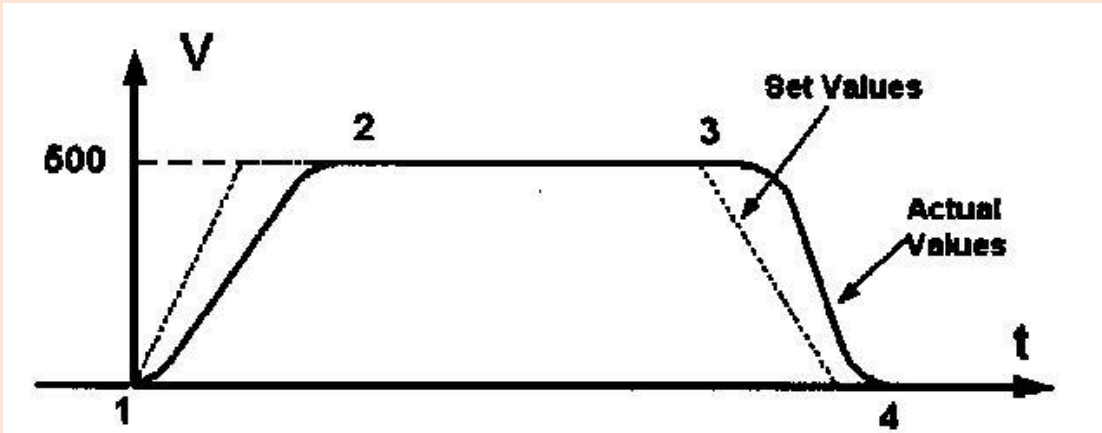
- ۱- خطای ماشین و آزمایش
- ۲- خطای نقص در هنگام برگشت در جهت منفی
- ۳- خطای نقص در هنگام برگشت در جهت مثبت
- ۴- اثر خطای نقص در هنگام در جهت مثبت روی ماشین
- ۵- خطای نقص در هنگام برگشت ناپذیر
- ۶- خطای چرخش
- ۷- خطای نقص جانبی- برابر
- ۸- خطای نقص جانبی - نابرابر
- ۹- دگر گونی کامل اصلی- پیرو

۱- خطای ماشین و آزمایش

- خطای نمایش داده شده روی نرم افزار بال بار ممکن است به دلیل خطاهای ماشین یا خطای ناشی از انجام آزمایش به وجود آمده است. خطای ماشین از نقص آن و خطای آزمایش از خطای بال بار یا شیوه نادرست آزمایش ناشی می شود در این نرم افزار خطاهای ماشین را با M و خطاهای آزمایش را با T مشخص می کنند که نمونه ای از آنها در شکل زیر نشان داده شده اند.







خطای دنباله روی Following Error

برای بررسی این خطا باید ابتدا وضعیت تغییرات به پیشروی را در طول یک بلوک بررسی کنیم:

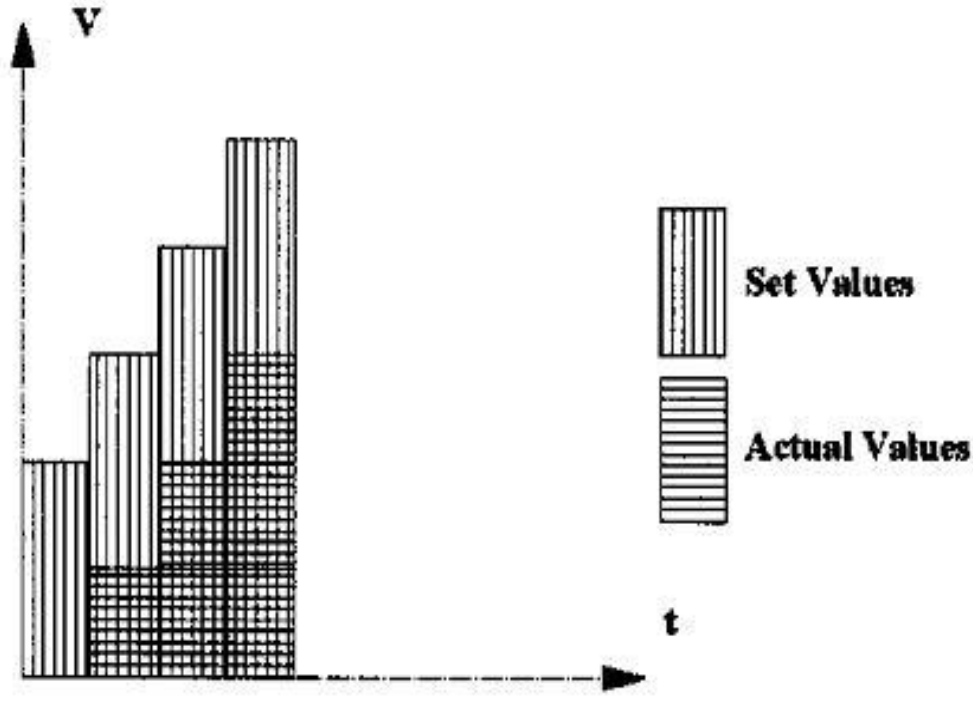
فرض کنید در بخشی از برنامه داریم:

N100G01G91X100F500

محور X در حالت توقف (سرعت صفر) قرار داد و پی از پایان بلوک نیز متوقف کامل خواهد داشت. تغییرات سرعت محور X بر اساس یک منحنی مشابه شکل روبرو خواهد بود.

از نقطه 1 تا 2 با سرعت محور افزایشی است (شتاب مثبت) تا به سرعت 500mm/min برسد.

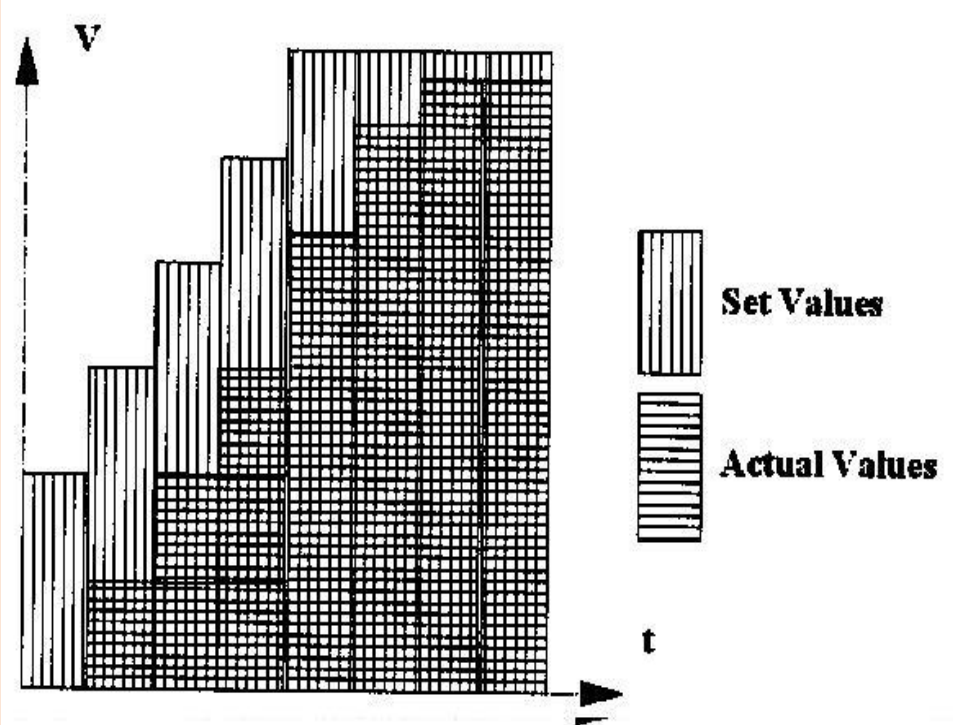
از نقطه 2 تا 3 سرعت ثابت می ماند و قبل از رسیدن به نقطه 4 سرعت کاهش خواهد بود. (شتاب منفی) تا در نقطه 4 سرعت به منو برسد.



ابتدا محدود 1 تا 2 را بررسی می کنیم:

ارسال اولین مقدار تنظیمی:

میان یاب اولین مقدار را محاسبه و برای کنترل کننده موقعیت (Position Controller) ارسال می کند. از آنجا که محور، هنوز هیچ حرکتی انجام نداده است میزان خطای موجود بر این همین مقدار تنظیمی خواهد بود.

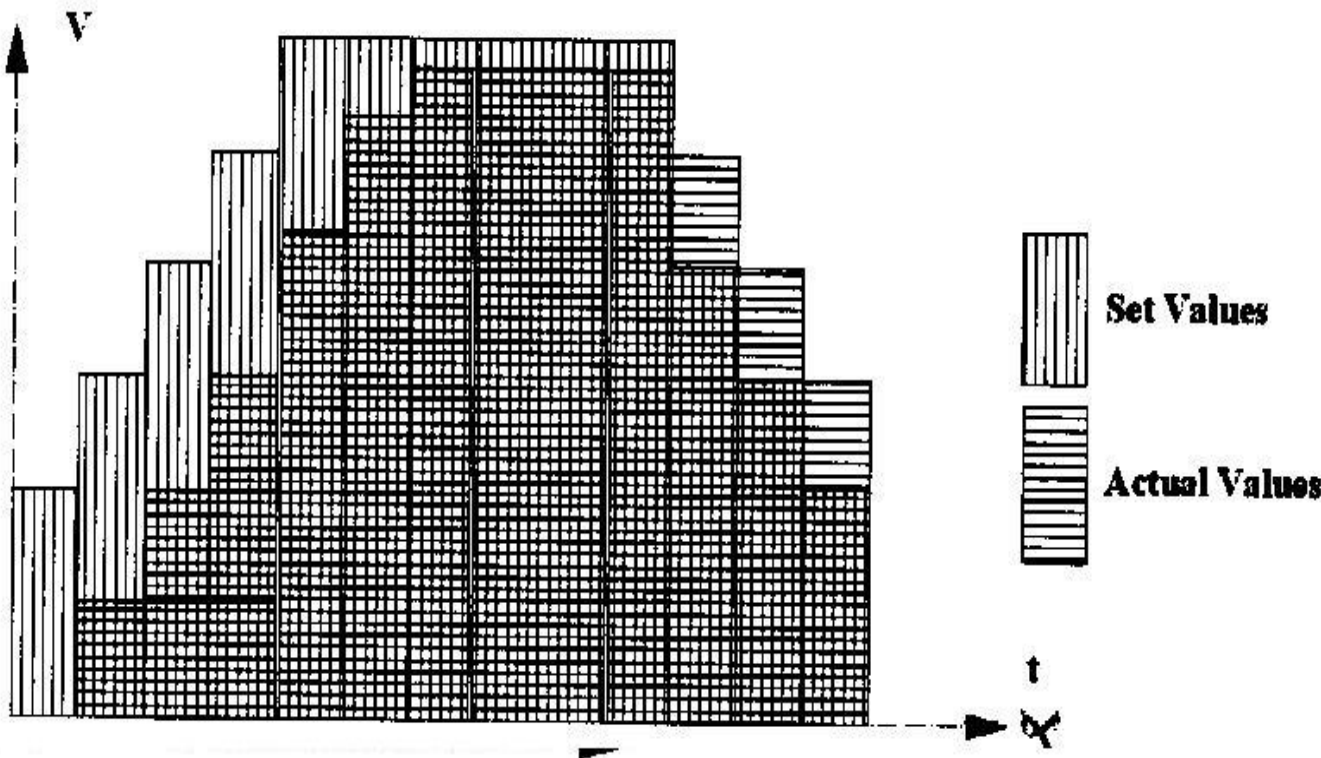


ارسال دومین مقدار تنظیمی :

از آنجا که حرکت شتابدار است به مقدار تنظیمی بلوک بعدی بزرگتر از اولی خواهد بود. در اینجا سیستم اندازه گیری اولین موقعیت واقعی را اندازه گیری حرکت کرده و برای کنترل موقعیت فرستاده است. در مجموع میزان خطای موجود بین مقدار تنظیمی و موقعیت واقعی افزایش می یابد.

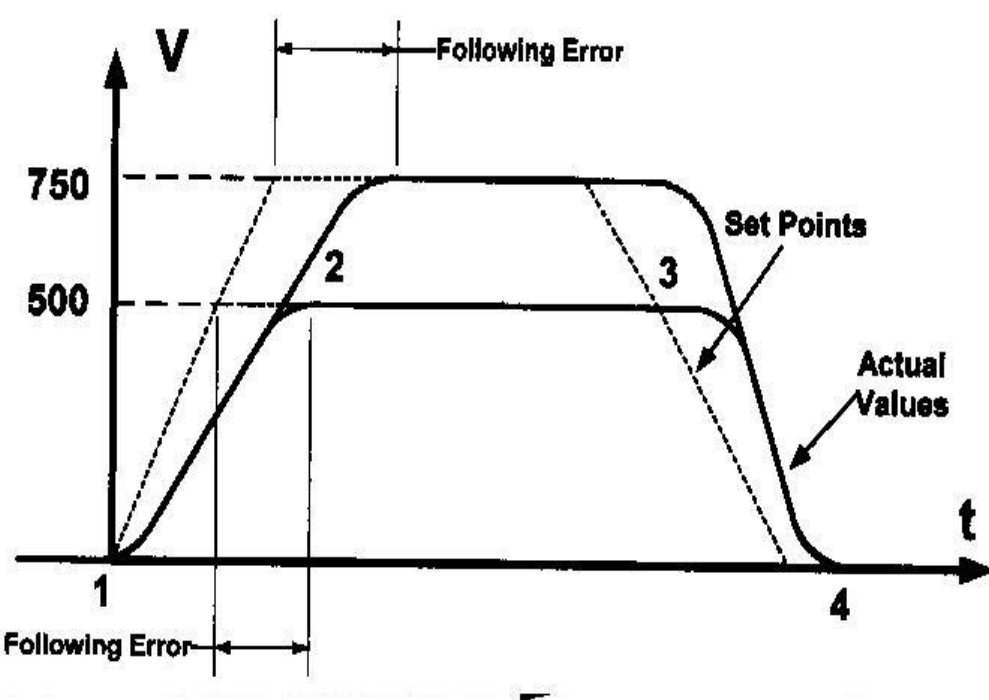
ارسال سومین مقدار تنظیمی:

سومین مقدار تنظیمی بزرگتر از دومی است. علی رغم اینکه دومین موقعیت واقعی بزرگتر از اولین است (چون حرمت شتابدار است) خطای موقعیت افزایش می یابد این خطا به نام خطای دنباله روی معروف است. در بررسی محدود 2 تا 3 (سرعت شتاب) در می یابیم که مقدار تنظیمی ثابت مانده است و در همان حال مقدار موقعیت واقعی نیز ثابت می باشد و به این نتیجه می رسیم خطای دنباله روی ثابت خواهد ماند.



حال مطابق شکل روبرو به بررسی محدوده 3 تا 4 (شتاب منفی یائزو کننده) می پردازیم در این محدوده مقادیر تنظیمی کاهش می یابد، به نحوی که در هر مرحله مقدار موقعیت واقعی از مقدار تنظیمی بیشتر می شود. و در نهایت مقدار خطای دنباله روی کاهش می یابد. در پایان اجرای بلوک و شروع بلوک بعد، مقدار خطای دنباله روی باقیمانده از بلوک محاسبه می شود.

نکته: دو گروه تعمیر و نگهداری می توانند در حین اجرای برنامه مقدار خطای دنباله روی را کنترل کند. این مقدار در لحظه کوتاهی (مسیر 1 تا 2) افزایش می یابد. سپس مقدار یعنی (مسیر 2 تا 3) ثابت می ماند و در پایان کاهش می یابد. اگر در حین اجرای برنامه خطای دنباله روی مرتباً افزایش یابد، دلیل بر وجود مشکل در سیستم موقعیت یا صحیح نبودن اطلاعات ماشین است.

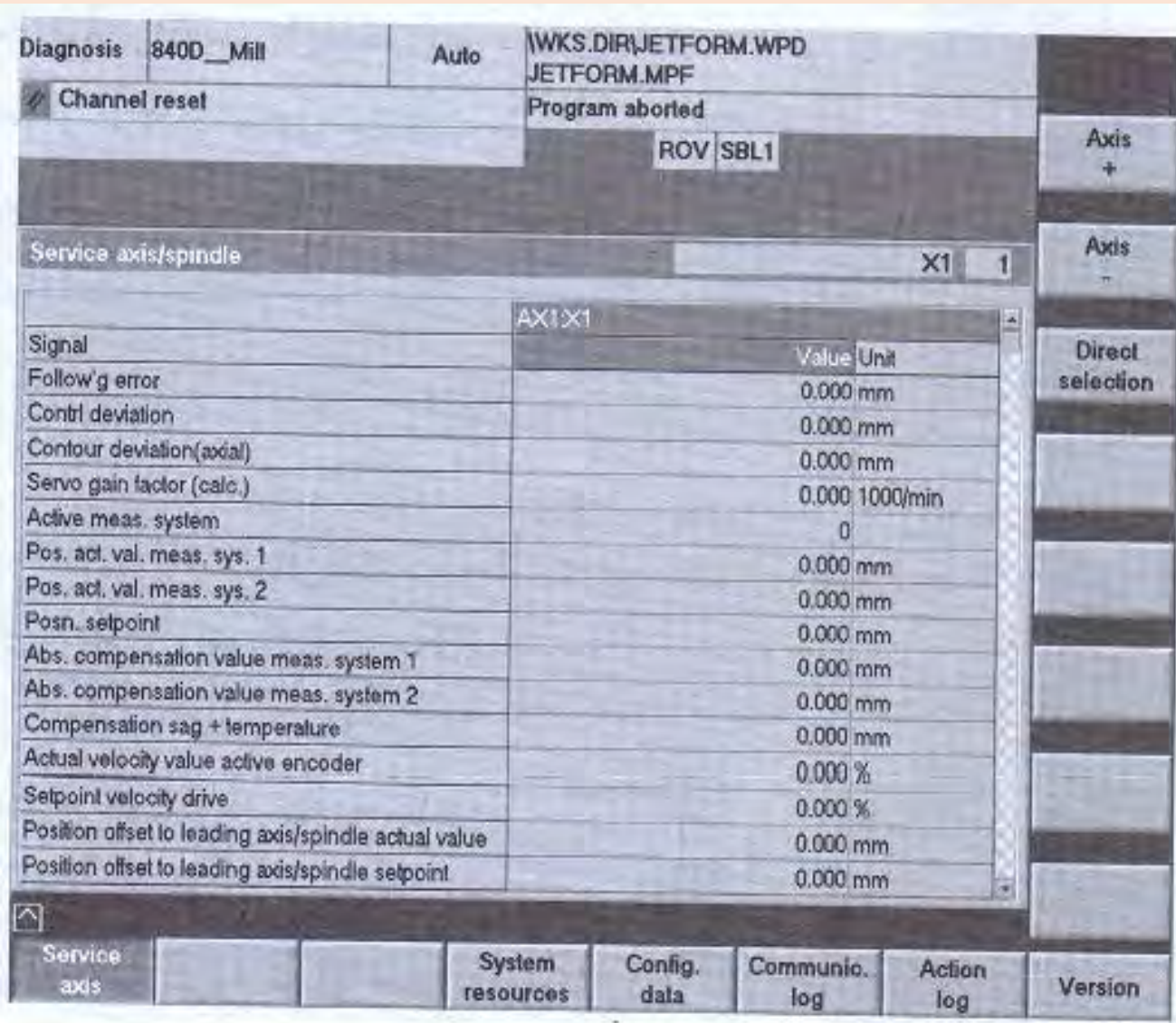


نمودار روبرو نشان می دهد که هر مقدار سرعت را بیشتر انتخاب کنیم، مقدار خطای دنباله روی بیشتر خواهد شد نسبت سرعت به خطای دنباله روی مقداری ثابت، به نام Circular است و توسط اطلاعات ماشین تعریف می شود، در سرعت های ثابت هر قدر مقدار Circular بیشتر می باشد میزان خطای دنباله روی کمتر خواهد بود.

$$\text{Gain Circular} = \frac{\text{روی پیش سرعت}}{\text{روی دنباله خطای}}$$

سرعت پیش روی / خطای دنباله روی: Circular Gain

یا کاهش خطای دنباله روی - سیستم کنترل در برابر مقدار تنظیمی (set point) سریعتر یا رخ می دهد و به عبارت دیگر پویا تر (دینامیک تر) خواهد بود. اما اگر مقدار Circular Gain را خیلی بزرگ انتخاب کنیم، در لیوموتور حالت نوسانی (ناپایدار) خواهد داشت و ممکن است فرمان را نپذیرد.



هنگام اجرای برنامه برای مشاهده مقدار خطای دنباله روی به آدرس زیر(در نرم افزار nc) بروید. به طور معمول مقدار Circular Goin را 1 میلی متر به ازای هر متر بر دقیقه (m: min:mm) در نظر می گیرند. به عبارت در سرعت 1m/min مقدار خطای دنباله روی 1mm خواهد بود.

۱- راهنمای راه اندازی،عیب یابی و تعمیرات ماشین های

CNC-مهندس حقی

۲- اپراتوری و برنامه نویسی دستگاه های CNC -مهندس حقی

۳- سایت اینترنتی CNCKaran.ir

۴- کاتالوگ های شرکت زیمنس

۵- منابع مختلف از سایت های خارجی و ایرانی

هزینه استفاده:

۵ صلوات جهت

تعمیل در فرج

صاحب الزمان(عج)