## آشنایی مقدماتی با

## اتوماسیون و دستگاههای CNC

### آنچه در این مقاله می خوانید :

- آشنایی با دستگاههای CNC
- اجزای اصلی ماشینهای CNC
- تفاوتهای اساسی ماشینهای NC و CNC
- **دانستنیها ومهارت های لازم برای اپراتورCNC**
- **مزایای و معایب دستگاه های CNC**
- **آشنایی با دستگاههای CMM**

**گردآوری و تنظیم :**

**مهندس مهدی نژاد**

**بهمن ماه 1387**

### تاریخچه و روند توسعه اتوماسیون :

همزمان با پیشرفت و توسعه تکنولوژی،نیاز انسان به ماشینهای خودکار احساس گردید و اولین ماشین حساب چرخ دنده ای توسط پاسکال در سال 1642 میلادی اختراع شد.

پس از آن در سال 1804 ژاکارد یک دستگاه ماشین بافندگی ساخت که توسط کارتهای مخصوصی هدایت می شد.

در سال 1946 اولین کامپیوتر ENIAC برای ارتش آمریکا ساخته شد.

در سال 1947 ترانزیستور اختراع گردید.

در سال 1947 و بعد از جنگ جهانی دوم ، نیروی هوایی آمریکا احساس نیاز به تولید قطعات پیچیده و دقیقی کرد که تولید آن توسط دستگاههای معمولی آن زمان امکان پذیر نبود ، لذا کمپانی PARSONS در ایالت میشیگان اولین قدمها را برای ساخت یک دستگاه فرز با قابلیتهای بیشتر برداشت ، که نتیجه این تحقیقات در سال 1949 و در آزمایشگاه انسیتو تکنولوژی ماساچوست (MIT) به بار نشت و اولین فرز با قابلیت کنترل اتوماتیک سه محور در سال 1952 ساخته شد.

در سال 1958 زبان برنامه نوسی APT ابداع شد.

در سال 1972 اولین ماشین CNC اختراع گردید.

درسال 1975 اولین کنترلهای فانوک سیستمهای 5 و 6 به بازار آمد.

در سال 1981 کنترلر Sinnmerik System 3 تولید شد.

در سال 1982 کنترلر Sinnmerik System7 با میکروپروسسور 4 بیتی بوجود آمد.

در اواخر سال 1982 کنترلر Sinnmerik System 8 با میکروپروسسور 16 بیتی ساخته شد.

در سال 1985 کنترلر Sinnmerik 810 سری 800 آنالوگ ساخته شد. در سال 1986 کنترلر Sinnmerik 850 به بازار آمد .

در سال 1988 کنترلر Sinnmerik 880 به بازار آمد .

در سال ۱۹۹۶ کنترلهای زیمنس 810 و 840 سری دیجیتال به بازار عرضه شد.

و اکنون با کمک گرفتن از کامپیوتر و توسعه فن آوری ساخت ، کنترلهایی با سرعت پردازش و قابلیتهای بالا توسط کمپانیهای مختلف با سلایق متنوع ساخته میشود ودر اختیار صنایع مختلف قرار می گیرد.

## CNC: آشنایی با دستگاههای

به معنای کنترل عددی (Control Numerical Computer) مخفف حروف اول کلمات (CNC ، CNC خوانده می شود . دستگاههایCNCکامپیوتر می باشد که در ایران این ماشینهای به اختصار دستگاههای هستند که حرکت کلیه محورها و عملیات ماشین کاری آنها توسط کامپیوتر کنترل می شود بدین معنا که کلیه دادهها و اطلاعات با استفاده از کامپیوتر و امکانات حافظه ای آن ابتدا پردازش وسپس ) تبدیل و به موتور pulse )به علائم الکتریکی(Micro Processorتوسط ریز پردازنده ها( شوند. محورهای محرکه منتقل می

طبق منطقی خاص، از بودند بدین مفهوم که فاقد کامپیوتر بوده و دستگاه NC نسل اول این ماشینها جمله نوار یا کارتهای پانچ شده کار می کرده است .

چرخاندن ورنیه به طور مثال برای حرکت سوپورت دستگاههای معمولی این امر توسط اپراتور با که در دستگاه این امر توسط کارت مخصوصی NC ولی در سیستمهای میگیرد سوپورت صورت توسط CNC جا گذاری می شد انجام می گرفت و اکنون این عمل در اکنون این عمل در دستگاههای . کد ) که در برنامه نوشته می شود صورت می گیرد M کد و (G کدهای مخصوصی

ندارد آنچه این دو تفاوتهای چندانی با بدنه دستگاههای معمولی CNC بدنه سخت افزاری دستگاههای کنترلر آن می باشد که معمولا ، CNC بخش یک دستگاه را از هم متفاوت سازد باشد اصلی ترین سنگ و .....) که باشند با نوع کنترلشان شناخته ، دستگاهها از هر نوعی ( تراش ، فرز

خدمات پس از فروش آن عموماً بر پایه سیستم کنترل استوار می می شوند و آموزشهای اپراتوری و باشد .

## CNCاجزای اصلی ماشینهای

۱- برنامه ماشین

۲- واحد کنترل ماشین

۳- نرم افزار ماشین

٤- موتورها

٥- اجزای مکانیکی

٦- سیستم اندازه گیری

## برنامه ماشین ( واحد ورودی )

برنامه شامل مجموعه های از اعداد، حروف و نشانه های است که به ماشین می گوید چه عملی را باید انجام دهد . مجموعه این اعداد حروف وعلائم که به صورت کدهای رمزبندی شده می باشند توسط ) تقسیم می شوند این برنامه علاوه بر اطلاعات مسیر MCUواحد کنترل ماشین ( قطعه کار شامل اطلاعات تکنولوژی کیفی ( مقادیر سرعت و پیشروی ) و اطلاعات کمکی ( مثل و خاموش کردن سه نظام ، قطع و وصل جریان سیال خنک کننده ) نیز می باشد .

و Flash ) از طریق MDIبرنامه می تواند علاوه بر تایپ مستقیم از طریق صفحه کلید دستگاه ( کامپیوتر به ماشین ارسال شود .

## واحد کنترل ماشین :

سیستم کنترل سیستم کنترل در ماشینهای کنترل عددی عبارت است از سیستمی که می تواند یک یا چند محور را در حین کار کنترل کرده و در موقعیت مکانی خاص و مورد نظر قرار دهد و از گیری شامل بخشهای موتور، درایو ، کارتهای الکترونیکی ، مانیتور ، تابلوی فرمان و سیستم اندازه . سنسورهای اپتیکی (خط کش و انکودر ) تشکیل شده است

که بر روی ماشین های ابزار به منظور اتوماسیون استفاده می شود دارای سه CNCواحد کنترل سیستم کنترل جهت کنترل واحد ورودی ، واحد پردازشگر و کنترل واحد خروجی می باشد .

، حافظه RAM ، حافظه CPUاجزای واحد کنترل عبارتند از : نوار خوان ، میکروپروسور ، ROM ، Buffers

، تقویت کننده تابلوهای کنترل و ....PLC

) وجود دارد .closed loop ) و مدار بسته ( open loopواحد کنترل ماشین در نوع مدار باز ( Open loopواحد کنترل مدار باز

در این نوع کنترل ، عملیات کنترل به صورت خطی انجام می شود و تنها ورودی سیستم باعث تغییر در مقدار خروجی میگردد . به عبارتی میزان جابجائی هر محور توسط واحد کنترل تعیین می شود . اما اطلاعات از خروجی سیستم ( محرکه ) در مورد وضعیت هر محور به واحد کنترل ارسال نمی گردد . در نتیجه اگر خطایی در میزان جابجائی محورها رخ دهد سیستم قادر به کشف و جبران آن نخواهد بود امروزه از سیستمهای کنترل مدار باز تنها در ماشینهای CNC آموزشی استفاده می شود که نیاز به دقت بالایی در محصول نمی باشد .

## Close loopواحد کنترل مدار بسته

در کنترل مدار بسته عملیات کنترل به صورت یک حلقه بسته انجام شده و علاوه بر ورودی ، خروجی نیز از طریق قسمتی به نام فیدبک در تغییر مقدار خروجی مؤثر خواهد بود . در این سیستم کنترل اطلاعات موقعیت هر محور از طریق فیدبک به واحد کنترل ارسال می شود و پس از بررسی و مقایسه با میزان صحیح ، چنان چه نیاز به اصلاح داشته باشد توسط واحد کنترل تصحیح و به سیستم ارسال میگردد . سیستمهای کنترل مدار بسته که سرعت و موقعیت را کنترل می کند سرو مکانیزم نام دارد و به موتورهایی که در این سیستم به کار میروند سرو موتور می گویند . کنترل مدار بسته از دقت بالایی برخوردار می باشد .

## ماشین افزار

پس از رمز گشایی و تبدیل به زبان ماشین در حافظه ذخیره می شود ، محاسبات لازم NCبرنامه انجام می پذیرد و سپس به شکل اطلاعات مسیر و اطلاعات فنی به سیگنالها خروجی قطع و وصل تبدیل و به موتورها فرمان می دهد . موتورها حرکت چرخشی را به پیچهای ساچمه ای منتقل کرده و پیچهای ساچمه ای حرکت دورانی را به حرکت خطی تبدیل می کنند . در نهایت حرکت خطی از طریق کشویی و راهنما ها تحت کنترل سیستم اندازه گیری به ابزار منتقل می شود .

سیستم کنترل  سیستم کنترل در  ماشینهای کنترل عددی عبارت است از سیستمی که می تواند یک یا چند محور را در حین کار کنترل کرده و در موقعیت مکانی  خاص و مورد نظر قرار دهد و از گیری شامل  بخشهای موتور، درایو ، کارتهای الکترونیکی ، مانیتور ، تابلوی فرمان و سیستم  اندازه . سنسورهای اپتیکی (خط کش و انکودر ) تشکیل شده است

که از آن جمله می  قرار می دهند CNC در دنیا کمپانیهای مختلفی کنترلر می سازند و روی دستگاههای فیدیا، انگل هارد، هاست، تسلا  توان کنترلهای زیمنس ، ، فانوک ، هایدن هاین، میتسوبیشی، فاگور، و..... را نام برد که در ایران سه نوع کنترل های زیمنس ، فانوک ، هایدن هاین مورد توجه بیشتر موجود و فعال  با کنترلهای  CNC طبعاً  تعداد دستگاههای صنعت گران و صنایع مختلف  می باشد . و . کنترلها است فوق الذکر بیشتر از دیگر

لازم به یاد آوری است افراد یا شرکتهای که می خواهند در امر آموزش ، تعمیرات و یا واردات لوازم یدکی کنترلها صرف وقت و  هزینه کنند به امر فوق توجه کافی داشته باشند .

تلاشهای زیادی برای ارتقاء قابلیتهای آنها صورت گرفت که با NCبا پیشرفت و توسعه دستگاههای تحولی شگرف به وجود آمد  و  اولین ماشین NCورود کامپیوتر ، در تکنولوژی ساخت  سیستم های اشاره CNC و NC در سال ۱۹۷۲ ساخته شد . در ذیل به چند تفاوت اساسی دستگاههای CNC میگردد .

## CNC و NCتفاوتهای اساسی ماشینهای

### ۱- خواندن برنامه

برنامه به صورت خط به خط خوانده و اجرا می شود و در نتیجه اگر اشتباهی در NCدر ماشینهای خطوط جلوتر وجود داشته باشد واحد کنترل قادر به تشخیص آن می باشد .

### ۲- تست نمودن برنامه

می توان برنامه را بصورت آزمایشی اجرا نمود و مسیر حرکت ابزار را CNCدر بسیاری از ماشینهای مشاهده کرد و چنانچه نیاز به اصلاح داشته باشد PCبه صورت گرافیکی در روی مانیتور دستگاه و یا برنامه را اصلاح نمود .

### ۳- برنامه نویسی پارامتریک

عملیات تکراری مانند سیکل ها را به راحتی با این نوع برنامه می توان نوشت و نیز برنامه نویسی پارامتریک قطعات پیچیده و سطوح هندسی را ممکن و راحت میسازد و علاوه بر این نوشتن برنامه قطعات فوق را توسط زبان APT و نرم افزار CAD/CAM میسر میسازد .

### ٤- اصلاح برنامه

برنامه به صورت نرم افزاری است هر گونه تغییر و اصلاح به راحتی ممکن CNCچون در ماشینهای است . همچنین می توان تغییرات را ذخیره نموده و نیز برنامه های نوشته شده را به راحتی به هم متصل نمود .

### ٥- جبران شعاع ابزار

جبران شعاع ابزار برای مسیرهای شیب دار و منحنی به راحتی انجام می شود . و حجم محاسبات را به می باشد ، CNC وNCطور قابل توجهی از بین میبرد . این مزیت از مهم ترین تفاوتهای بین ماشین به دلیل اینکه برنامه را خط به خط می خوانند قادر به جبران شعاع ابزار نیستند .NCماشینهای

### ٦- سادگی ارتباط با مجموعه های دیگر

و از راه دور به DNC به راحتی می توان برنامه ماشین کاری را از طریق CNCدر ماشین های ماشین ها منتقل کرده و نیز روبات به راحتی به این ماشینها متصل می شود و می تواند در سیستم های به طور مجزا صحیح نمی باشد و این CNC قرار گیرد . به طور کلی استفاده از CMICتولید یکپارچه ماشینها بهتر است در سیستم های

CIMS(Computer و Fixlble Manufacturing Systems ) (FMS
مورد استفاده قرار گیرند .( Integrated Manufacturing Systems

## CNCاجزا ماشینهای

- سخت افزار ماشین درای سه جز اصلی میباشد :

۱- محرکه ها ( موتورها )

۲- اجزای مکانیکی

۳- سیستم اندازه گیری

## محرکه ها ( موتورها )

از سه نوع سیستم محرکه الکتریکی ، هیدرولیکی و پنوماتیکی استفاده می شود . از CNCدر ماشین محرکه های پنوماتیکی به دلیل قدرت کم آنها کمتر استفاده می شود .

## محرکه های الکتریکی :

### ۱. موتورهای پله ای Stpping Motors :

های ساده با CNCاین موتورها دارای ساختمان ساده ، کم حجم و قیمت مناسب می باشد . از آنها در استفاده میشود . این موتور ها در مدارهای باز 1hpدقت محدود و گشتاورهای نسبتاً کم و قدرت کمتر از قابل استفاده اند . ( به ازای هر پالس ورودی به موتور ، چرخشی به اندازه زاویه گام مشخصی وجود دارد . این زاویه گام در موتورهای مختلف متفاوت است و دارای محدوده وسیعی از درجه ) می باشد و در نوع جدید این موتورها 90 ، 45 ،7.5 ،5 ، 2.81 ، 2.5 ، 1.8زاویه نام ( زاویه گام کوچکتر از یک درجه نیز وجود دارد . از آنجا که کنترل این موتور های دیجیتالی ساده می باشد با واحد کنترل ماشین ، سازگاری خوبی دارد .

با چرخش موتور به اندازه زاویه مشخص ، پیچ ساچمه ای چرخانده می شود و متناسب با گام پیچ ساچمه ای میز جابه جا می گردد .

به طور مثال اگر گام پیچ بال اسکرو ٦ میلیمتر و دقت اینکودر به ازای هر پالس ۱.۸ درجه باشد برای پیشروی میز به اندازه ۱۲ میلیمتر (دو دور کامل محور پیچ) نیازمند ارسال ٤٠٠ پالس الکتریکی می باشیم .

در چرخش صفحه گردان نیز استفاده می Z ،X ، Yاز این موتورها علاوه بر حرکت میز در راستای شود . این موتورها دارای شروع و توقف سریع می باشند و نیاز به گرم شدن موتور ندارند و چنانچه نیاز باشد از این موتور ها در گشتاوردهای بالا استفاده شود از موتورهای الکتروهیدرولیکی که ترکیبی از موتورهای پلهای و یک سیستم هیدرولیکی می باشد استفاده می شود این موتورها با قطع شدن پالس سریعاً متوقف می شوند و نیاز به کلاچ و ترمز ندارند دارای دقت کافی از لحاظ صحت چرخش مورد نظر می باشند در نتیجه نیاز به فیدبک و کنترل مدار بسته ندارند به دلیل عدم استفاده از کنترل مدار بسته و فیدبک چنانچه ، به هر دلیل ارسال پالس ها ادامه یافته باعث ایجاد عدم دقت در اندازه ها می شود .

### ۲. موتورهای جریان مستقیم ( DC ) :

دارند این موتورها دارای قدرت بالا ، سرعت CNC بیشترین استفاده را در ماشینهای DCموتورهای یکنواخت و عکس العمل سریع نسبت به تغییرات سرعت میباشند با تغییرات ولتاژ می توان سرعت DCدورانی و با تغییرات جریان می توان گشتاور موتور را کنترل کرد . تعمیر و نگهداری موتورهای به دلیل وجود کلکتور و جاروبک حائز اهمیت است و در بعضی مواقع به دلیل وجود کلکتور و جاروبک پارازیت در موتور ایجاد می شود که این امر در کیفیت سطح قطعه تاثیر بسزایی دارد .

### ۳. موتورهای جریان متناوب ( AC ):

کنترل دور با تغییر فرکانس می باشد این امر هزینه بسیار بالایی را نسبت به ACدر موتور های در بر دارد عدم نیاز به یک سو کننده تعمیر و نگهداری ارزانتر به دلیل نداشتن کلکتور و DCموتورهای جاروبک از مزایای این موتورها می باشد . این موتورها حجم زیادی را اشغال می کنند . این موتورها تا برای حرکت میزها و اسپیندل استفاده می شده است .1991قبل از سال

### محرکهای هیدرولیکی :

کنترل قدرتهای زیاد با نیروی کم سادگی کنترل سرعت و نیرو به طور پله ای و عکس العمل سریع در برابر تغییر جهت از ویژگی های محرکهای هیدرولیکی می باشند . از معایب آنها نشتی و قیمت گرانشان می توان نام برد و نیز این سیستم ها دارای سرعت عمل کمتری نسبت به محرکه های الکتریکی می باشند از محرکه های هیدرولیکی بیشتر در کنترل های مدار بسته استفاده می گردد . محرکه های هیدرولیکی در دو نوع دورانی ( موتورها ) و رفت و برگشتی ( سیلندرها و پیستونها ) مورد استفاده واقع می شوند . برای حرکتهای طولی کم از سیلندر و پیستون و برای حرکتهای طولی بلند از موتورهای هیدرولیکی به همراه پیچهای ساچمه ای استفاده می شود .

**اجزای مکانیکی :**

دسترسی به دقت بال و قابلیت تکرار این دقت ها با تلرانس های محدود و اطمینان بالا از انجام عملیات باید در نظر گرفته شود . از این رو CNCخواسته شده از جمله مواردی است که در طراحی ماشین های با ماشینهای سنتی دارای تفاوت هایی می باشند . در ماشین CNCساختار فیزیکی و مکانیکی ماشینهای های سنتی مهارت ماشین کار نقص طراحی و عدم دقت ماشین را جبران می کند . اما در ماشین های به دلیل عدم حضور مستقیم اپراتور در فرایند ماشین کار ی حرکات باید با دقت و اطمینان بالا CNC انجام شود .

**اجزای مکانیکی شامل قسمت های زیر می باشد :**

۱- بستر ماشین

۲- بلبرینگ ها

۳- پیچ ساچمه ای (Ball Screw)

٤- کشویی

٥- نگهدارنده ابزار (Turret , Tool Changer)

**Ball Screwپیچ های ساچمه ای**

در ماشین های سنتی معمولاً از پیچ های رزوه ذوزنقه ای برای تامین حرکت پیشروی کشویی و میز از پیچ های ساچمه ای استفاده می گردد . قلب یک سیستم CNCاستفاده می شود ولی در ماشینهای پیچ و مهره ساچمه ای می باشد . هنگامی که حرکت دورانی از موتور به CNCپیشروی در ماشینهای پیچ منتقل می شود ، میز ماشین از طریق مهره ، حرکت خطی پیدا می کند . پیچ ساچمه ای نسبت به پیچ می رسد این به 90%های معمولی دارای راندمان بسیار بالاتری می باشند که این راندمان معمولاً به دلیل وجود ساچمه در بین پیچ و مهره است . در پیچ و مهرهای معمولی حرکت به صورت لغزش صورت می گیرد ، ولی این امر در پیچ و مهره های ساچمه ای بصورت غلتش صورت می گیرد .

**سیستم اندازه گیری**

## اندازه گیری غیر مستقیم

در اندازه گیری غیر مستقیم انکودرهای زاویه ای یا چرخشی در انتهای محور موتور یا انتهای پیچ ساچمه ای نصب می شوند . در این روش ، اندازه گیری از طریق تبدیل میزان جابجائی میز یا کشویی به یک کمیت فیزیکی دیگر یعنی زاویه ای یا چرخشی و تبدیل آن به پالس های الکتریکی صورت می گیرد .

لقی محورها و نامیزانی موتورها و یاتاقان ها بر روی نتایج اندازه گیری اثر می گذارد ، در نتیجه این نوع اندازه گیری از دقت بالایی برخوردار نمی باشد .

به مثال زیر توجه کنید .CNCبرای درک بهتر به نحوه اندازه گیری در ماشین

سوراخ در روی محیط خود بوده و در 200 اگر یک انکودر ، که دارای CNCمثال : در یک ماشین میلی متر باشد دقت حرکت ماشین چقدر است و نیز 2انتهای پیچ هادی بسته شده باشد ، و گام پیچ هادی سوراخ شمارش شود میزان جابه جایی میز چقدر است ؟1000حساب کنید اگر

$\Delta\chi$ دقت ماشین : : $\Delta\chi$ $\frac{p}{z}$

$=\Delta\chi$

P جابه جای به ازای شمارش یک سوراخ گام پیچ : 0.01 mm = $\frac{2}{200}$

$=\Delta\chi$

Z تعداد شیار یا سوراخ انکودر : 10 mm =

0.01×1000 **L** =

## روش اندازه گیری

اندازه گیری علاوه بر تقسیم بندی از لحاظ امکان استفاده از انکودر ها ( مستقیم و غیر مستقیم )از نظر شبکه بندی خطوط نیز به دو نوع مطلق و افزایشی تقسیم می شوند .

## اندازه گیری مطلق

در روش اندازه گیری مطلق موقعیت تمام نقاط نسبت به نقطه صفر ماشین شناخته شده می باشد و برای هر نقطه محل منحصر به فردی منظور می گردد و در صورت قطع ولتاژ برق و روشن شدن مجدد دستگاه نیاز به چک کردن سیستم اندازه گیری ورفرنس کردن ماشین نداریم ، چرا که اگر میز یا کشویی در هر موقعیتی متوقف شده باشد موقعیتش شناخته شده است . نصب اندازه گیری مطلق نسبت به اندازه از اندازه گیری افزایشی( CNCگیری افزایشی هزینه بیشتری دارد . از همین رو در اکثر ماشین های نسبی ) استفاده می شود .

**اندازه گیری افزایشی ( نسبی )**

در این روش پس از قطع برق موقعیت نقاط برای ماشین شناخته شده نمی باشد و حتماً نیاز به رفرنس کردن دستگاه داریم . در اندازه گیری افزایشی موقعیت میز و کشویی نسبت به مکان قبلی اش محاسبه می شود وجود نقطه مرجع به منظور کالیبره کردن ماشین در ماشین هایی که از این روش اندازه گیری استفاده می کنند الزامی است .

**مزایای کوبل توسط دنده تایم و تسمه تایم :**

۱- عدم ایجاد لقی بین اجزا ( به دلیل عدم وجود کوبل بین دنده ها روی یکدیگر )
۲- صدا کم
۳- نیاز به بازدید و سرویس روزانه دنده ها جهت روغنکاری ندارد .
٤- انتقال ویبریشن صفر می باشد .
٥- تا زمانی که تسمه تایم سالم است لقی انتقال قدرت محور وجود نخواهد داشت .

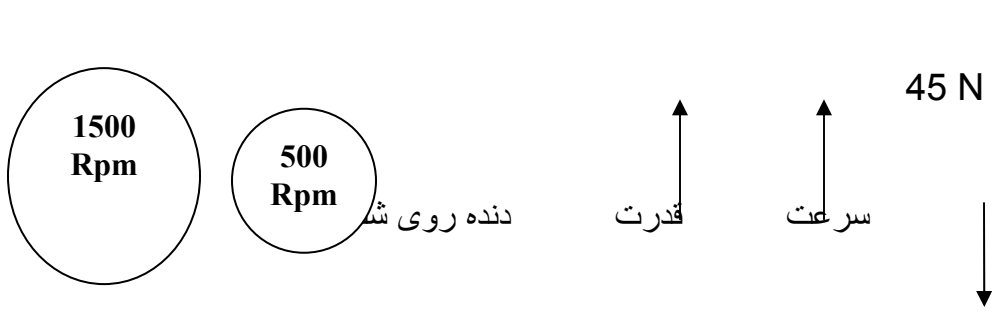
**معایب کوبل توسط دنده تایم و تسمه تایم :**

۱- پاره گی ناگهانی تسمه
۲- بازدید دوره ای جهت تعویض تسمه تایم در صورت نیاز

**نسبت ضریب انتقال قدرت و سرعت در دنده تایم :**

در کوبل دنده تایم ، قدرت موتورها با تعداد دندانه سرشفت نسبت مستقیم دارند .

تعداد دندانه با سرعت موتور نسبت عکس دارد و قدرت موتور با سرعت در این حالت نسبت عکس 15 N و 1500 Rpm دندانه باشد و دور موتور ( سرعت ) 25 به طور مثال : اگر دنده سر موتور نیوتن افزایش ، دور 45 دندانه ، قدرت آن 75قدرت موتور می باشد . در صورت کوبل با یک دنده تایم کاهش می یابد . 500 Rpmموتور ( سرعت ) انتقال یافته به




## روشهای انتقال قدرت به محورها

۱- کوبل مستقیم ۲- توسط چرخ دنده ۳- توسط تسمه تایم

مزایای کوبل مستقیم :

۱- سرعت عمل

معایب کوبل مستقیم :

۱- توان گشتاوری موتور ثابت مانده و هیچ تغییری نمی کند .

۲- ویبریشن دستگاه به موتور و از موتور به دستگاه انتقال پیدا کرده و در نتیجه سبب از دست دادن صافی سطح و خرابی موتورها و محورها می شود .

۳- این روش از رده خارج می باشد .

## مزایای کوبل توسط چرخ دنده

۱- افزایش قدرت محرکه جهت حرکت محورها

30%۲- ایزوله بودن ویبره موتور به دستگاه وبال اسکوال حدود

## معایب کوبل توسط چرخ دنده

یا لقی Back lash ( خوردگی و ایجاد فاصله ) و نهایتاً خطای Lapping۱- لقی پیدا کردن اجزاء مثل ایجاد می شود .

۲- صدای زیاد

۳- نیاز به روغنکاری و سرویس دائم

## گیربکس اصلی دستگاه

وظیفه گیربکس انتقال گشتاور اولیه بوجود آمده توسط موتور به سه نظام در سرعت های مختلف و تغییر جهت دوران طبق طراحی گیربکس می باشد .

گیربکس ها در دستگاههای مختلف متفاوت بوده و شامل انواع : شفت ها ، چرخ دندها ، ماهک ها ، کلاچ ، پمپ روغن ، انواع بلبرینگ ها و ابزارهای جلوگیری از نشتی روغن مثل اورینگ و کاسه نمد و واشرها می باشند .

ماهک ها جهت جابه جایی دنده به منظور انتخاب دور مناسب بکار می روند و شکل ظاهری آنها در گیربکس های مختلف می تواند متفاوت باشد و بستگی به حجم دنده و وزن آن و چگونگی کوپل آنها بر روی شفت دارد نحوه کوپل می تواند بوسیله یک خار تخت و در مواردی بوسیله شفت هزار خار باشد و ماهک باید بتواند چرخ دنده مورد نظر را به راحتی از یک طرف و یا از دو طرف در روی شفت حرکت دهد برای سهولت در جابجایی دندها هر یک از ماهک ها بوسیله اهرم هایی که انتهای آنها در بیرون از گیربکس قرار دارد هدایت می شوند .

- چرخ دنده های ساده موجود در هر گیربکس را از نظر عملکرد می توان به سه دسته تقسیم بندی نمود :

۱- چرخ دنده هایی که به طور ثابت با یکدیگر درگیر هستند و هیچگاه این ارتباط جدا نمی شود .

۲- چرخ دنده هایی که بوسیله ماهک از یک سو ، با چرخ دنده مقابل کوپل شده و از همان طرف از درگیری خارج می شوند .

۳- چرخ دنده هایی عبوری که از یک سمت داخل چرخ دند ها شده و از سمت دیگر خارج می گردند و اتصال دیگری را بوجود می آورند .

برای چرخ دنده های مدل ۲ و ۳ باید یک سمت و یا هر دو سمت دنده ها دارای زاویه و قوس باشند تا بتوانند کار جابه جایی دنده ها را به سهولت انجام دهند ولی برای مدل ۱ بدلیل ثابت بودن درگیری دنده ها نیاری به داشتن زاویه قوس دنده نمی باشد .

## یا تاقانها

چرخ دنده ها ، چرخ و شفت ها بوسیله یاتاقانها در محل استقرار خود نصب شده و در مقابل اصطحکاک و فرسایش محافظت می شوند .

## وظایف یاتاقانها

۱- قطعه متحرک را نگه می دارند

۲- اصطحکاک را کاهش می دهند

۳- فرسایش و ساییدگی را کاهش می دهند

٤- یک سطح سایشی قابل تعویض را تشکیل می دهند

یاتاقانها با تحمل بار شعاعی و محوری قطعات متحرک را ، در مسیر حرکت خود نگه داشته و بوسیله تماس لغزشی ( یاتاقان های معمولی ) یا تماس غلتشی ( یا تاقان های ضد اصطحکاک ) را کاهش می دهند همچنین با استفاده از روغن کاری مناسب نیز اصطحکاک را کاهش می دهند پس با کاهش اصطحکاک ، سایش و فرسودگی نیز کاهش می یابد. یا تاقان ها یک سطح سایشی قابل تعویض را تشکیل می دهند که از نظر اقتصادی بسیار با صرفه تر از تعویض چرخ دنده ها یا شفتهای سوارشده برروی آنها می باشد .

## نیروی وارده بر یاتاقان ها

یاتاقانها تحت فشارهای محوری ، شعاعی و با ترکیبی از آنها قرار می گیرند . یا تاقان های شعاعی فقط در جاهایی نصب می شوند که بارهای شعاعی بر آنها وارد می شوند یاتاقان های کف گرد نیز در جایی نصب می شوند که فقط بارهای محوری وجود دارند بعضی از یاتاقان ها به گونه ای طراحی شده اند که می توانند هم بارهای محوری هم بارهای شعاعی را متحمل شوند . برای تحمل بارهای محوری از رول برینگ های مخروطی و بعضی از بلبرینگ های غلطکی استفاده می شود .

- مزایا و معایب یاتاقان ها

هم بوش ها و هم یاتاقان ها ضد اصطحکاک دارای مزایا و معایبی هستند که در ذیل به تعدادی از آنها اشاره می کنیم .

**بوش ها**

**مزایا :**

۱- فضای کمی نیاز دارند

۲- ارزان قیمت هستند

۳- بی سرو صدا کار می کنند

٤- ساختمان محکمی دارند

**معایب :**

۱- عملکرد اصطحکاکی زیادی دارند

۲- به روغن کاری مداوم نیاز دارند زیرا نمی توانند آب بندی شوند

- یاتاقان های ضد اصطحکاک

**مزایا :**

۱- عملکرد اصطحکاکی کمی دارند

۲- می توانند بگونه ای آب بندی شوند که روغن کاری مورد نیاز را کاهش دهند

۳- بدلیل طراحی های مختلف و زیاد بسیار متنوع هستند

**معایب :**

۱- نسبت به بوش فضای بیشتری را اشغال می کنند

۲- با سرو صدا کار می کنند

۳- از استحکام کمتری برخوردارند

## انواع یاتاقان

یاتاقان ها از نظر ساختاری به دو گروه کلی تقسیم می شوند که عبارتند از :

## یاتاقانهای لغزشی

این یاتاقان ها که یاتاقان ژورنال نامیده می شوند یک تماس لغزشی را در بین سطوح درگیر ایجاد می کنند در گسترش و پیشرفت ماشین های دوار از اهمیت ویژه ای برخوردارند این یاتاقان ها از اجزاء ضرور ماشین ها ی مختلفی نظیر کمپرسور ها ، پمپها ، توربین ها و موتورهای احتراق داخلی بشمار می روند

در حالت کلی یک یاتاقان لغزشی از یک شفت قابل دوران ( سر محور ) تشکیل می شود که در داخل یک بوش سیلندری ( یاتاقان ) محکم شده است سطوح سر محور و یاتاقان با یک لایه روانکار ارسالی به شعاع محور است و چهار ۰/۰۰۱ فضای لقی بین سطوح از یکدیگر جدا می شود فضای لقی معمولاً وظیفه مهم را به عهده دارد که عبارتند از :

۱- امکان پذیر کردن مونتاژ یاتاقان و سر محور

۲- ایجاد فضایی برای روغن کاری

۳- اصلاح انبساط حرارتی اجتناب پذیر

٤- جبران خمیدگی شفت یا ناهمراستایی

**یاتاقان غلتشی :**

این یاتاقان ها شامل انواع بلبرینگ ها ، رولر برینگ ها و کف گرد ها می باشند . ساچمه ها و رولها به فواصل مساوی و جدا از هم نگه داشته می شوند این کار بوسیله جدا کننده یا غلاف ( Race ) انجام می شود که برای بهبود کار یاتاقان لازم بود ه و در عین حال از بوجود آمدن اصطحکاک اضافی نیز جلوگیری می کند .

- مزایای غلتشی :

۱- به لحاظ حرکت توام با غلتش در این یاتاقان ها ، اصطحکاک کمتر و در نتیجه حرارت تولید شده کمتر است .

۲- در شروع حرکت ، گشتاورد اعمالی ناچیز است

۳- نیاز به مواد روغن کاری در آنها کمتر و مخارج نیز پایین تر است

٤- مراتب نگه داری آنها آسان تر است

٥- اگر در شرایط مناسب از آنها استفاده شود عمر طولانی تری دارند چون امکان افزایش لقی در آنها کمتر است .

٦- به خاطر استاندارد بودن آنها ، تعویض آنها به راحتی میسر است .

۷- نیاز به آب بندی اولیه ندارد و در مراحل اولیه کار می توان از حداکثر ظرفیت یاتاقان استفاده کرد

**معایب یاتاقان غلتشی :**

۱- داشتن حساسیت در مقابل ضربه

۲- تلورانس کم در محل نصب و در نتیجه گران بودن آنها

۳- حرکت توام با صدا

### عمر یاتاقان

) باشد تماس غلتنده با رینگها است و اگر استوانه ( رولر ) Ballاگر جزء غلتنده کروی ( ساچمه ) یا ( باشد تماس خطی است پس در نوع و اندازه یکسان ، تحل بار رولر به رینگ بیشتر است . اما بلبرینگها به علت اصطحکاک کمتر دارای سرعت بیشتر و سر و صدای کمتری است . به جزء بلبرینگ های خود میزان در بقیه موارد بلبرینگ ها ممان می گیرند اما چون هیچ قطعیتی در میزان ممان ندارند گذاشتن ممان روی آن اکیداً ممنوع است اگر یاتاقان در شرایط مناسبی نگهداری شده و در دمای معقولی کار کند ، فقط خستگی فلز تنها علت گسیختگی آن خواهد بود . خستگی ناشی از میلیونها مرتبه اعمال تنش است . عمر همه یاتاقان ها به صورت کل تعداد دورها یا تعداد ساعتهای کار یاتاقان در سرعت ثابت معمولی که برای پدید آمدن معیارهای خرابی مورد نیاز تعریف می شود که این عمر با مقدار بار روی محور نسبت معکوس دارد .

### مونتاژ کردن یاتاقان های ضد اصطحکاک

یاتاقان های ضد اصطحکاک طوری باید مونتاژ شوند که :

- شکل آنها تغییر نیابد
- عناصر غلطان محدودیتی نداشته باشند
- قفسه های داخلی و خارجی تنظیم شده باشند

در مجموع وقتی که دو یا چند یاتاقان بر روی یک شفت معمولی سوار می شوند می بایست محور هر یک از یاتاقانها با دیگری تنظیم شود . بسیار ی از یاتاقانها ضد اصطحکاکی ، آب بندهایی دارند که روغن را درون آنها نگه داشته و از ورود مواد خارجی جلوگیری می کند یاتاقانهای ضد اصطحکاک معمولاً از یک طرف با قفسه ای که پرس شده مسدود می شود و از طرف دیگر درپوشی دارند که قابل باز شدن است . این در پوش با فشار زیاد دست در جای جود محکم می شود وقتی که محفظه یاتاقان بدون لبه باشد اغلب برای نگه داری یاتاقان در محل خود از یک رینگ فنری استفاده می شود .

**نگه داری یاتاقانهای ضد اصطحکاکی :**

مهم ترین فاکتور در طول عمر یاتاقانها ، نگه داری خوب آنها می باشد این مسئله شامل روغن مناسب ، تعمیرات ، تشخیص خرابی ها ، نصب و تنظیمات درست می باشد .

**دانستنیها ومهارت های لازم برای اپراتورCNC**

**۱- آشنایی با اصول ترسیم نقشه کشی صنعتی .**

**۲- مهارت در ترسیم نمای سوم از روی دو نمای داده شده .**

**۳- توانایی ترسیم نماها از روی پرسپکتیو.**

**٤- توانایی ترسیم برش مقاطع.**

**٥- آشنایی با انواع پرسپکتیوها ( ایزو متریک ، دیمتریک ، کاوالییر و ... )**

**٦- توانایی استفاده از جداول انطباق و تلرانس ها .**

**۷- آشنایی با تلرانسهای هندسی و علائم آن .**

**۸- آشنایی با سیستم ثبوت میله و سوراخ .**

**۹- آشنایی با مقیاس و اندازه اسمی قطعات .**

۱۱- توانایی استفاده از علائم کیفیت سطح.

۱۲- آشنایی با مفهوم کیفیت سطح .

۱۳-دانش استفاده صحیح از وسائل اندازه گیری .

۱٤- توانایی استفاده صحیح از گیجها و ابزارهای کنترلی دقیق.

۱۵- آشنایی با جیگ و فیکسچر و توانایی استفاده صحیح از آنها.

۱٦- تبحر در شناخت مواد صنعتی .

۱۷- توانایی استفاده از مواد روان کننده وخنک کننده دستگاه .

۱۸- مهارت استفاده از متعلقات جانبی دستگاه .

۱۹- آشنایی کافی با زبان انگلیسی و برنامه نویسی .

۲۰- آشنایی با ملزومات مصرفی دستگاه و تبحر در تعویض بموقع آنها .

۲۱- آشنایی با نکات ایمنی و رعایت آن .

۲۲- آشنایی و ایجاد شرایط فیزیکی لازم برای دستگاه

۲۳- توانایی نگهداری و سرویس به موقع دستگاه .

## مزایای دستگاه های CNC

۱. دقت ماشین کاری بالا به طوری که اشتباهات در تولید با به کار بردن سیستم کنترل کامپیوتری به حداقل می رسد.
۲. قابلیت تکرار پذیری و ماشین کاری قطعات به صورت سری.
۳. سرعت بالای ماشین کاری قطعات.
٤. کاهش زمان تولید وقیمت تمام شده آن .
۵. کاهش خطای انسانی .

۶. کاهش زمان تنظیمات اولیه ماشین .

۷. کاهش زمان اندازه گیری و کنترل قطعات تولیدی .

۸. نظارت کمتر اپراتور حین عملیات ماشین کاری .

۹. ماشین کاری قطعات مطابق برنامه نوشته شده نه تجربه اپراتور.

۱۰. انعطاف پذیری بالا درتعویض یا ارتقای تولید.(بعلت عدم نیاز به تعویض اجزای سخت افزاری ماشین از جمله بادامکها ، طبلکها ، شیرها ، کنتاکتورها و... با تعویض یا اطلاح نرم افزار تولید به راحتی تعویض یا ارتقا می یابد.)

۱۱. حفظ و در دسترس بودن برنامه قطعات به صورت بانک اطلاعاتی .

۱۲. کنترل برنامه دستگاه به صورت گرافیکی قبل از تولید واقعی (امکان تست غیر مخرب )

.

۱۳. امکان طراحی قطعه کار و برنامه ماشین کاری آن توسط کامپیوتر وبرنامه های کمکی .

۱۴. امکان ماشین کاری قطعات پیچیده منجمله قالبهای صنعتی .

۱۵. تولید قطعات ثانویه بدون نیاز به ماشین کار با تجربه .

۱۶. افزایش قابل توجه راندمان و کاهش ضایعات .

۱۷. امکان شبکه کردن چند دستگاه و نظارت بر همه آنها به صورت متمرکز .

۱۸. امکان هدایت و کنترل از راه دور دستگاههای CNC مجهز به سیستم های CAD/CAM و CIMJ

۱۹. عیب یابی راحت دستگاه به علت اعلام آلارمهای مختلف .

۲۰. نظارت و کنترل راحتر پرسنل و قطعات تولدی.

## معایب دستگاه های CNC

۱. قیمت نسبتا زیاد آنها .

۲. هزینه بالای نگهداری و تعمیرات آنها .

۳. آشنایی با زبان انگلیسی و برنامه نویسی .

۴. پرداخت دستمزدهای بالا برای اپراتورهای حرفه ای .

۵. زمان زیاد برای رفع نقص اساسی دستگاه بعلت عدم وجود نمایندگی معتبر در ایران و وابستگی به افرادی خاص و محدود.

۶. مشقت فراوان جهت تهیه لوازم یدکی .

) به معنای ماشین اندازه گیری Coordinate Measuring Machine مخفف کلمات (CMM مختصات می باشد. این دستگاهها از دقت فوق العاده بالایی برخوردارند و جهت انجام عملیات اندازه گیریهای خاص، دقیق و پیچیده از جمله (هم محوری ، توازی ، تعامد سطوح و.... ) که دیگر ابزارهای اندازه گیری قادر به انجام آن نمی باشند استفاده می شود. یقینا زمانی که دستگاههای کنترل عددی برای تولید قطعات پیچیده سه بعدی طراحی و ساخته شدند نیاز به این دستگاه حس شده است .

نسلهای مختلف این دستگاه از آغاز تا کنون را می توان به صورت زیر معرفی کرد .

بدون نمایشگر - ورنیه ای

نمایشگر ساده - نمایشگر مختصات

پردازنده ساده با توانایی محدود

کامپیوتر با نرم افزار ساده

مدلهای پیشرفته امروزی

CMMبخش های مختلف یک

از بخشهای مختلفی از جمله سازه، میز، پراب و بخش نرم افزار تشکیل شده است .CMMدستگاه

CMMسازه

از یک سازه تشکیل شده که عموما از آن به عنوان ماشین یاد می شود ولی باید دانست که این فقط CMM یک بخش از ماشین است.

سازه در سه محور قادربه حرکت بازوها یا محورهایی که روی آن قرار دارند می باشد .

وجود دارد که این سازه ها در طول سالیان مختلف بر حسب نیاز وشرایط CMMسازههای مختلفی برای موجود طراحی و ساخته شده اند و به مرور زمان جهت دستیابی به پارامترهای ذیل اصلاحات لازم در آنها صورت گرفته است .

۱. افزایش سرعت و شتاب CMM

۲. بهبود مشخصات اندازه گیری

۳. بهینه نمودن عملیات اندازه گیری

٤. دسترسی بهتر و راحتتر به قطعه کار

٥. ظاهری زیبا تر

برخی از این طرحها عبارتند از :

| | |
|---|---|
| Cantilever With Fixed Table پایه دار با میز ثابت | دستگاهCMM |
| Fixed Bridge با پل ثابت | دستگاهCMM |
| Moving Bridge با پل متحرک | دستگاهCMM |
| Column ستونی | دستگاهCMM |
| Gantry دروازه ای | دستگاهCMM |
| Fixed Table Horizontal Armبازویی با میز ثابت | دستگاهCMM |
| Articulated Arm با بازوی تا شونده | دستگاهCMM |

واضح است که تمام موارد فوق به یک اندازه رایج نیستند و بسته به نوع و ابعاد قطعه، محیط کار و شرایط فیزیکی آن متفاوت می باشد .

میزCMM

میز آن می باشد که از صافی سطح بالایی برخوردار بوده و عموما از جنس CMMاز دیگر بخشهای گرانیت می باشد.

ولی این امکان وجود دارد با توجه به محیط کار از مواد دیگری از جمله چدن استفاده شود ولی در هر صورت می بایست سطح میز CMM از صافی بالایی برخوردار بوده و ضریب انبساط دمایی آن حداقل ممکن باشد .

پراب ( Probe)

می باشد پرابها خود ازدو قسمت ساقه ونوک کروی CMM پرابها یکی دیگر از اجزای تشکیل دهنده شکل تشکیل شده است قابل ذکر است پرابها خود روی سیستم پرابگیر قرار داده شده و این مجموعه روی محور اصلی CMM قرار می گیرد.

از پرابها به عنوان کاوشگرها و حس گرها نیزیاد می شود حسگرهای ابزارهای نسبتا هوشمند مکا ترونیکی یا نوری الکترونیکی هستند ،که CMM را قادر به ثبت نقاط روی سطح قطعه کار مورد اندازه گیری خواهند ساخت . حسگرها ممکن است با تماس فیزیکی به جمع آوری اطلاعات بپردازند ( حس گرهای تماسی) و یا از راه اسکن نمودن قطعه مورد نظر، با اشعه لیزر این کار را انجام میدهند( حس گرهای غیر تماسی ) پس از این منظر می توان پرابها را به دو دسته تماسی و غیر تماسی تقسیم بندی نمود . البته نباید دچار این اشتباه شد که پرابهاب غیر تماسی نسل جدید پرابها می باشند بلکه هر دسته برای خود موارد کاربرد خاصی را دارد . البته نوک پرابها به جز شکل کروی ، اشکال دیگری مانند استوانه ای- دیسکی و مخروطی هم دارد که در موارد خاص از جمله پیچ ها ، اشکال انحنا دار و ... کاربرد دارند.

نرم افزار CMM

و دنیای CMM قادر به مدیریت حرکات ، محاسبات ، برنامه ریزی، ارتباط بین CMM نرم افزار بیرون می باشد .

این است که در بسته های " نرم افزار کاربردی" ممکن است بخش هایی CMM نکته مهم در مورد یک هم برای حل مسائل خاص اندازه گیری نظیر: چرخنده ها و پره های توربین و غیره در نظر گرفته شده باشد.

نام دارد. از نرم DMIS ها از یک زبان برنامه نویسی بهره می برند که CMM شایان ذکر است که تمام می توان از CMM افزارهای معروف

Prelloud

Mettrolog

Axell

PC DMIS

CMMشرایط محیطی دستگاه

بهتر است دستگاه اندازه گیری در محیطی عاری از هر گونه تغییرات دمایی ، ارتعاشات و گرد وغبار قرار گیرد . عموما اتاقهایی برای این دستگاهها تهیه می شود تا شرایط خاص این دستگاه را تامین کند. گستره دمایی این اتاق بین ۲۰ الی ۲۵ درجه باید باشد . ارتعاشات باید در حد بسیار کمی باشد . شوک برای دستگاه اصلا مجاز نمی باشد. آلودگی محیطی و گرد و غبار باید مقدار کمی باشد.

البته آخرین پیشرفتها در زمینه ساخت این دستگاه باعث شده که گستره دمائی این دستگاه بیشتر و سختی شرایط را کمتر نماید برای این کار به بازوها و قسمت های مهم دستگاه سنسورهای حرارتی نصب شده است که خطاهای تغییرات دمائی در محاسبه مقدار اندازه گیری لحاظ شود.

در پایان از زحمات آقای مهندس حقی و آقای مهندس حسینی که در تدوین این مقاله نقش بسزائی داشته اند صمیمانه تشکر میشود .

**باآرزوی موفقییت**

**علیرضا مهدی نژاد**