

فصل اول - ماشینهای کنترل عددی

2.....	مقدمه
2.....	تاریخچه ماشینهای کنترل عددی
2.....	ماشینهای کنترل عددی
3.....	مزایای ماشینهای CNC
4.....	معایب ماشینهای CNC
4.....	اجزای ماشینهای CNC

فصل دوم - برنامه نویسی ماشینهای CNC

11.....	دستگاههای مختصات
14.....	انواع سیستمهای کنترل عددی
15.....	انواع ماشینهای CNC
15.....	نقاط صفر و مرجع در ماشینهای کنترل عددی
17.....	روشهای مختصات دهی
19.....	ساختار و محتوای برنامه ماشینهای CNC
24.....	انواع دستورات یا فرمانها
24.....	مراحل ساخت قطعه
24.....	مراحل قابل توجه پیش از نوشتن یک برنامه CNC
25.....	مراحل نوشتن یک برنامه CNC
25.....	نحوه وارد کردن برنامه به دستگاه
26.....	انواع برنامه های CNC
26.....	نکات ایمنی در برنامه نویسی و اپراتوری ماشینهای کنترل عددی
27.....	فرمانهای آماده سازی
29.....	حرکتهای اصلی
34.....	فرمانهای انتخاب صفحه کاری
38.....	کد مکث
39.....	کدهای اصلاح مسیر
45.....	تعیین نقطه صفر قطعه کار
47.....	آفست گیری ابزار
49.....	M کدها
50.....	سیکلها

فصل سوم - معرفی نرم افزار سبیه ساز swansoft simiulation software

72.....	مقدمه
72.....	قسمتهای مختلف نرم افزار
72.....	Menu Bar
78.....	Tool Bar
79.....	Standard Bar
80.....	Broadcast bar
80.....	Graphic window
80.....	Status Bar

فصل چهارم - اپراتوری سیستم SINUMERIK 810/840 T

82.....	پنل
82.....	پنل اپراتور
83.....	پنل کنترل ماشین
84.....	نحوه کار با این نرم افزار به صورت مثال
89.....	نقشه

فصل پنجم

97.....	نتیجه گیری
---------	------------

فصل اول

ماشینهای کنترل عددی

مقدمه:

در سالهای اخیر روشهای تولید قطعات دچار تحولات و تغییرات وسیعی شده است افزایش تیراژ تولید قطعات با هزینه کمتر ایجاب می کند که بازدهی سیستم تولیدی در حد بهینه باشد یکی از روشهای دستیابی به این هدف استفاده از ماشینهای کنترل عددی است که در حالت کلی ماشینهای CNC نامیده می شوند و کاربرد گستردهی ماشین ابزار با کنترل عددی مهمترین پیشرفت در زمینه تولید در نیم قرن اخیر بشمار می آید که در صنعت ماشینکاری جایگاه خاصی پیدا کرده و روز به روز با پیشرفت تکنولوژی در صنعت این نوع دستگاهها جایگزین دیگر دستگاههای سنتی می شود.

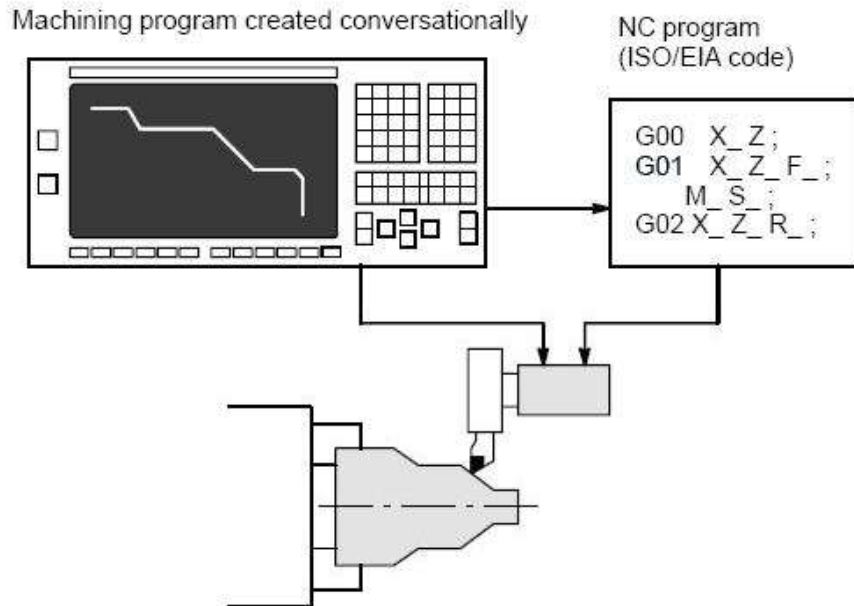
تاریخچه ماشینهای کنترل عددی

بعد از جنگ جهانی دوم، نیروی هوایی ایالت متحدهی آمریکا و صنایع سازه های هوایی به دنبال اینکه نیاز به تولید قطعات پیچیده و دقیق برای صنایع هوا و فضا داشت و ساخت آنها با ماشینهای معمولی مشکل و گاه ناممکن بود تا اینکه در سال 1949 john parsons از کمپانی parsons در شهر تراورس ایالت میشیگان امریکا (موسسهی تیرهای ساختمانی) از آنجا که بر روی پروژه های در رابطه با ساخت تجهیزات ماشین کاری شابلن های مورد نیاز جهت بازبینی پره های بال گرد (هلی کوپتر) فعالیت داشت در ذهن خود دستگاهی با کنترل عددی را تجسم می کرد پیشنهاد خود را به نیروی هوایی ارائه داد و اولین قرارداد خود را با نیروی هوایی آمریکا جهت ساخت اولین دستگاه با کنترل عددی NC (Numerical Control) منعقد کرد و در سال 1951 این پروژه برای تکامل به انیستیتوی تکنولوژی ماسوچوست (MIT) داده شد که در سال 1952 تلاش های این موسسه با ساخت یک فرز با کنترل اتوماتیک سه محور به بار نشست سیستم کنترل NC بر اساس اصول کامپیوتری دیجیتالی در آن زمان یک تکنولوژی پیشرفته محسوب می شد و با ورود کامپیوتر توسعه منطقی NC ، کنترل عددی کامپیوتری CNC (Computer Numerical control) بود که در آن یک کامپیوتر به عنوان بخش اصلی سیستم کنترل ، انجام وظیفه می کند در حال حاضر استفاده از کامپیوتر در طراحی قطعات و نیز تولید قطعات CAD CAM (Computer Aided Design & Computer Aided Manufacturing) در مراکز صنعتی رواج یافته است اکنون می توان به راحتی با یک کامپیوتر و با سیستم کنترل عددی مستقیم یا DNC (Direct Numerical Control) فرآیند تولید در چند دستگاه CNC را کنترل کرد.

ماشینهای کنترل عددی

تعریف CNC : سی ان سی مخفف کلمات Computer Numerical control می باشد که ماشینهای اتوماتیک و قابل برنامه ریزی هستند که یک سری از دستورات را در قالب حروف و ارقام و علائم دیگر که برای واحد کنترل ماشین قابل فهم است دریافت کرده و با تبدیل این کدها به پالسهای الکتریکی و ارسال به سیستم های حرکتی ماشین باعث کنترل محورهای خطی و چرخشی می شود که از آن به عنوان ماشین کنترل عددی یاد می شود.

ماشینهای کنترل عددی یک سیستم NC (سخت افزار الکترونیکی بر پایه تکنولوژی مدارهای دیجیتالی) مبتنی بر استفاده از کامپیوتر به عنوان واحد کنترل است که به دلیل استفاده از کامپیوتر سرعت پردازش اطلاعات بسیار بالا نسبت به ماشینهای NC که برنامه را خط به خط خوانده و اجرا می شد دارند و می تواند تمام خطوط (شامل اطلاعات مسیر و سوئیچ ها در قالب کدهای عددی) برنامه را بخواند و چک و اجرا کند که در صورت اشتباه در سطرهای بعدی قادر به تشخیص مشکل خواهند بود . در CNC تا حد ممکن مدارهای سخت افزار اضافی را در واحد کنترل حذف و کار را مبتنی بر نرم افزار می شود که با این کار انعطاف پذیری سیستم افزایش می یابد.



مزایای ماشینهای CNC

1. دقت و کیفیت بالای قطعات
2. سرعت بالا، سرعت خطی ثابت و کاهش زمان ماشینکاری
3. کاهش خطای انسانی
4. توانایی ساخت قطعات پیچیده
5. انعطافپذیری بالا در تعویض یا ارتقای تولید
6. استفاده بهینه از نیروی انسانی
7. عدم نیاز به نیروی بسیار متخصص (به غیر از برنامه‌نویس)
8. خطر کمتر برای اپراتور
9. کاهش زمان اندازه‌گیری و کنترل
10. کاهش زمان تنظیم اولیه
11. کاهش هزینه ساخت قید و بندها
12. کاهش هزینه ابزارسازی
13. به دلیل دقت بالای قطعات تولید شده توسط CNC، سرعت مونتاژکاری بالا رفته و مونتاژ می‌تواند به صورت اتومات انجام شود
14. امکان استفاده از ماشین CNC برای عملیات متناوب 20 ساعت در شبانه روز، در صورتی که ماشینهای سنتی برای کار بیش از 8 ساعت دچار مشکل می‌شوند
15. امکان دستیابی به قابلیت تکرار تلرانس‌ها و دقت‌های مورد نیاز
16. امکان شبیه‌سازی و تست نمودن برنامه قبل از اجرای برنامه و بر روی ماشین و اطمینان از درستی آن
17. امکان تولید وساخت قطعات با اشکال پیچیده که با مشاین‌های معمولی مشکل و یا غیرممکن است
18. امکان کنترل از راه دور ماشین و متصل شدن به سیستمهای CAD/CAM و CIMS

معایب ماشینهای CNC

1. سرمایه اولیه برای خرید و راه اندازی زیاد است
2. تعمیر و نگهداری ماشینهای CNC به دلیل طراحی مکانیک متفاوت از ماشینهای سنتی و استفاده از تجهیزات کامپیوتری، الکترونیکی، الکتریکی، هیدرولیکی و پنوماتیکی پیچیده و گران است
3. نیاز به آموزش اولیه در زمینه اپراتوری و برنامه نویسی

اجزای ماشینهای CNC

1. واحد ورودی (برنامه ماشین)
شامل مجموعه ای از اعداد وحروف و علائم قابل فهم برای واحد کنترل که توسط اپراتور تعریف شده و برای پردازش به قسمت کنترل ارسال می گردد که این برنامه را می توان بصورت مستقیم با تایپ کردن از روی پنل ماشین و یا با استفاده از نوارهای سوراخدار و یا نوار مغناطیسی، دیسک مغناطیسی، و کامپیوتری (DNC) به ماشین ارسال کرد محتوای این برنامه اطلاعات مسیر قطعه (هندسه قطعه) و اطلاعات تکنولوژیکی (مقادیر سرعت و پیشروی) و کمکی (حالت سیستم خنک کاری و موارد مشابه) است
2. واحد پردازش یا واحد کنترل ماشین (MCU)
این قسمت به عنوان مغز متفکر اصلی ماشین محسوب می شود و با توجه با اینکه سیستم کنترل خود دارای سه جزء اصلی واحد ورودی ، واحد پردازش و واحد خروجی می باشد و بعد از پردازش دستورات لازم را به بخشهای دیگر ارسال می کند که در چند مرحله زیر انجام می گیرد
ورود اطلاعات: برنامه توسط یک واسطه ورود اطلاعات مانند نوار خوان PPR ، DISK DRIVER و یا مستقیما توسط اپراتور از طریق صفحه کلید و ... به سیستم وارد می شود
حفظ اطلاعات: برنامه خوانده شده در یک حافظه نگهداری می شود (Data Memory) در این حافظه علاوه بر برنامه، اطلاعات هندسی لازم (نقاط صفر)، اطلاعات ابزار و Machine Data نیز نگهداری می شود.
حافظه واسطه (Buffer Memory): برنامه موجود در حافظه اطلاعات باید قسمت به قسمت پردازش شده و برای اجرا به ماشین ارسال شود در هر لحظه بخشی از برنامه وارد این قسمت شده و پردازش می شود، خطاهای احتمالی نمایان شده ، مقادیر جابجایی محورها محاسبه و به حافظه اصلی ارسال می گردد از این حافظه برای جلوگیری از تاخیر اجرای برنامه در حین محاسبات عددی استفاده می شود.
حافظه اصلی (Main Memory) : در این حافظه، اطلاعات ارسالی از حافظه واسطه، مجددا تقسم بندی شده و اندازه های دقیق و واقعی برای حرکت قسمت های مختلف دستگاه محاسبه و به درایوهای مربوط ارسال می شود
ارسال اطلاعات (Out Put) : خروجی به شکل اطلاعات مسیر، تکنولوژی و کمکی به سیگنالهای کنترلی (اطلاعات قطع و وصل) تبدیل و به محرکه ها ارسال می دارد

: PLC

کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی (Programmable Logic Control)

این سیستم دارای تعدادی ورودی و خروجی است اطلاعات به شکل باینری (0 و 1) به این قسمت وارد شده و در پردازشگر مرکزی آن بر اساس برنامه موجود پردازش می شود نتیجه بصورت علائم (0 و 1) به کانالهای خروجی فرستاده می شود. اطلاعاتی که روی وظایف اجزای ماشین تاثیر می گذارند مستقیما با این واحد مربوط می شوند.

واحد کنترل روی اطلاعات ورودی کار کرده برنامه را رمزگشایی و تفسیر می‌کند و آن را به زبان ماشین تبدیل می‌کند و دستورات لازم را به قسمت ماشین که خروجی می‌باشد ارسال می‌کند

واحد کنترل در دو نوع مدار باز (Open Loop Control System) و مدار بسته (Close loop Control System) وجود داد

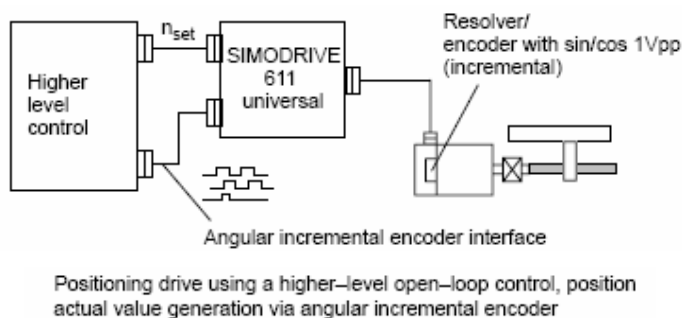
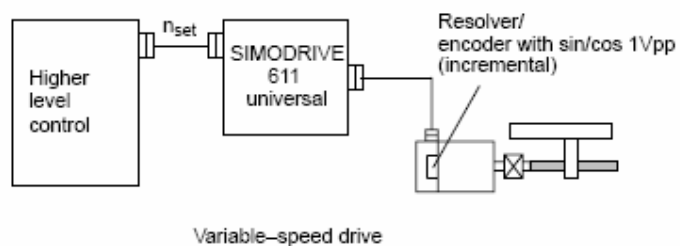
واحد کنترل مدار باز

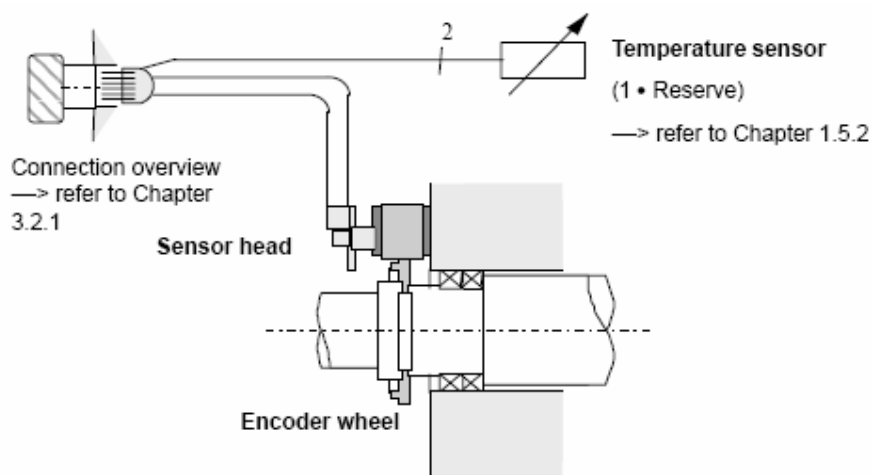
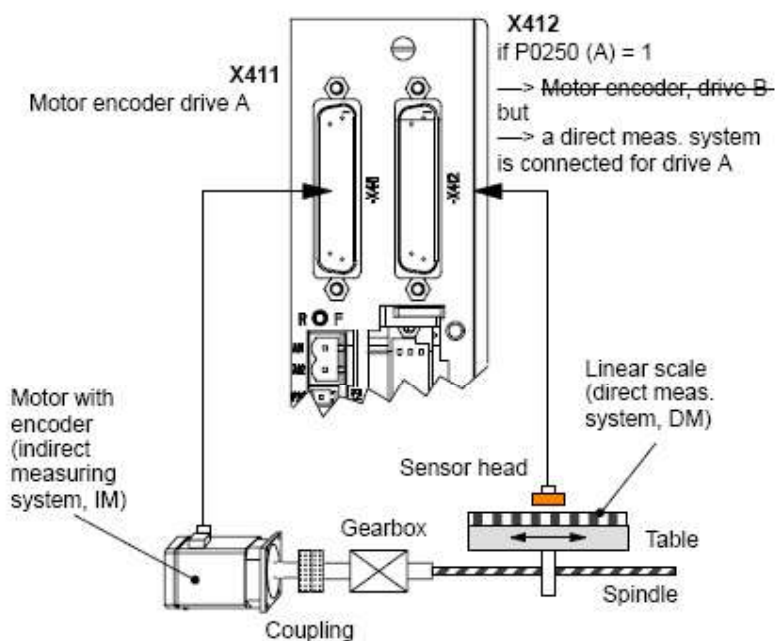
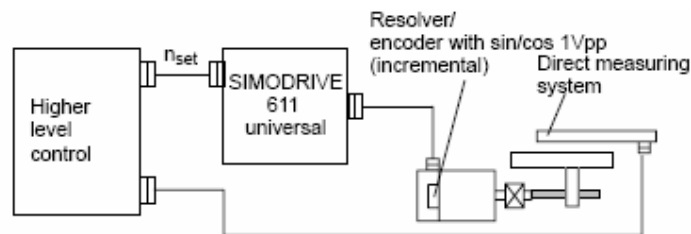
در این نوع کنترل، عملیات به صورت خطی انجام می‌شود و تنها ورودی سیستم باعث تغییر در مقدار خروجی می‌گردد و اطلاعاتی از خروجی سیستم به واحد کنترل ارسال نمی‌گردد تا از وضعیت موقعیت محورها اطلاعی حاصل شود در نتیجه اگر خطایی در میزان جابه‌جایی محورها رخ دهد سیستم قادر به کشف و جبران آن نخواهد بود به همین دلیل این گونه سیستمها به دلیل ارزان بودن در مواردی که دقت کاری زیاد مهم نیست استفاده می‌شود که در زمینه ماشینهای CNC اغلب در ماشینهای آموزشی از این سیستم استفاده می‌شود

واحد کنترل مدار بسته

در این سیستم موقعیت هر محور پیوسته توسط یک دستگاه حسگر اندازه گیری شده و اطلاعات لازم جهت بررسی و مقایسه (توسط مقایسه گر الکترونیکی که در واحد کنترل ماشین MCU تعبیه شده) با موقعیت صحیح به سیستم کنترل پس خورنده شده و در نتیجه اگر ورودی و خروجی مساوی و با یکدیگر تطابق نداشته باشند سیستم کنترل یک سیگنال خطا برای جبران خطا تنظیم و تولید می‌کند تا اصلاحات لازم توسط ماشین که قسمت خروجی می‌باشد اعمال گردد

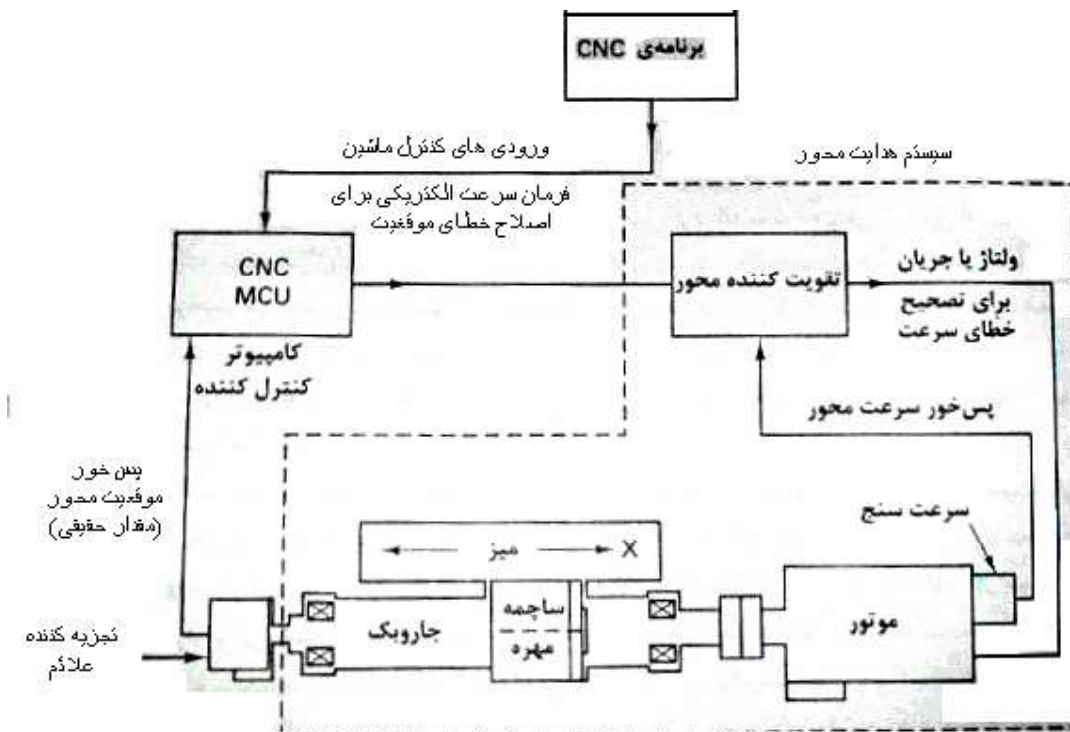
در زیر به صورت شماتیک حالت‌های کنترل مدار بسته و باز آورده شده است





در سیستم کنترل ماشینهای کنترل عددی از یک تحلیل گر یا تجزیه کننده‌ی علانم به منظور پس خور موقعیت محور به واحد کنترل دستگاه استفاده می‌شود این سیستم یک کنترل مدار بسته است که نیاز به یک ترانسدیوسر یا دستگاه حس کننده جهت ردیابی موقعیت میز ماشین و برگردان این اطلاعات به واحد کنترل جهت مقایسه وضعیت موجود با حالت

مطلوب دارد در غالب کنترل گر های سیستم کنترل عددی پیام های پس خور توسط ترانسدیوسر های که با پیچ تغذیه یا با حرکت قطعه واقعی به کار می افتد تامین می گردد.



3. ماشین افزار

این بخش شامل بخشهای مکانیکی و برقی دستگاه می باشد که پس از اینکه برنامه NC پس از رمز گشایی و تبدیل اطلاعات به زبان ماشین که در حافظه ذخیره می شود و محاسبات لازم انجام می پذیرد و سپس به شکل اطلاعات مسیر و اطلاعات فنی به سیگنالهای خروجی قطع و وصل تبدیل و به موتور ها فرمان صادر شده و موتور ها حرکت چرخشی را به پیچهای ساچمه ای و پیچهای ساچمه ای حرکت دورانی را به حرکت خطی تبدیل می کنند در نهایت حرکت خطی از طریق کشویی و راهنماها تحت کنترل سیستم اندازه گیری به ابزار منتقل می شود واحد خروجی مربوط به سخت افزار ماشین است که از سه بخش اصلی تشکیل شده است

محركه ها (موتورها)

در ماشینهای CNC از سه نوع سیستم محرکه الکتریکی، هیدرولیکی و پنوماتیکی استفاده می شود که از محرکه پنوماتیکی به دلیل قدرت و دقت کم آنها امروزه استفاده نمی شود در ماشین های ابزار CNC جدید سروو موتور های AC (جریان متناوب) به سرعت جایگزین موتور های DC (جریان مستقیم) می شوند دلایل این تغییر قابلیت اطمینان بیشتر نسبت عمل کرد به وزن بهتر و توان مصرفی کمتر هستند

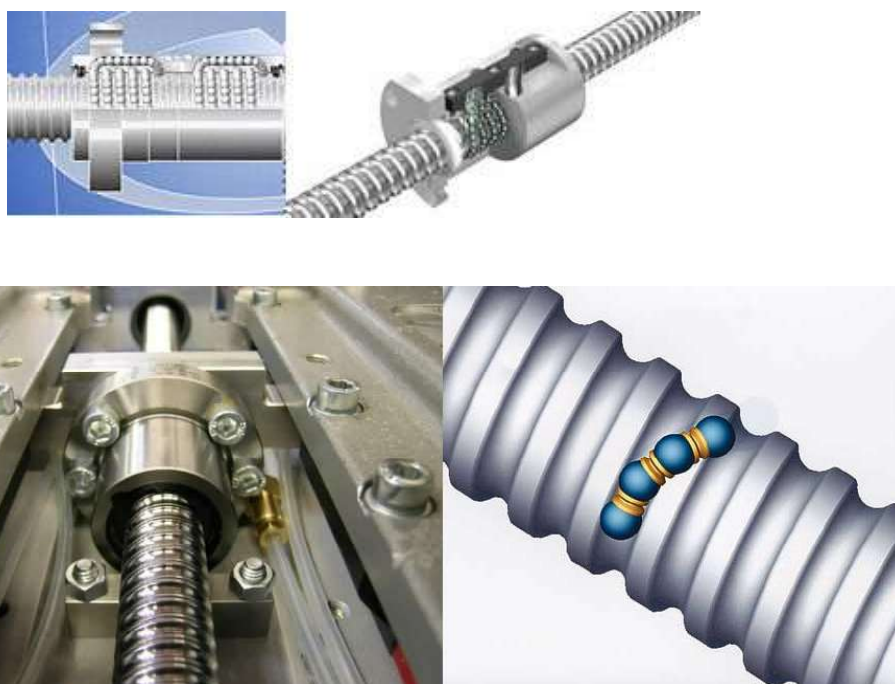
در سروو موتور AC موقت قطبهای مغناطیسی از طریق کموتاسیون الکتریکی و کنترل جریان در سیم پیچ حس می شود و جریان آرمیچر با میزان مغناطیسی همساز می گردد ارتباط الکترونیکی از ساینده تولید شده توسط جرقه بین جاروبکهای موتور DC و میله کموتاتور و اصطکاک جاروبک ها جلوگیری می کند علاوه بر این ارتباط الکترونی از گرم شدن نقطه ای کموتاتور از زمان طولانی توقف زیر بار نیز جلوگیری می کند سیستم مدار بسته ای

تعیین موقعیت سروو موتور AC از نظر قابلیت و دقت تعیین موقعیت و حفظ آن به خوبی موتور DC است این مزایا به همراه توانایی سرعت و نسبت گشتاور پیچشی-اینرسی بالاتر بدون پیچیده کردن سیستم با مدارهای الکترونیکی اضافی در موتور AC وجود دارند. هنگامی که شمارنده فرمان به عدد صفر می‌رسد عدد صحیح ضربانها جهت حرکت دادن میز به موقعیت مناسب ارسال شده است

اجزای مکانیکی

شامل بستر ماشین، بلبرینگ‌ها، پیچهای ساچمه‌ای، کشویی راهنماها، نگهدارنده ابزار (Turret) و غیره که در زیر به شرح سیستم پیچ ساچمه‌ای (Ball Screw) می‌پردازیم:

برای تامین حرکت در ماشینهای کنترل عددی از پیچهای ساچمه‌ای استفاده می‌شود که در فواصل بین رزوه‌های پیچ و مهره قسمت‌های متحرک ساچمه ریزی قرار می‌گیرد که این عمل باعث ضمن حذف لقی بین پیچ و مهره در نتیجه تبدیل اصطکاک لغزشی به غلتشی سطح تماس کمتر شده و از میزان اصطکاک و گرمای ناشی از آن کاسته و باعث روانی حرکت قسمت‌های متحرک می‌گردد این ماشینها به دلیل گشتاور کم در هنگام شروع حرکت، انتقال سرعت‌های بالا، موقعیت دهی دقیق و قابلیت تکرار موقعیت می‌باشند و مشکلات نوسان مدار سروو و ناپایداری دستگاه رفع می‌شود و در نهایت باعث افزایش راندمان تا 90 درصد می‌شود.



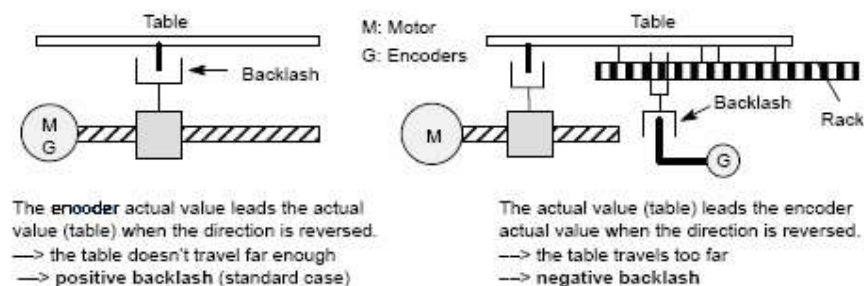
سیستم اندازه‌گیری

برای کنترل عملیات ماشین‌کاری در ماشینهای CNC، پارامترهای موقعیت، سرعت برشی و نیرو اندازه‌گیری می‌گردد. موقعیت توسط انکودرها، سرعت توسط تاکومترها یا انکودرها و نیرو توسط سلولهای بار اندازه‌گیری می‌گردد. پارامترهای موقعیت و سرعت لبه برنده ابزار را کنترل می‌کنند و نیرو شرایط براده‌برداری را مشخص می‌کند. سنسور موقعیت دیجیتالی در سه نوع انکودر زاویه‌ای، انکودر چرخشی و انکودر خطی ساخته می‌شوند و انکودرها معمولاً در یکی از سه محل زیر نصب می‌شوند.

انتهای محور موتور

انتهای محور پیچ ساچمه

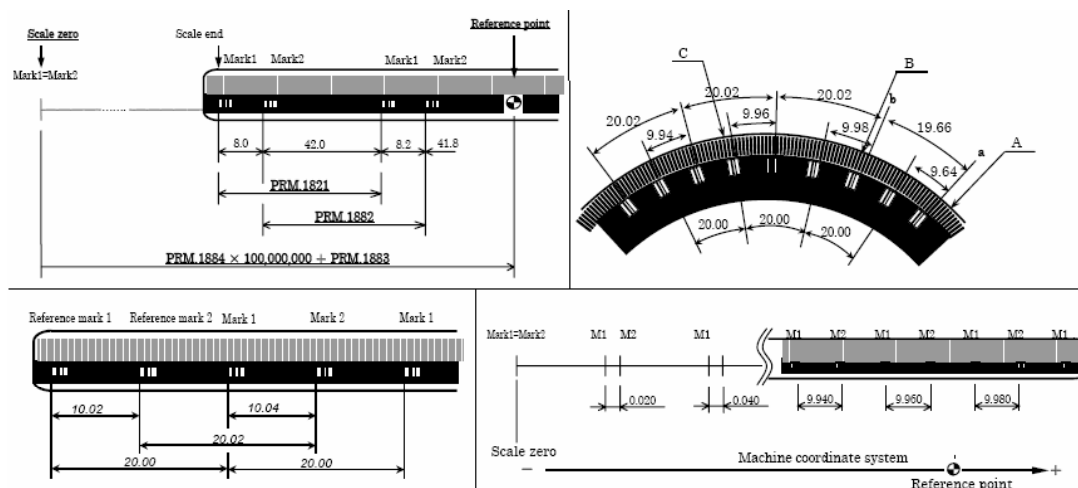
میز ماشین



اندازمگیری در ماشینهای CNC بسته به محل نصب انکودرها به دو نوع کلی تقسیم می‌شوند

اندازمگیری مستقیم

در این روش انکودر خطی مستقیماً بر روی میز یا کشویی ماشین نصب می‌شود و فاصله به طور مستقیم از طریق شمارش خطوط تیره به دست می‌آید لقی محورها و نامیزانی موتورها بر روی نتایج اثر ندارد و در نتیجه این نوع اندازمگیری از دقت بالایی برخوردار می‌باشد.



اندازمگیری غیرمستقیم

در این روش انکودرهای زاویه‌ای یا چرخشی در انتهای محور موتور یا انتهای پیچ ساچمه‌ای نصب می‌شود. در این حالت اندازمگیری از طریق تبدیل میزان جابه‌جایی میز یا کشویی به کمیت فیزیکی دیگر یعنی زاویه‌ای یا چرخشی و تبدیل آن به پالس‌های الکتریکی صورت می‌گیرد. لقی محورها و نامیزانی موتورها بر روی نتایج اثر نمی‌گذارد در نتیجه این نوع از دقت بالایی برخوردار نیست

فصل دوم

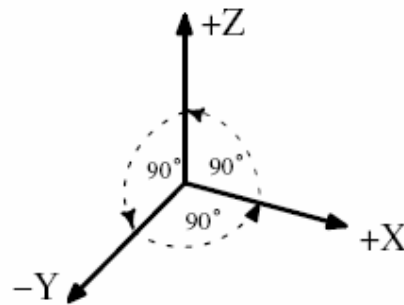
برنامه نویسی ماشینهای

CNC

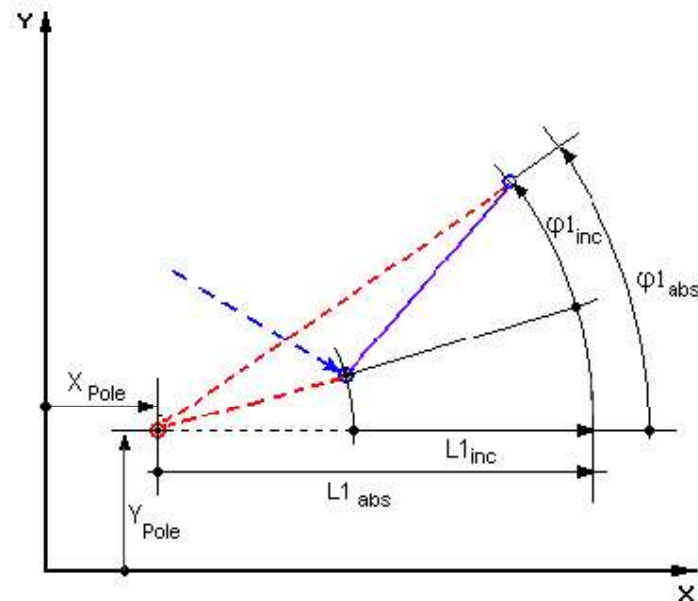
دستگاه های مختصات

قبل از آنکه مقادیر عددی در تعیین مختصات یا متغیر مشخص شود باید راستا های مربوطه و نقاط صفر برای اندازه گیری فاصله تعیین شود این کار به کمک سیستم مختصات انجام میگیرد

سیستم مختصات کارتزین (متعامد): نقاط و شکلها در یک سیستم کنترل عددی معمولاً بر اساس سیستم مختصات متعامد تعریف میشوند در این سیستم مختصات ، هر نقطه یا موقعیت را میتوان براساس فواصل عمودی، طولی و عرضی آن یک مبدا شناخته شده تعیین نمود که این سیستم مختصات سیستم کارتزین نام دارد



سیستم مختصات قطبی: در این سیستم یک نقطه به عنوان مرکز قطب انتخاب میشود، هر نقطه در صفحه دارای فاصله قابل اندازه گیری (R) از نقطه قطب میباشد خط ارتباط قطب و هر نقطه P با محور ثابت مثلاً محور X زاویه قابل اندازه گیری θ را تشکیل میدهد زاویه θ در خلاف حرکت عقربه های ساعت اندازه گیری میشود

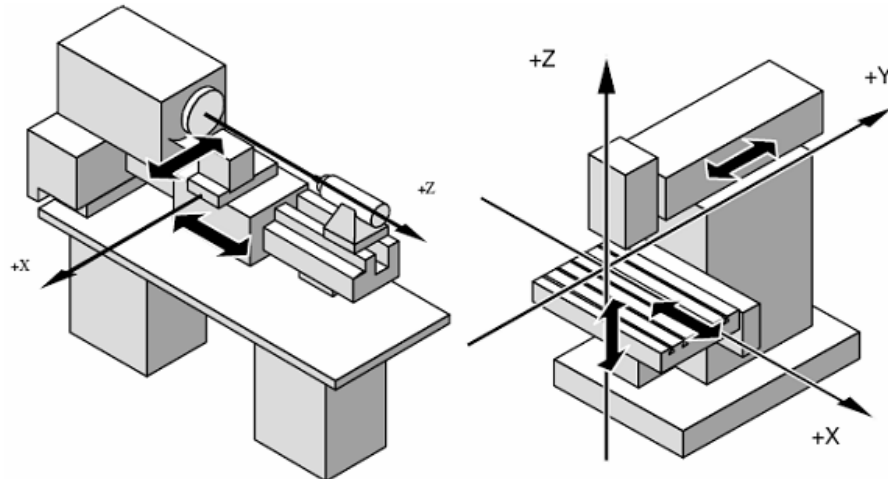


مختصات کاربردی در براده برداری با ماشینهای کنترل عددی:

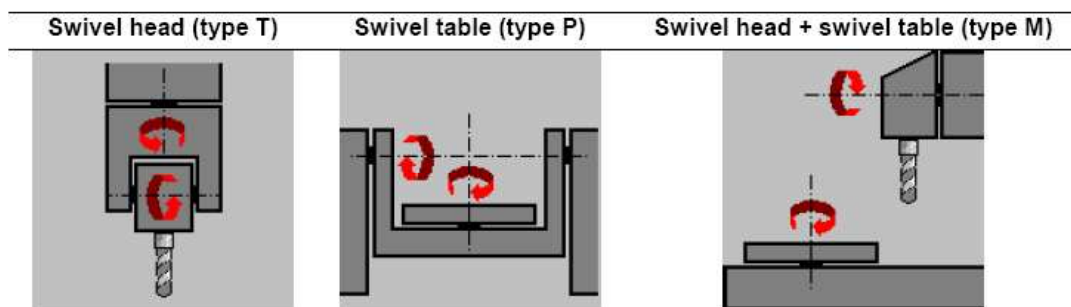
در ماشینهای کنترل عددی راستای حرکتی میز در مسیرهای خطی یا چرخشی است که تحت کنترل و قابل برنامه نویسی میباشد که در ماشینهای فرز CNC سه محور X و Y و Z به صورت عمود برهم و در بعضی دستگاهها سه محور چرخشی حول محورهای فوق با حروف A و B و C مشخص میشوند وجود دارند و ماشینهای تراش CNC دارای دو محور X و Z میباشد که در بعضی دستگاهها میتوان حرکت محور اصلی یا اسپیندل را نیز کنترل کرد که

به عنوان محور C شناخته می‌شود و در بعضی دستگاهها نیز می‌توان محورهای دیگری را نیز که محور که بتوان کارهای فرز کاری و سوراخکاری خارج مرکز در ماشینهای تراش انجام داد که در زیر نمونه های آنها را مشاهده می-کنید.

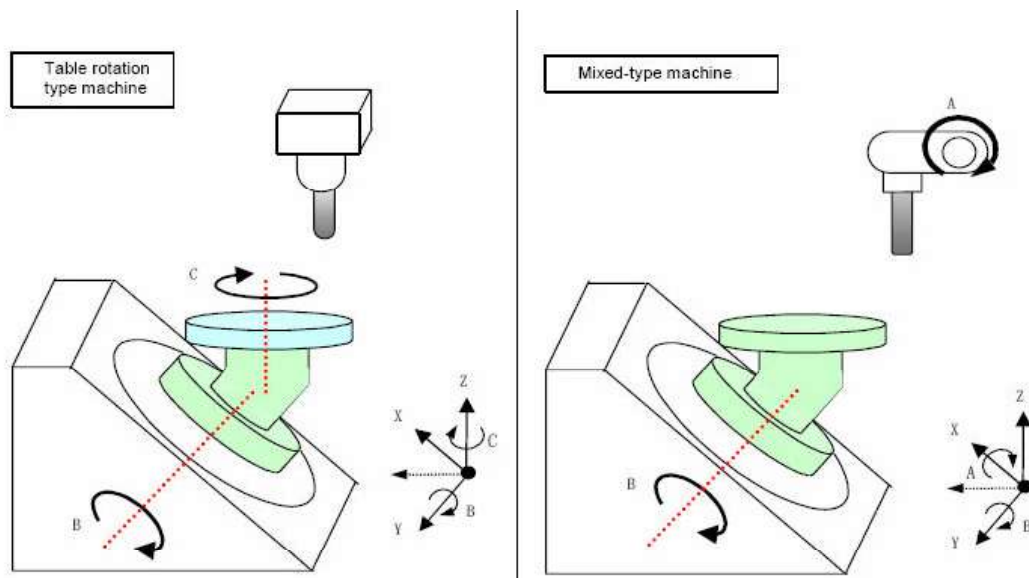
فرز و تراش که دارای محورهای پایه هستند:

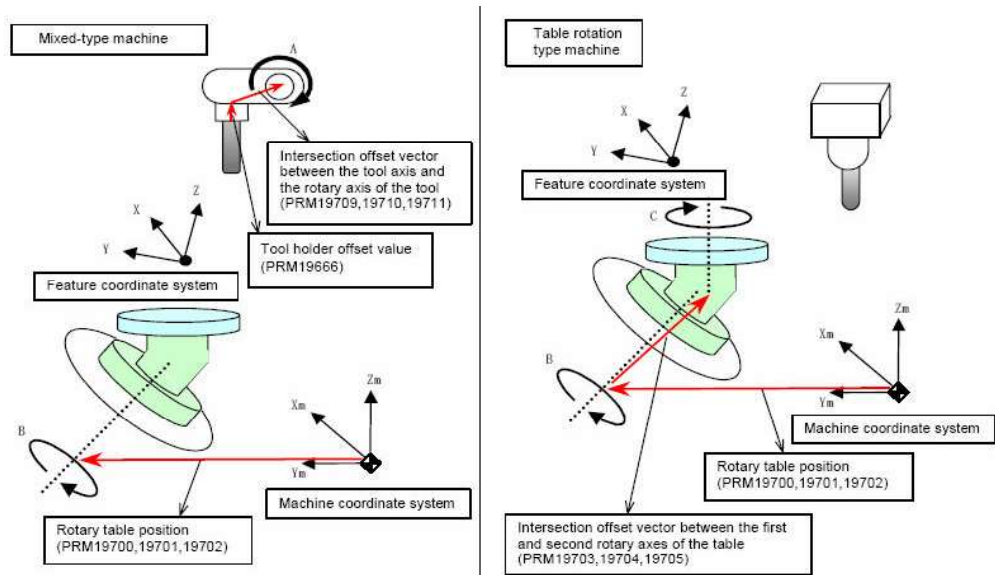


محورهای چرخشی در دستگاههای کنترل عددی:

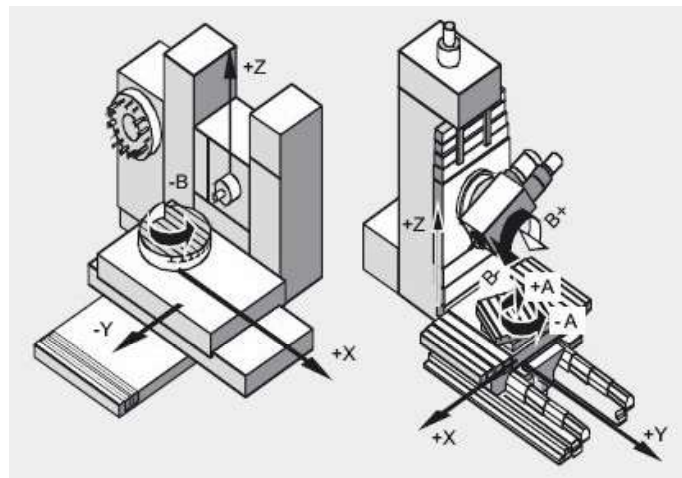
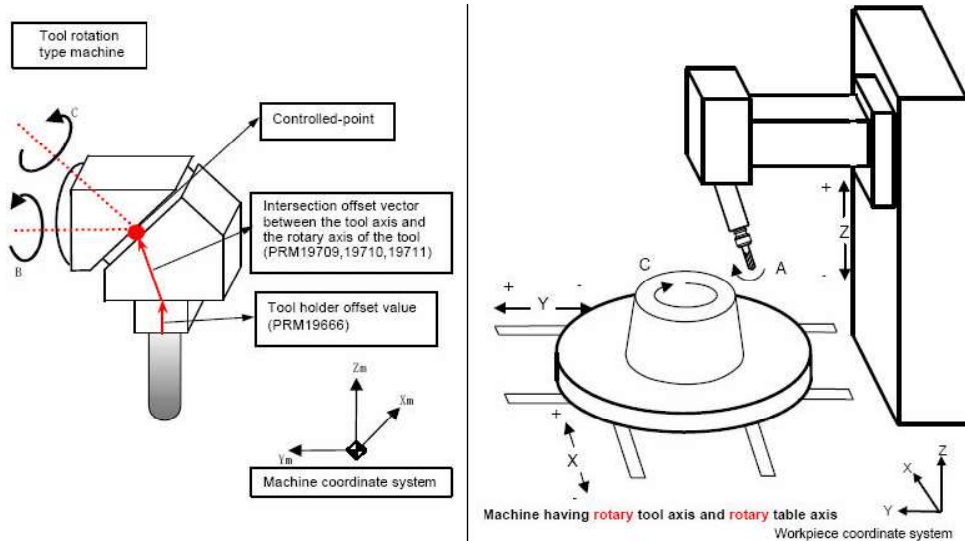


دستگاههای که میز و ابزار آنها بسته به نوع ماشین گردان و ثابت می‌باشد:



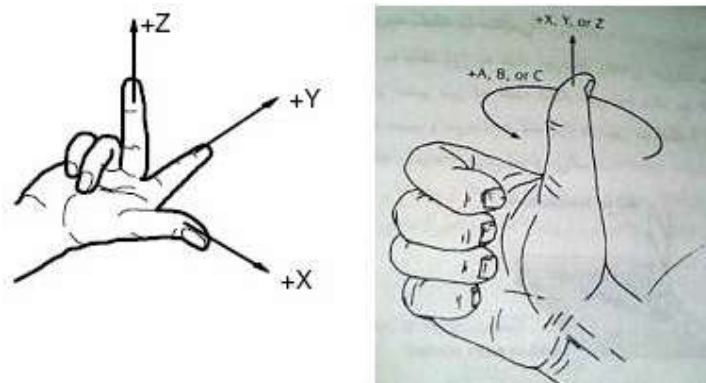


ماشینهای فرز که کنگی آنها با چرخیدن به صورت افقی و عمودی در می آیند



طبق DIN66217 موقعیت محور Z با راستای محور کار سنجیده می‌شود مانند محور ماشین تراش و یا سوراخکاری ولی برای ماشینهای فرز برای تعیین محور Z هیچ قاعده‌ای وجود ندارد زیرا در این ماشینها غالباً کلگیهای افقی و عمودی به صورتهای مختلف مونتاژ می‌شوند ولی در حالت کلی برای تعیین محورهای مختصات روی دستگاهها از قانون دست راست استفاده می‌گردد که انگشت میانی نشاندهنده محور Z و انگشت اشاره نشان دهنده محور Y و انگشت شصت نشان دهنده محور X به این ترتیب که انگشت میانی را در جهت محور گردنده دستگاه از طرف قطعه به طرف ابزار قرار داده و بقیه محورها را تعیین می‌کنیم

و برای محورهایی که به عنوان محور چرخشی اطلاق می‌شود روش به این صورت است که انگشت شصت در راستای یکی از محورهای حرکتی قرار گرفته و جهت چرخش انگشت های دیگر نمایانگر جهت مثبت چرخش آن محور چرخشی می‌باشد که در حقیقت این چرخش، چرخش دو محور حول محور سوم موجود خواهد بود



انواع سیستمهای کنترل عددی

ماشینهای کنترل عددی از نظر محورهای کنترلی سه نوع می‌باشند که تفاوت بین این سیستم در نحوه حرکت ابزار برشی نسبت به قطعه کار است

کنترل نقطه به نقطه (Point to Point Control):

ساده ترین فرم کنترل در ماشینهای کنترل عددی است این روش در عملیات نظیر سوراخکاری یا پانچ کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد در واقع در این روش ابزار به نقطه خاصی از قطعه کار هدایت شده و در آن نقطه عمل خود را (سوراخکاری یا پانچ کردن) انجام می‌دهد مسیر حرکت ابزار برشی از نقطه‌ای به نقطه دیگر در این روش اهمیتی ندارد به عبارت دیگر در این روش مسیر حرکت کنترل نمی‌شود غالب دستگاههای کنترل نقطه به نقطه مدار باز هستند تا مدار بسته

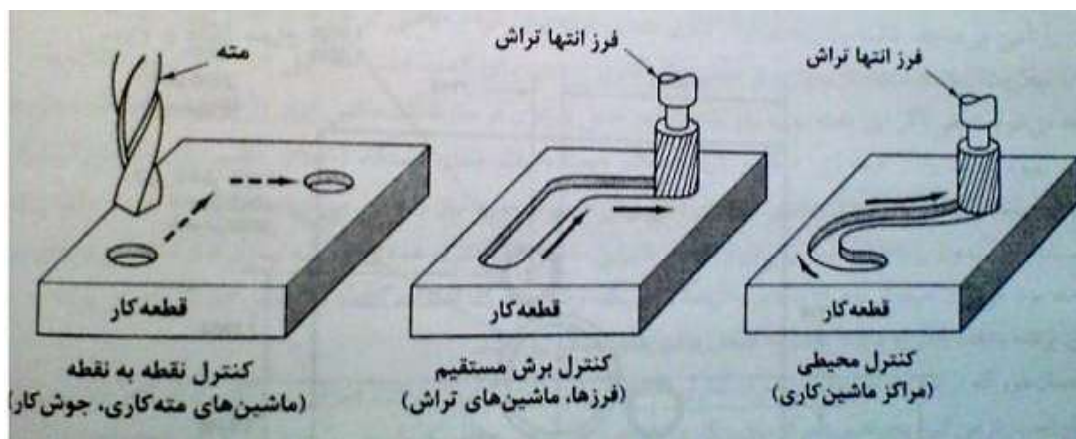
کنترل خط مستقیم (Straight Cut Control):

در این روش کنترل حرکت روی خطوط موازی محوری در سرعت مطلوب تغذیه میز را ممکن می‌سازد اما در هر لحظه تنها حرکت روی یک محور انجام پذیر است

کنترل حرکت پیوسته (Contouring Control):

سیستم های کنترل حرکت پیوسته پیچیده تر از سیستمهای کنترل نقطه به نقطه هستند این سیستمها موقعیت ابزار برشی را به صورت پیوسته در تمام سیکل ماشینکاری و به صورت لحظه به لحظه کنترل می‌کنند این روش معمولاً در ماشینکاری فرز و تراش استفاده می‌شوند که در آنها ابزار برشی به جای سوراخکاری یک مسیر پیوسته از قطعه کار را ماشینکاری می‌کند و مسیر ماشینکاری شده در آن از دقت ابعادی خاصی برخوردار است که می‌تواند مسیر دایره ای

را به آسانی با به دست آوردن مختصات تمام نقاط روی دایره حرکت پیوسته داشته باشد در این روش امکان کنترل هم زمان دو یا سه محور و در نتیجه امکان تولید شکل دو بعدی و سه بعدی را به وجود می‌آورد



انواع ماشینهای CNC

CNC نوعی کنترلر است که در ماشین آلات مختلف برای خودکارسازی به کار رفته کنترل CNC در اکثر فرایندهای براده برداری اعم از سنتی (مته کاری تراشکاری فرزکاری دنده زنی سنگزنی و غیره) و غیر سنتی (وایر کات لیزر جت ساینده برشکاری با آب و غیره) اندازه گیری (CMM با کنترل عددی) و اکثر روشهای دیگر تولید (پانچ لوله خم کنی و غیره) به کار رفته که ما دستگاه تراش و فرز را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

برنامه نویسی ماشینهای CNC

برنامه ماشینهای CNC در چهار شکل کلی تهیه می‌شود:

برنامه نویسی معمولی :

این نوع برنامه نویسی در دو سیستم (ISO693/3) و (EIA (RS-2740 استاندارد شده این دو نوع استاندارد را تفاوت‌های هستند حتی شرکت‌های سازنده کنترلر با وجود تبعیت از یک استاندارد از تفاوت‌های در تعریف G و M کدها هستند اما توسط به یکی از کنترلر ها با مطالعه کاتالوگ دستگاه نیز می‌توان آن سیستم را نیز به کار انداخت چند شرکت اصلی سازنده کنترلرهای CNC عبارتند از: فانوک آمریکا (FANUC)- زیمنس آلمان (SIEMENS)- سین سیناتی آمریکا (Cincinnati)- فیلیپس هلند (PHILIPS)- هایدن هاین آلمانی (HEIDENHAIN)- گروندیک آلمان (GRUNDIG)- کادیلک آمریکا (Cadillac)- امکو اتریش (EMCO) – فاگور -C15-C39 و ... که از اینها زیمنس و فانوک و هایدن هاین در ایران به فراوانی یافت می‌شود

برنامه نویسی پارامتریک

برنامه نویسی APT

برنامه نویسی توسط سیستم های CAD-CAM

نقاط صفر و مرجع در ماشینهای کنترل عددی

در ماشینهای کنترل عددی به منظور حرکت‌های دقیق بین ابزار و قطعه کار نیاز به تعریف نقاط صفر و مرجع داریم که این نقاط به منظور تعریف مبدا سیستم مختصات، شناسایی، تست و تنظیم سیستم اندازه گیری و ساده تر شدن برنامه نویسی داریم که این نقطه به قرار زیر می‌باشد:

نقطه صفر ماشین (Machine Zero Point)

نقطه صفر قطعه کار (Work Piece Zero Point)

نقطه صفر ابزار گیر (Tool Reference Point)

نقطه مرجع (Reference Point)

نقطه مبنای نصب ابزار (Tool mount Reference Point)

Zero points		Reference points	
	M = Machine zero		R = Reference point
	W = Workpiece zero		T = Toolholder reference point

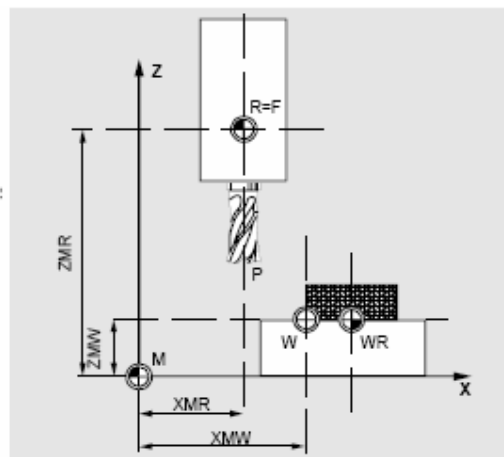
M: نقطه صفر ماشین توسط سازنده دستگاه تعریف می‌شود و قابل تغییر نمی‌باشد و نقاط رفرنس نسب به این نقطه داده می‌شود

W: نقطه صفر قطعه کار توسط برنامه نویس برای راحتی کار برنامه نویسی انتخاب می‌شود و می‌توان به دفعات زیاد تغییر داد.

با توجه به اینکه برنامه نویسی نسبت به صفر ماشین بسیار مشکل می‌باشد برای رفع این مشکل می‌توانیم رو قطعه کار موقعیت های مختلف را برای راحتی به عنوان نقطه صفر قطعه کار انتخاب کنیم. در بسیاری از دستگاهها CNC تراش نقطه صفر ماشین پشت اسپیندل قرار دارد و به سادگی میتوان فاصله آن نقطه تا پیشانی قطعه کار از کاتولوگ های دستگاه به دست آورد و آن مقدار را در جدول مربوط به نقطه صفر قطعه کار وارد کرد و نقطه صفر را به نقطه مورد نظر انتقال داد و به روش دیگر نیز میتوان عمل کرد که به این ترتیب که بعد از بستن قطعه کار روی ماشین در حالت دستی قرار گرفته و با حرکتهای دست ابزار مبنا را به پیشانی مماس کرده و فاصله که از نقطه صفر ماشین تا این نقطه بدست آورده را در جدول مربوطه محاسبه و وارد میکنیم.

نقاط صفر در دستگاه فرز

P	Tool setting point
W	Workpiece zero point
F	Slide reference point
XMR, ZMR	Reference point coordinate:
XMW, ZMW	zero point offset
M	Machine zero
R	Machine reference point
WR	Workpiece reference point

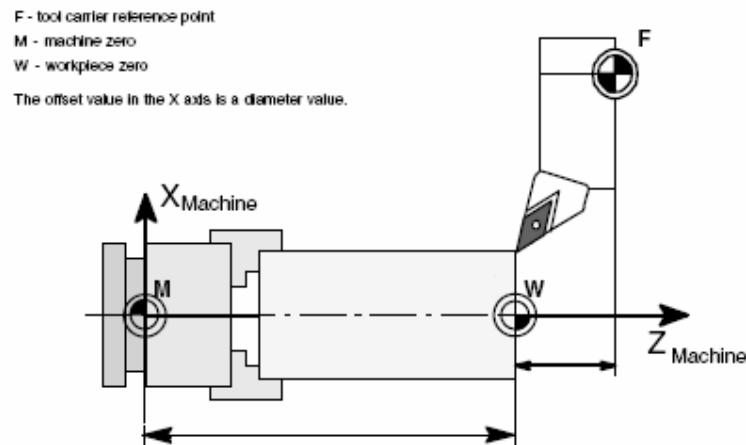


R: نقطه رفرنس: معرفی کلیه محورهای متحرک ماشین نسبت به یک نقطه ثابت به نام نقطه صفر ماشین را رفرنس گویند که در هر بار روشن کردن دستگاه لازم هست عمل رفرنس گیری صورت گیرد و که به دو صورت اتوماتیک و نیمه اتوماتیک متفاوت هست

N: نقطه مبنای نصب ابزار

E: نقطه فر ابزار گیر

نقاط فوق در دستگاه تراش:



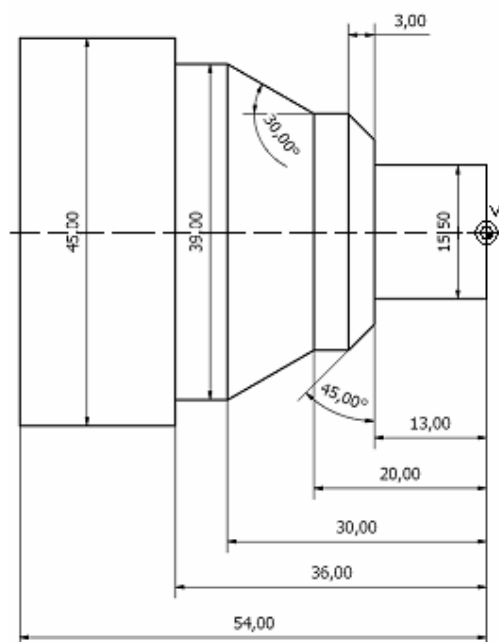
روشهای مختصات دهی:

روشهای مختلفی وجود دارد که در زیر به شرح آنها می پردازیم:

روش مطلق (Absolute): در این نوع مختصات دهی کلیه مختصات ها نسبت به یک نقطه ثابت به عنوان نقطه مبنا اندازه گیری می شود لازم به توضیح است که در ماشین تراش محورهای مختصات با محور X که بیانگر قطر (محور قائم) دستگاه و محور Z بیانگر طول می باشد و ابزار ضمن حرکت روی محور قائم در این نوع مختصات در برنامه مختصات به صورت قطری داده می شود.

مثال زیر:

- | | | |
|-----|---------|--------|
| 1- | X0.000 | Z0.000 |
| 2- | X15.50 | Z0.000 |
| 3- | X15.50 | Z-13.0 |
| 4- | X21.452 | Z-13.0 |
| 5- | X27.452 | Z-16.0 |
| 6- | X27.452 | Z-20.0 |
| 7- | X39.0 | Z-30.0 |
| 8- | X39.0 | Z-36.0 |
| 9- | X45.0 | Z-36.0 |
| 10- | X45.0 | Z-54. |

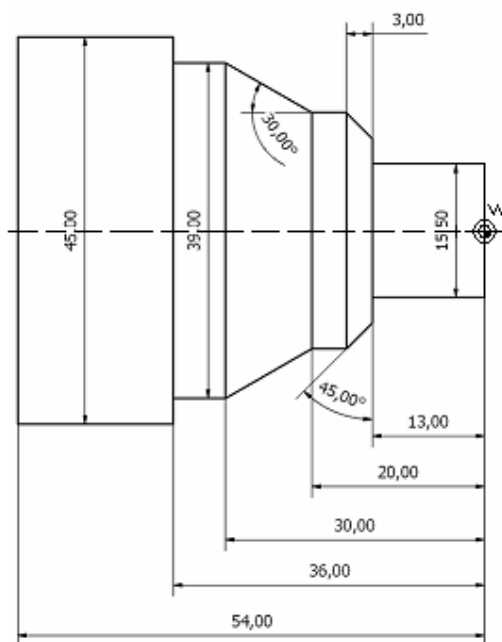


روش نسبی یا افزایشی (Incremental): در حالت نقطه حرکت ابزار به عنوان مبدا مختصات محسوب می‌گردد و در مختصات دهی به روش نسبی محورهای مختصات در بعضی دستگاهها با u و v و w مشخص می‌شود و در بسیاری از دستگاهها با همان x و y و z با این تفاوت که در این حالت باید سیستم مختصات دهی را با یک کد دیگر به نسبی تبدیل کنیم در دستگاه تراش ابزار ضمن حرکت روی محور قائم نسبت به نقطه قبلی به صورت شعاعی مختصات داده می‌شود و محل استقرار ابزار صفر می‌باشد در اکثر دستگاههای تولیدی کد G90 بیانگر مختصات به روش مطلق و کد G91 بیانگر مختصات دهی به روش نسبی می‌باشد.

در سیستم مطلق نیز میتوانیم هم زمان از سیستم نسبی نیز استفاده کنیم به این صورت که پارامتری که می‌خواهیم به صورت نسبی بنویسیم علامت = را نوشته سپس حرف AC و داخل پارانتز عدد را که به صورت نسبی است یادداشت می‌نماییم که در مثالهای بعدی مشاهده خواهد شد

مختصات نقاط به ترتیب به صورت نسبی نوشته شده است:

1-	U0.000	W0.000
2-	U7.750	W0.000
3-	U0.000	W-13.0
4-	U2.976	W0.000
5-	U3.000	W-3.00
6-	U0.000	W-4.00
7-	U5.700	W-10.0
8-	U0.000	W-6.00
9-	U3.000	W0.00
10-	U0.0 0	W-18.0

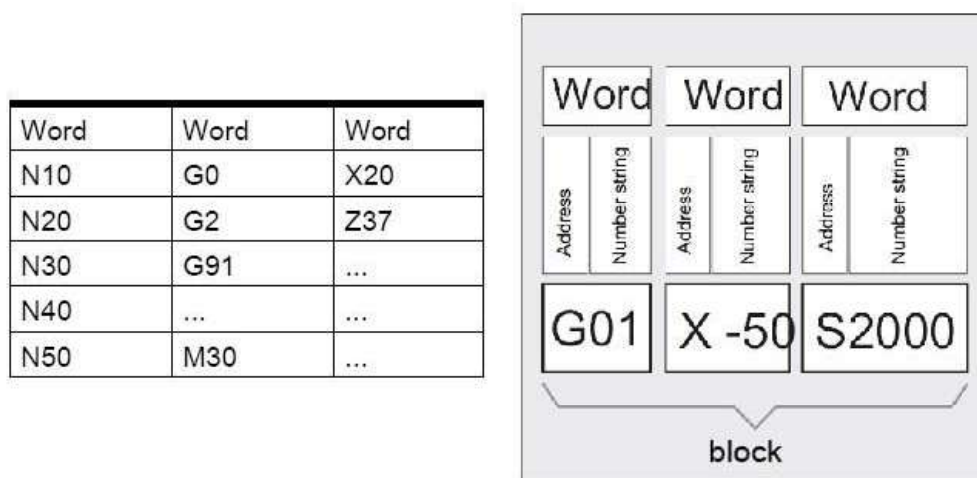


روش قطبی یا Polar: این روش به این ترتیب می‌باشد که مختصات یک نقطه با استفاده از یک فاصله و یک زاویه نسبت به قطب داده می‌شود به این ترتیب که اگر سیستم مختصات دهی مطلق باشد صفر مبنا به عنوان قطب محسوب می‌شود و اگر نسبی باشد محل استقرار ابزار قطب در نظر گرفته می‌شود لازم به ذکر می‌باشد که در بعضی از دستگاهها حرف x به عنوان فاصله و حرف A یا B به عنوان مقدار زاویه استفاده می‌شود ولی در بعضی از دستگاهها دیگر با یک کد مانند G16 سیستم به حالت قطبی در آمده و یکی از محورها به عنوان فاصله و یکی از محورهای دیگر به عنوان تعیین کننده زاویه استفاده می‌شود

برای براده برداری از یک قطعه توسط ماشین CNC اطلاعات کاملی در مورد قطعه نحوه ماشینکاری مسیر حرکت ابزار سرعتهای برشی دستگاه مختصات و نقاط صفر به سیستم کنترل داده شده و وارد حافظه ماشین می‌شود.

ساختار و محتوای برنامه ماشینهای CNC

یک برنامه شامل چندین جمله یا سطر است که توسط شماره خط N از هم جدا می‌شوند که هر یک از این سطرها مرحله‌ای از مراحل ماشینکاری است که به این سطرها جمله یا بلوک اطلاق می‌شود و هر یک از سطرها شامل کلمه یا word است و هر کلمه دارای دو بخش آدرس و عدد می‌باشد که در نهایت با در کنار هم قرار گرفتن این اجزا یک برنامه به وجود می‌آید که برای ماشین قابل فهم است



هر برنامه دارای نام یا عنوان برنامه است که با توجه به نوع سیستم فرمت آن متفاوت است مثلاً در سیستم فانوک نام برنامه با حرف O و شماره مشخص می‌شود و در بعضی دستگاهها به جای حرف O از یک کارکتر دیگر مانند % استفاده می‌شود ولی در بعضی دستگاهها مانند بعضی از سیستم‌های سینومریک هم از عدد و هم از حروف استفاده می‌شود (البته با محدودیت تعداد 24 کاراکتر) و لازم به ذکر است که در بعضی سیستمها برنامه‌ها با یک پسوند یکسان در دستگاه ذخیره می‌شود و در بعضی سیستمها می‌توان برنامه اصلی و فرعی را با پسوند متفاوت ذخیره کرد مانند مثال زیر:

%_shaft10_MPF=part program shaft10

%_shaft10_SPF=sub program shaft10

همچنین در پایان هر سطر برای جدا کردن سطرها از یکدیگر علامتی استفاده می‌شود مثلاً در سیستم فانوک از علامت ; و در سیستم‌های سینومریک از Lf که مخفف LINE FEED به معنای تعویض خط است استفاده می‌شود که نشانگر پایان سطر است که این کارکترها بصورت دستی نوشته نمی‌شوند بلکه با زدن کلیدی برای رفتن به سطر بعدی به صورت اتوماتیک در پایان سطر ظاهر می‌شود متذکر می‌شوم که این علامت هم شامل کارکترهای سطر نیز می‌شود که در سیستمی که در این پروژه بیان شده در یک سطر حداکثر 512 کارکتر می‌توان نوشت.

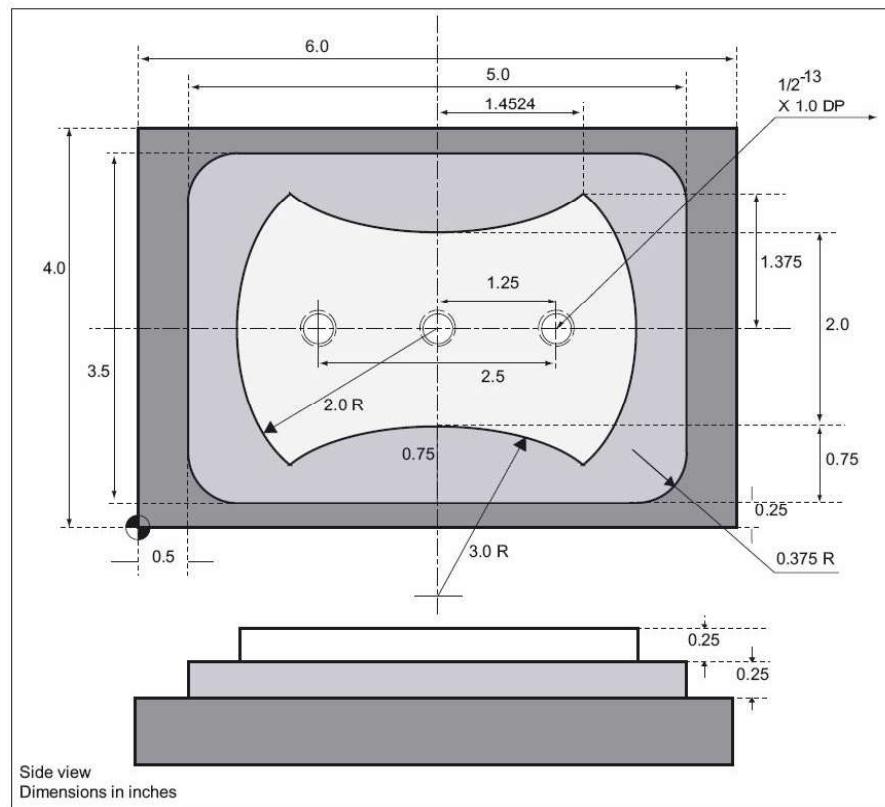
هر کلمه‌ای که در یک سطر وجود دارد دارای مفهومی و معنایی است که در آینده آنها را شرح خواهیم داد و در صورت استفاده بغیر از فرم‌مینی که برای سیستم تعریف شده است سیستم ما را با خطاری مطلع خواهد ساخت ولی در صورتی که بخواهیم در یک سطر توضیحاتی درج کنیم می‌توانیم با استفاده از دستور MSG که شکل کلی آن در زیر آمده استفاده کنیم بطوریکه در هنگام اجرای برنامه پیغام نوشته شده در مانیتور ظاهر خواهد شد

MSG (" متن پیغام ")

همچنین در سیستم سینومریک برای نوشتن توضیحات اضافه در داخل برنامه با آوردن علامت ; در ابتدای می‌توان استفاده کرد ولی این نوشته‌ها فقط در هنگام ویرایش برنامه ظاهر می‌شود

هر برنامه برای پایان دادن به کار خود در پایان برنامه از یک کد استفاده می‌کند در سیستم فانوک برای اعلام پایان برنامه اصلی از کد M30 و برای برنامه فرعی از کد M99 استفاده می‌شود و در سیستم سینومریک برای برنامه اصلی از کد M30 و برای برنامه فرعی از کد M17 استفاده می‌شود البته در هر دوی این سیستم‌ها کد M02 نیز پایان برنامه اصلی را اعلام می‌کند با این تفاوت که این کد بدون برگشت به ابتدای برنامه و کد M30 با برگشت به اول برنامه می‌باشد

در زیر برای تراش و فرز یک مثال آورده شده است



%_N_RAISED_BOSS_MPF

```
N005 MSG ("Traverse axes to tool change location")
N010 START01:SUPA G0 G70 Z0 D0
N015 SUPA X0 Y0
;*****Tool change*****
N025 T1 M6 ;d = 3 inch face cutter
N030 MSG () ;Clears the message from block N020
N035 MSG ("Face milling Z=0 workpiece surface")
N040 G0 G54 X-2 Y.6 S800 M3 M8
```

```

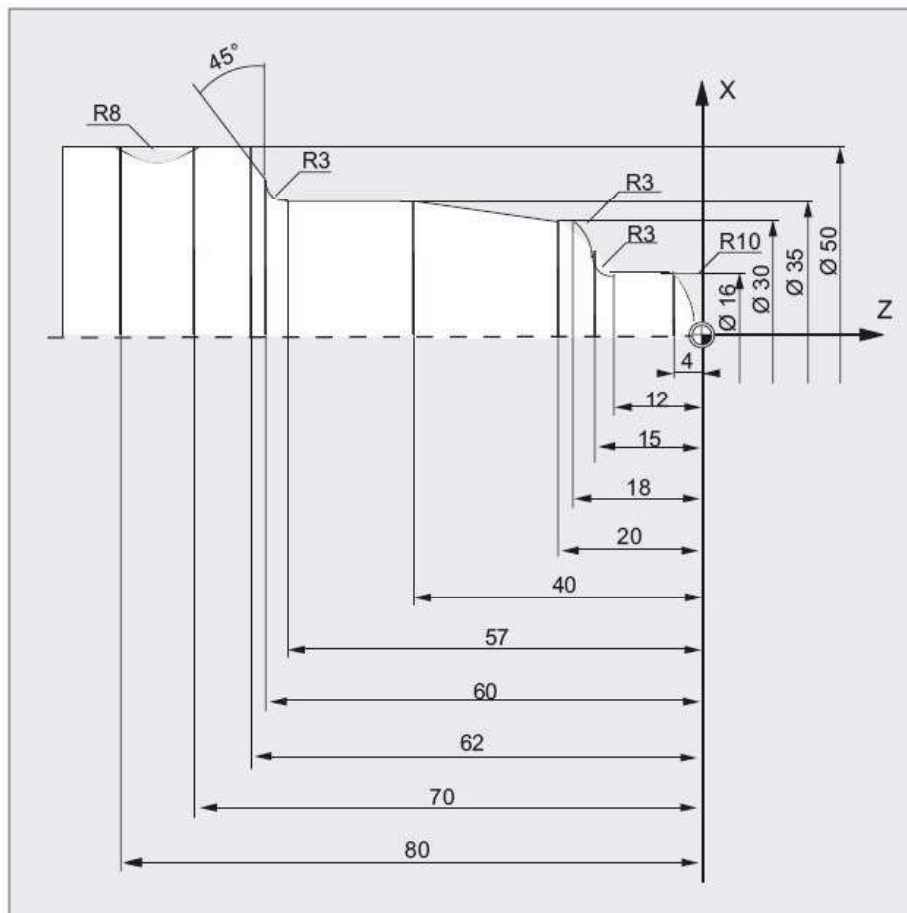
N045 Z1 D1
N050 G1 Z0 F50
N055 X8 F25
N060 G0 Y3.5
N065 G1 X-2
N070 SUPA G0 Z0 D0 M5 M9
;*****Tool change*****
N075 T2 M6 ;d = 1 inch facing tool
MSG ("Side machining")
N080 G0 X-1 Y.25 S1200 M3 M8
N085 Z1 D1
N090 G1 Z-.5 F50
N095 G42 X.5 F30
N100 X5.5 RNDM=-.375 ;Modal rounding. Radius=0.375
N105 Y3.625
N110 X.5
N115 Y.25
N120 X=IC(.375) RNDM=0 ;Needed for edge rounding
N125 G40 G0 Y-1 M5 M9 ;Rapid traverse to initial setting
N130 Z1
N135 X-1 Y0
N140 Z-.25
,*****Continue to use 1-inch
mill*****
MSG ("Side Cut Top Boss")
N145 G01 G41 X1 Y2
N150 G2 X1.5476 Y3.375 CR=2
N155 G3 X4.4524 CR=3
N160 G2 Y.625 CR=2
N165 G3 X1.5476 CR=3
N170 G2 X1 Y2 CR=2
N175 G0 G40 X0
N180 SUPA G0 Z0 D0 M5 M9 ;Z approaches tool change position
N185 SUPA X0 Y0 ;X and Y to tool change position

```

```

;*****Tool change*****
N190 T3 M6 ;27/64 drill
MSG ("Drill 3 holes")
N195 G0 X1.75 Y2 S1500 M3 M8 ;Approach first drill hole
N200 Z1 D1
N205 MCALL CYCLE81 (1,0,.1,-.5,)
N207 X1.75 ;Drill first hole
;Drill second hole
N215 X4.25 ;Drill third hole
N220 MCALL
N221 SUPA Z0 D0 M5 M9 ;zDeerloe te modal call. Z axis
traverses to ;machine
N225 SUPA X0 Y0
MSG ()
N230 M30 ;End of program

```



%_N_1001_MPF

```
N5 G0 G53 X280 Z380 D0 ;Start point
N10 TRANS X0 Z250 ;Zero offset
N15 LIMS=4000 ;Speed limitation (G96)
N20 G96 S250 M3 ;Select constant cutting speed
N25 G90 T1 D1 M8 ;Select tool and offset
N30 G0 G42 X-1.5 Z1 ;Activate tool with tool radius
compensation
N35 G1 X0 Z0 F0.25
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10 ;Rotate radius 10
N45 G1 Z-12
N50 G2 X22 Z-15 CR=3 ;Rotate radius 3
N55 G1 X24
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3 ;Rotate radius 3
N65 G1 Z-20
N70 X35 Z-40
N75 Z-57
N80 G2 X41 Z-60 CR=3 ;Rotate radius 3
N85 G1 X46
N90 X52 Z-63
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9 ;tDoeosle lcehcata gteo ollo
craatdiious compensation and approach
N100 T2 D2 ;Call up tool and select offset
N105 G96 S210 M3 ;Select constant cutting speed
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8 ;Activate tool with tool radius
compensation
N115 G1 Z-70 F0.12 ;Rotate diameter 50
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5 ;Rotate radius 8
N125 G0 G40 X100 Z50 M9 ;cRoemtpreancsta ttiooonl and deselect
tool radius
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5 ;Move to tool change location
N135 M30 ;Program end
```

انواع دستورات یا فرمانها

فرمانهای پایدار یا خودنگهدار (Modal)

فرمانهایی که پس از فعال شدن پایدار میمانند تا زمانی که با فرمان دیگری لغو شوند اگر یک فرمان پایدار در یک بلوک یا خطی فعال باشد برای فعال بودن آن در خطوط بعد از آن، نیازی به تکرار فرمان نیست مانند فرمان G01

فرمانهای نا پایدار یا غیر خودنگهدار (Non Modal)

فرمانهایی که فقط در بلوک خودشان پایدار هستند و برای فعال ماندن در خطوط بعدی دوباره باید نوشته شوند مانند فرمان G90

فرمانهای هم گروه

معمولاً فرمانهایی را که در ارتباط با موارد مشابه باشد در یک گروه دسته‌بندی می‌کنند و در هنگام کار از هر گروه فقط یک فرمان می‌تواند فعال باشد مثلاً برای حرکت‌های خطی و دایروی محورهای کدها در یک گروه دسته‌بندی شده‌اند، حال محوری که حرکت خطی انجام می‌دهد، همزمان قادر به حرکت دایروی نخواهد بود بنابراین دسته‌بندی گروه‌ها به این دلیل است که برنامه نویس به هنگام نوشتن برنامه با اطلاع از آن از تداخل فرمانها جلوگیری کند مانند کدهای

G90, G91 و یا کدهای G94, G95

فرمانهای حاکم یا پیشفرض

فرمانهایی هستند خودنگهدار که با راه‌اندازی ماشین به طور خودکار فعال می‌شوند و نیاز به تعریف مجدد ندارند مانند فرمان G90

در حالت کلی دستورات یا فرمانهایی که در برنامه‌های کنترل عددی بکار می‌روند عبارتند از:

الف) دستورات اصلی یا عملیاتی G: به عملیاتی گفته می‌شود که در براده برداری نقش اساسی دارند و به عبارت دیگر عملیات ماشین کاری را G کدها انجام می‌دهند.

ب) دستورات فرعی یا عملیات M: به عملیاتی گفته می‌شود که نقش توابعی برای عملیات G دارند برای مثال آب صابون که با این کدها فعال می‌شود.

ج) دستورات کمکی: برای تعیین سایر پارامترهای برنامه استفاده می‌شود مانند سرعت دورانی پیشروی، انتخاب ابزار و اصلاحات ابزار و ...

مراحل ساخت قطعه

قبل از برنامه نویسی آشنایی با قطعه‌ای که تولید می‌شود، از اهمیت فراوانی برخوردار است.

1. نقشه‌خوانی: برنامه نویس باید قبل از برنامه نویسی نقشه ترسیم شده را خوب مطالعه کند.
2. برنامه نویسی: برنامه نویسی طبق کدهای راجع برنامه نویسی انجام می‌گیرد.
3. وارد کردن برنامه: اطلاعات برنامه نویسی شده را وارد واحد کنترل ماشین ابزار CNC نمایید
4. ساخت: مبدا مختصات را نسب به قطعه‌کار مشخص نمایید تا ماشین ابزار CNC شروع به براده برداری کند.

مراحل قابل توجه پیش از نوشتن یک برنامه CNC

- ✓ مطالعه نقشه قطعه کار و علامتگذاری سطوح مورد نظر ماشینکاری با توجه به مراحل کار در نظر گرفته شده
- ✓ تعیین جنس قطعه کار در سطوح ماشینکاری و مطالعه مراحل کاری قطعه کار
- ✓ تعیین اندازه مواد خام قطعات و یا قطعه کار قبل از ماشینکاری

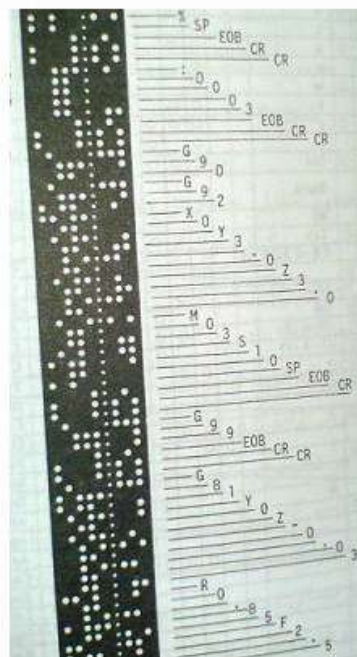
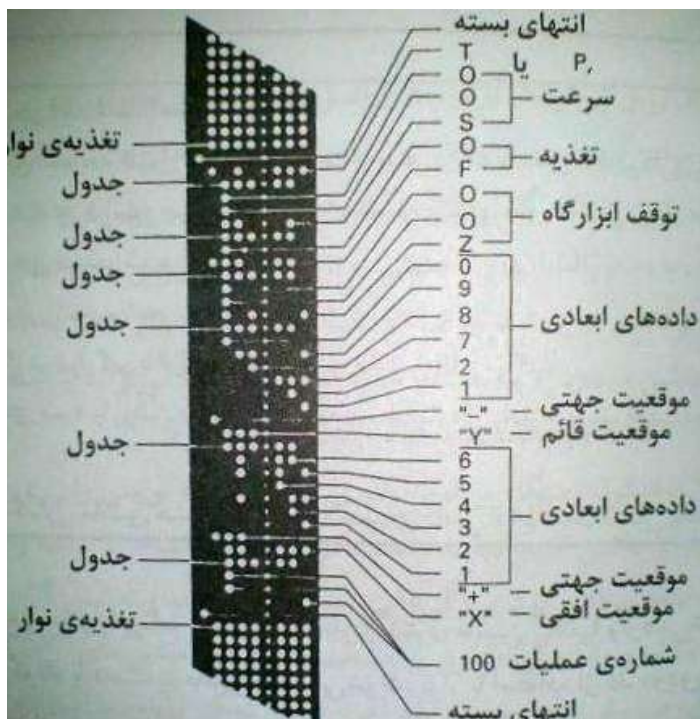
- ✓ مطالعه فیکسچر ماشینکاری و یا نحوه بستن قطعه کار روی ماشین
- ✓ بررسی امکان ماشینکاری قطعه کار با توجه به فیکسچر آن یا نحوه بسته شدن آن و اندازه حرکت محور ها
- ✓ بررسی نقشه ها و لیست ابزار ماشینکاری موجود و لحاظ نمودن آنها در برنامه
- ✓ انجام محاسبات لازم جهت سرعت های برشی دور اسپیندل و میزان پیشروی
- ✓ تعیین نقاط صفر قطعه کار با توجه به نحوه استقرار قطعه کار روی ماشین

مراحل نوشتن یک برنامه CNC

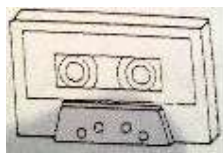
1. تعیین نام و شماره برنامه
2. تعیین کدهای مشخص کننده سیستم مختصات دهی صفحات کاری انتقال نقاط صفر تعیین کدهای کنترل سرعتها
- انتخاب ابزار ها و ...
3. نوشتن متن برنامه
4. اعلام پایان برنامه

نحوه وارد کردن برنامه به دستگاه CNC

- برنامه به صورت های مختلفی به کنترل ماشین وارد می شود که بشرح زیر بیان می کنیم
- ✓ نوار سوراخدار: در سال های پیدایش ماشین های کنترل عددی نوار سوراخدار بسیار مورد استفاده قرار می گرفت مزیت ای روش امکان رمز گشایی آسان ترکیب سوراخها بدون وسیله خاص در موارد اضطرار است اما گرد و خاک می تواند باعث خواندن نادرست ترکیب سوراخها در نوار خوانی توسط ماشین شود یک برنامه کوچک نیاز به یک نوار با طول چندین متر دارد و .. بدلیل معایب زیاد نوار سوراخدار امروزه چندان کاربردی ندارد



✓ کاست: کاست مانند نوار کاست موزیک اطلاعات را در لایه نازک مغناطیسی ذخیره می‌کند البته به طور فزاینده-ای از دیسکتهای کامپیوتری شخصی نیز استفاده می‌شود ظرفیت حافظه دیسکتهای نسبتاً بالا و دسترسی به آنها با سرعت امکان پذیر است



✓ وارد کردن داده ها به صورت دستی (برنامه نویسی کارگاهی): در مراحل ساده ماشینکاری برنامه به صورت دستی و از طریق لیده‌های صفحه کلید یا پنل وارد می‌شود مزیت ویژه وارد کردن دستی داده ها در بهینه کردن برنامه است غالباً باید سرعت براده برداری متناسب با شرایط واقعی تغییر داده شود تا کیفیت نهایی کار مطلوب باشد بدین جهت کارگر فنی باید هر محله ماشینکاری را با دقت مورد توجه قرار داده و از طریق داده و از طریق صفحه کلید تغییرات لازم را در برنامه اعمال نماید.

در کارهای بزرگ با تعداد ماشینهای CNC بیشتر، غالباً برنامه‌های پیچیده توسط کامپیوترهای پیشرفته در بخش طراحی و برنامه نویسی آماده شده و از طریق کابل‌های انتقال به هر کدام از ماشینهای ابزار فرستاده می‌شود این نوع وارد کردن داده ها و کنترل تمامی ماشینهای ابزار توسط کامپیوتر را به عنوان سیستم DNC مشخص شده است.

انواع برنامه های CNC

الف- برنامه اصلی (Main Program): که تمام عملیات ماشینکاری را شامل می‌شود.

ب- برنامه فرعی (Sub Program): بعنوان زیر برنامه که تقریباً مانند برنامه اصلی است و برای راحتی کار و جلوگیری از اضافه کاری‌های برنامه اصلی و نیز جهت کوتاه شدن متن برنامه و ساده تر شدن آن نوشته می‌شود در هر قسمت از برنامه اصلی که نیاز به تکرار برنامه فرعی باشد برنامه فرعی قابل فراخوانی است برنامه‌های فرعی در سیستمهای کنترل مختلف اشکال گوناگون دارند بعضی زیر برنامه ها فقط در برنامه اصلی به خود فراخوانی و اجرا دارند اما برخی را که با مشخصات و نام جدا در حافظه اطلاعات زیر برنامه‌ها ثبت شده‌اند می‌توان در برنامه های مختلف فراخوانی و از آنها استفاده کرد مثلاً در سیستم زمینس 810D برای زیر برنامه می‌توان نامی جداگانه انتخاب نمود و آنرا در قسمت (Sub Program) ذخیره کرد این زیر برنامه با یک نام و با پسوند SPF در حافظه حفظ خواهد شد در هر برنامه اصلی در صورت نیاز میتوان با ذکر نام زیر برنامه آنرا فراخوانی و اجرا نمود.

ج- برنامه های آماده: برنامه هایی هستند که کمک موثری به برنامه نویس در جهت نوشتن ساده یک برنامه می‌نمایند این برنامه‌ها تحت عنوان سیکل فقط با یک کد قابل اجرا هستند و استفاده از آنها می‌تواند در کم کردن حجم برنامه حذف عملیات ریاضی پیچیده و بهینه نمودن برنامه موثر باشد نمونه هایی از این سیکلها عبارتند از:

در فرز: سیکل سوراخکاری، حفره تراشی، پین تراشی، قلاویز، جزیره تراشی و ...

در تراش: سیکل کانتور تراشی، سیکل سوراخکاری، شیار زنی، پیچ بری و ...

نکات ایمنی در برنامه نویسی و اپراتوری ماشینهای کنترل عددی

در ماشینهای CNC نیز رعایت نکات ایمنی همانند دیگر ماشینهای ابزار ضروری است در زیر به چند نمونه از آنها اشاره می‌شود:

1. قبل از اجرای برنامه نوشته شده روی ماشین و با قطعه کار اصلی برنامه کنترل و یکبار بالاتر از سطح قطعه کار بدون براده برداری اجرا شود
2. ابزار و تجهیزات متناسب با جنس قطعه کار انتخاب شود
3. از برخورد ابزار در حرکت سریع جلوگیری شود
4. سرعتهای پیشروی و برشی به هنگام کار کنترل شود
5. در تراشکاری تعویض ابزار در فاصله دوری از سه نظام انجام شود
6. در صورت نیاز حتما از مواد خنک کاری استفاده شود
7. سرویس دستگاه به موقع انجام گیرد

فرمانهای آماده سازی

فرمانهای هستند که قبل از شروع عملیات براده برداری با توجه به مورد کار کیفیت و پیش نیاز های لازم در براده برداری یا به صورت یا به صورت دستور در برنامه اجرا می شود در هر بلوک از برنامه در صورت وجود فرمانهای آماده سازی به تشخیص کنترلر ابتدا این فرمانها اجرا و سپس نوبت به اجرای فرمانهای عملیاتی می رسد

فرمان G70 یا G20 : این فرمان برای تعیین واحد محورهای مختصات استفاده می شود این فرمان بیانگر آن است که محورهای مختصات بر اساس واحد اینچی مقیاس گذاری شده

فرمان G71 یا G21: این فرمان برای تعیین واحد محورهای مختصات استفاده می شود این فرمان بیانگر آن است که محورهای مختصات بر اساس واحد میلیمتر مقیاس گذاری شده

در ماشینهای تراش سنتی مقدار پیشروی سوپرت بر حسب میلی متر بر دور و در ماشینهای فرز سنتی بر حسب میلی متر در دقیقه انتخاب می شود اما در ماشینهای CNC می توان میزان پیشروی را هم بر اساس میلیمتر بر دور اسپیندل و هم بر اساس میلیمتر بر دقیقه انتخاب نمود یکی از این دو مورد بعنوان فرمان آماده سازی باید به ماشین اعلام گردد

G95: از این فرمان برای تعریف پیشروی بر حسب mm/rev استفاده می شود که معمولا فرمان حاکم نیز می باشد

G94: از این فرمان برای تعریف پیشروی بر حسب mm/min استفاده می شود که معمولا فرمان حاکم نیز می باشد

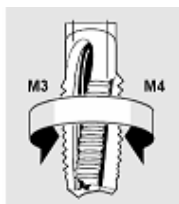
در فرمان G95 در صورت عدم چرخش اسپیندل یا محور اصلی پیشروی قطع می شود اما در فرمان G94 پیشروی مستقل از چرخش یا عدم چرخش محور اصلی انجام می شود

G97: با این فرمان تعداد دوران و چرخش محور اصلی به صورت ثابت تعریف می شود که معمولا در جاهایی که قطر برشی ثابت است مانند سوراخکاری پیچ بری، برقو کاری و ... استفاده می شود که فرمت آن به شکل زیر می باشد:

G97 S...M03/M04

در این فرمان حرف S تعداد دوران محور اصلی در هر دقیقه و M03 جهت چرخیدن محور اصلی موافق عقربه های ساعت و در صورت M04 بودن جهت مخالف عقربه های ساعت خواهد بود فرمان G97 یک فرمان خود نگهدار می-

باشد



G96 S.... LIMS=... M03/M04/M05

$$v_c = 180 \frac{m}{min}$$

$$d_2 = 80 mm$$

$$n_2 \approx 710 \frac{1}{min}$$

$$v_{f2} = 710 \frac{1}{min} \cdot 0,3 mm$$

$$v_{f2} \approx 210 \frac{mm}{min}$$

$v_f = f \cdot n$



$$v_c = 180 \frac{m}{min}$$

$$d_1 = 20 mm$$

$$n_1 \approx 2800 \frac{1}{min}$$

$$v_{f1} = 2800 \frac{1}{min} \cdot 0,3 mm$$

$$v_{f1} = 840 \frac{mm}{min}$$



G91: از این فرمان برای تعیین نوع محورهای مختصات به صورت نسبی یا افزایشی (Incremental) استفاده می-شود این فرمان یک فرمان حاکم و خودنگهدار است

حرکتهای اصلی

فرمان G00: از این فرمان برای ایجاد حرکت خطی به صورت سریع جهت انتقال ابزار به محل براده برداری و بالعکس استفاده می‌شود لازم به ذکر است که حرکت با این فرمان همیشه بدون عملیات براده برداری است حالت کلی این فرمان به شکل زیر است

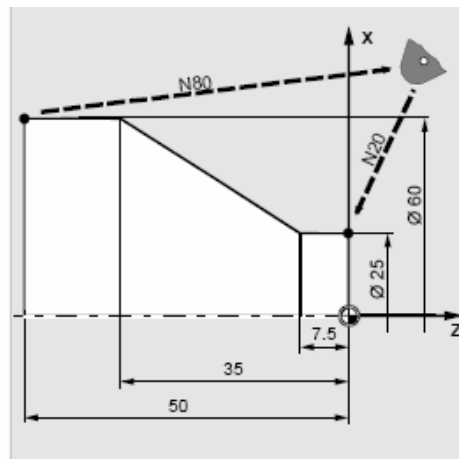
G00 X.... Z....

در دستگاههای تراش

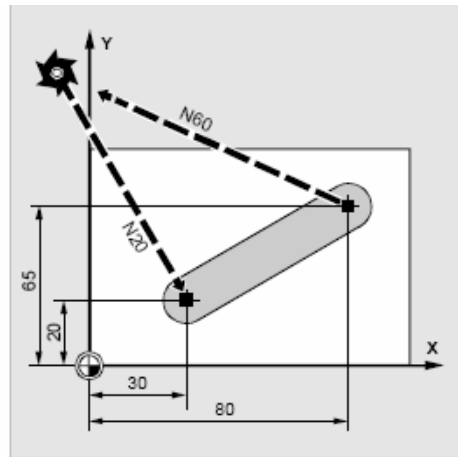
G00 X.... Y.... Z....

در دستگاههای فرز

مثال:



N10	G90 S400 M3	Absolute dimensioning, spindle clockwise
N20	G0 X25 Z5	Approach start position
N30	G1 G94 Z0 F1000	Tool infeed
N40	G95 Z-7.5 F0.2	
N50	X60 Z-35	Travel on straight line
N60	Z-50	
N70	G0 X62	
N80	G0 X80 Z20	Retract tool
N90	M30	End of program



N10	G90 S400 M3	Absolute dimensioning, spindle clockwise
N20	G0 X30 Y20 Z2	Approach start position
N30	G1 Z-5 F1000	Tool infeed
N40	X80 Y65	Travel on straight line
N50	G0 Z2	
N60	G0 X-20 Y100 Z100 M30	Retract tool, end of program

G01: حرکت میان یابی خطی همراه با کنترل سرعت پیشروی: از این فرمان برای عملیات براده برداری به صورت خطی با پیشروی معین استفاده می‌شود که فرمت آن به صورت زیر می باشد:

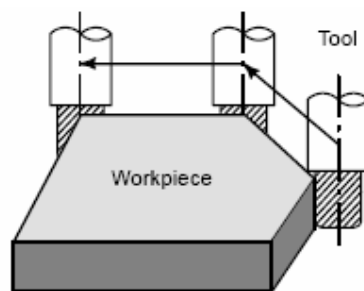
G01 X.... Z... F...

در دستگاه‌های تراش

G01 X.... Y... Z.... F....

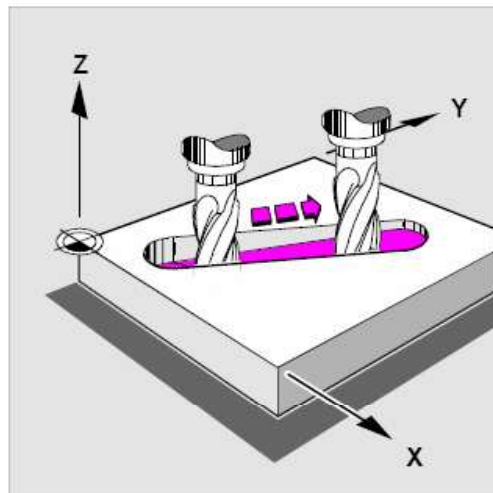
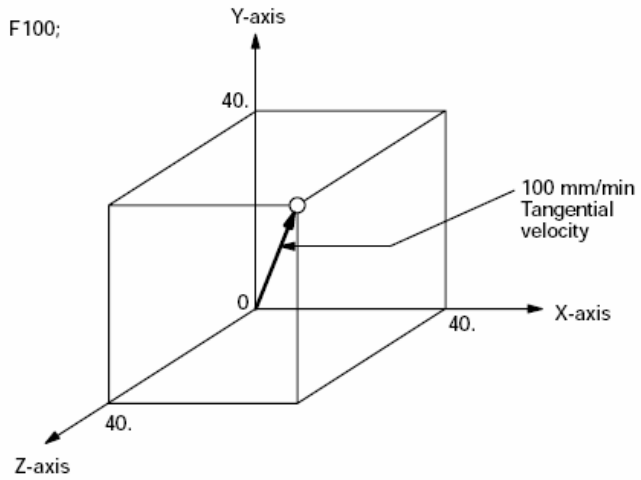
در دستگاه‌های فرز

مثال:



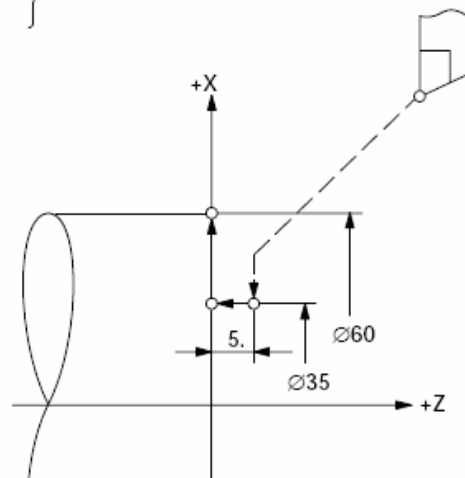
Program
G01 X__ Y__;
X__;

G01 X40. Y40. Z40. F100;



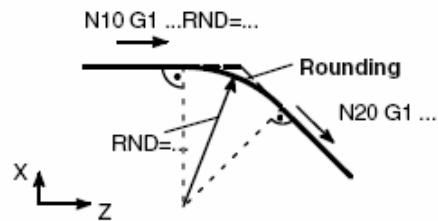
G54 X100. Z60.;
 G00 T0202 S600 M03;
 X35. Z5.;
 G01 Z0 F1.;
 X60. F0.2;

} Axes are moved in the G01 linear interpolation mode.



در بعضی کنترلهای موجود این امکان هست که توسط کد G01 می‌توان روی قطعات پخ یا قوس ایجاد کرد که از آنها به عنوان Rounding و Chamfer یاد می‌شود که به صورت زیر استفاده می‌شود که فرمت کنترلهای زیرممنس و فانوک در زیر آمده:

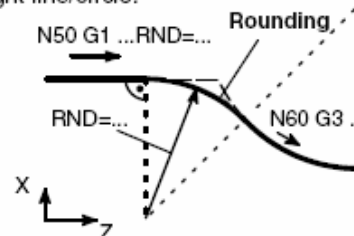
Straight line/straight line:



N10 G1 Z... RND=8
N20 X... Z...

Insert rounding with 8 mm radius

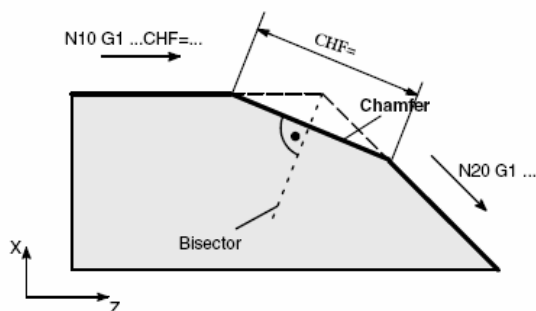
Straight line/circle:



N50 G1 Z... RND=7.3
N60 G3 X... Z...

Insert radius with 7.3 mm radius

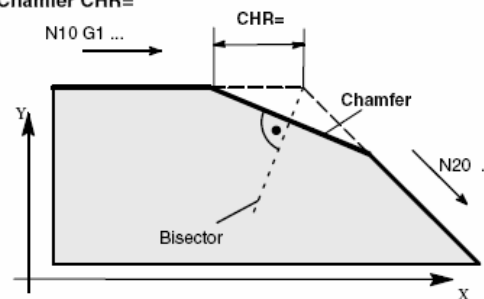
Chamfer CHF=



N10 G1 Z... CHF=5
N20 X... Z...

Insert 5mm chamfer

Chamfer CHR=



Insert chamfer with a leg length, e.g. of 5 mm:

N10 G1 X... CHR=5
N20 X... Y..

به مثالهایی که در جداول زیر آمده توجه فرمایید

Contour	Programming
	End point in N20 unknown <pre> N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=...1 N30 X3 Y3 ANG=...2 </pre> The values are only symbolically.
	End point in N20 unknown, insert rounding: <pre> N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=...1 RND=... N30 X3 Y3 ANG=...2 </pre> analogously Insert chamfer: <pre> N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=...1 CHR=... N30 X3 Y3 ANG=...2 </pre>

Command	Movement of tool
$X_2_Z_2, C_{1_};$ $X_3_Z_3, C_{2_};$ $X_4_Z_4;$ or $A_{1_} C_{1_};$ $X_3_Z_3, A_{2_} C_{2_};$ $X_4_Z_4;$	
$X_2_Z_2, R_{1_};$ $X_3_Z_3, C_{2_};$ $X_4_Z_4;$ or $A_{1_} R_{1_};$ $X_3_Z_3, A_{2_} C_{2_};$ $X_4_Z_4;$	
$X_2_Z_2, C_{1_};$ $X_3_Z_3, R_{2_};$ $X_4_Z_4;$ or $A_{1_} C_{1_};$ $X_3_Z_3, A_{2_} R_{2_};$ $X_4_Z_4;$	

Command	Movement of tool
$X_2_Z_2, C_{1_};$ $X_3_Z_3;$ or $A_{1_} C_{1_};$ $X_3_Z_3, A_{2_};$	
$X_2_Z_2, R_{1_};$ $X_3_Z_3, R_{2_};$ $X_4_Z_4;$ or $A_{1_} R_{1_};$ $X_3_Z_3, A_{2_} R_{2_};$ $X_4_Z_4;$	

فرمانهای انتخاب صفحه کاری :

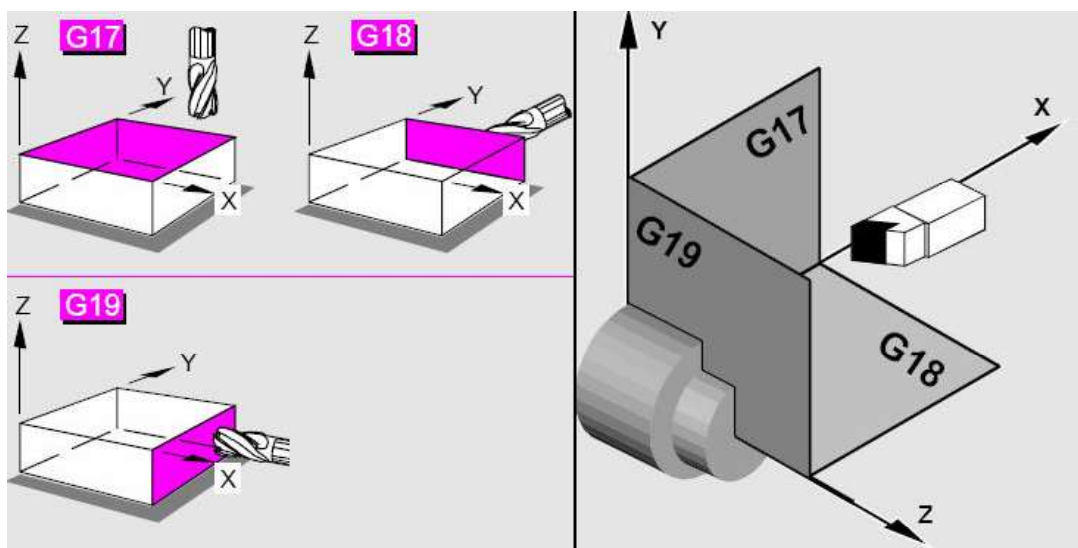
G17: برای تعیین صفحه XY به عنوان صفحه کاری که محور Z محور نفوذ ابزار می باشد و برای ماشینهای فرز

عمودی و یا برای اعمالی مانند سوراخکاری در تراشکاری به کار می رود

G18: برای معرفی صفحه XZ به عنوان صفحه کاری و محور نفوذ ابزار Y می باشد و برای فرز های افقی و

ماشینهای تراش استفاده می شود

G19: برای انتخاب صفحه YZ به عنوان صفحه کاری می باشد



فرمانها یا حرکتهای میانپایی دایره‌ای:

از این فرمانها برای ماشینکاری مسیرهای دایره ای شکل استفاده می‌شود که از فرمان G02 برای ماشینکاری مسیرهای دایره‌ای شکل در جهت عقربه های ساعت و از کد G03 برای ماشینکاری مسیرهای دایره‌ای شکل در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت می‌توان استفاده کرد که فرمت آنها به شکل زیر می‌باشد

In the XY Plane

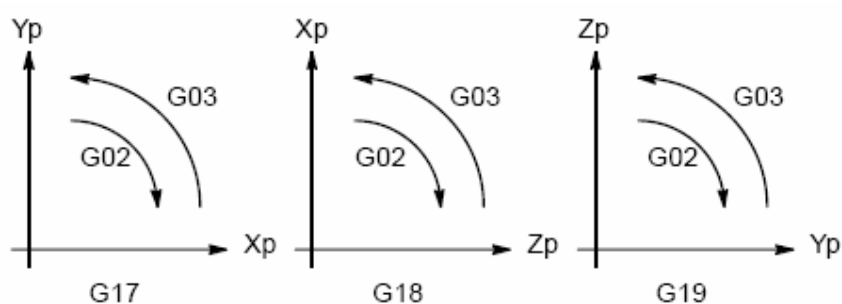
G17 G02 (or G03) X...Y...R... (or I...J...) F...;

In the ZX Plane

G18 G02 (or G03) Z...X...R... (or K...I...) F...;

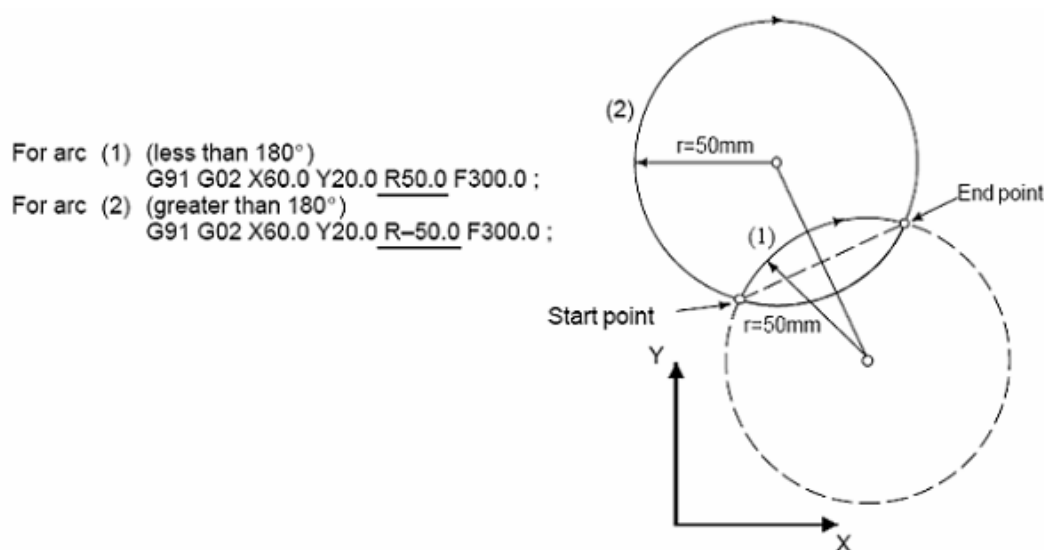
In the YZ Plane

G19 G02 (or G03) Y...Z...R... (or J...K...) F...;



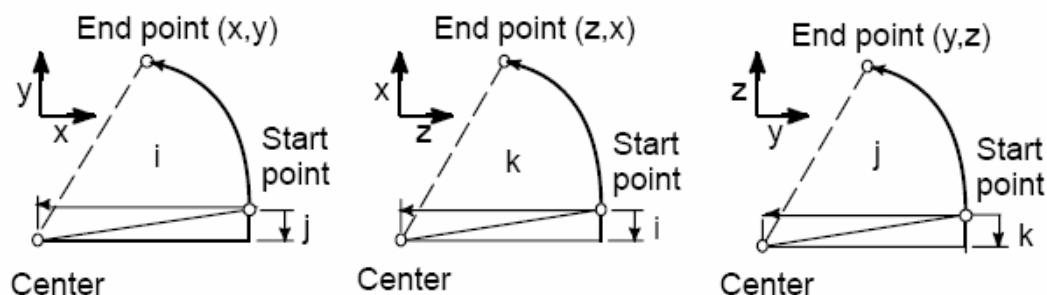
X,Y,Z: مختصات پایان قوس

R: شعاع دایره یا کمان دایره که در سیستمهای زیمنس با CR= نشان داده می‌شود که معرفی شعاع قوس به این صورت است که اگر زاویه کمان قوس کمتر از 180 درجه باشد شعاع را با علامت مثبت معرفی میکنیم و اگر زاویه کمان قوس بیشتر از 180 درجه باشد شعاع را با علامت منفی معرفی میکنیم مطابق مثال زیر:

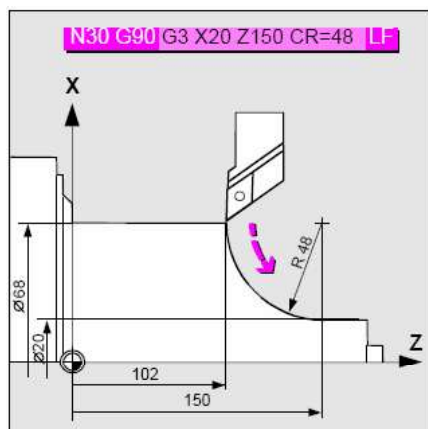


تذکر: در ماشینکاری یک مسیر دایره‌ای کامل نمی‌توانیم از پارامتر R استفاده کنیم برای این منظور یا از این پارامتر دوبار استفاده می‌کنیم یا از پارامترهای I,J,K استفاده خواهیم کرد

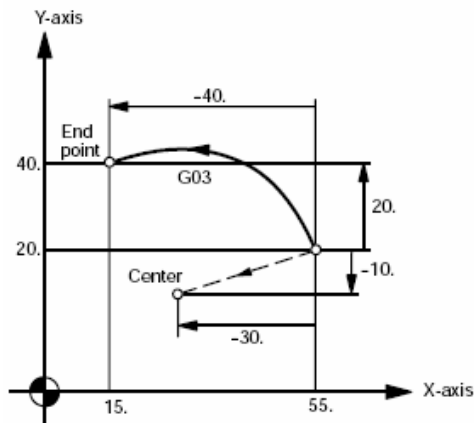
I,J,K: مختصات مرکز قوس نسبت به شروع قوس که I فاصله مرکز قوس از نقطه شروع در جهت محور X، J فاصله مرکز قوس از نقطه شروع در جهت محور Y، K فاصله مرکز قوس از نقطه شروع در جهت محور Z می‌باشد که با توجه به صفحات کاری معین از این پارامترها که در فرمت آمده استفاده می‌کنیم



در صورت نوشته نشدن هر کدام از پارامترهای I,J,K به منزله صفر می‌باشد
به مثالهای زیر توجه کنید:

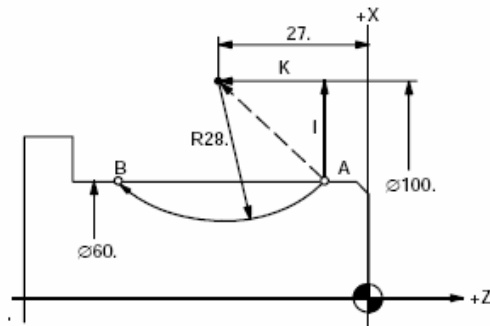


G17 G91 G03 X-40. Y20. I-30. J-10. F150;

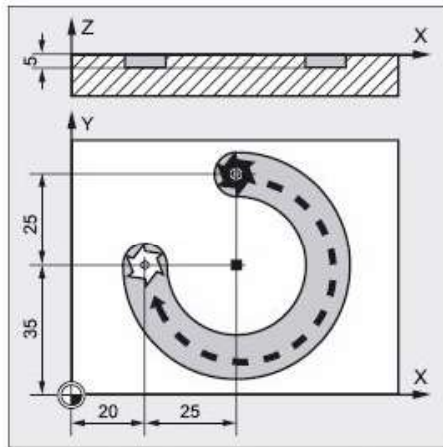


Incremental programming (G91)

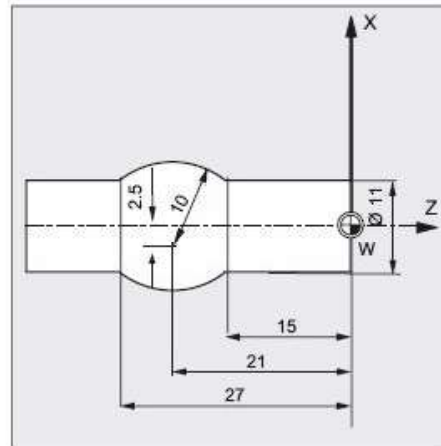
G01 Z ... F ...;
G02 X60. Z-46.6 I20. K-19.596 F ...;



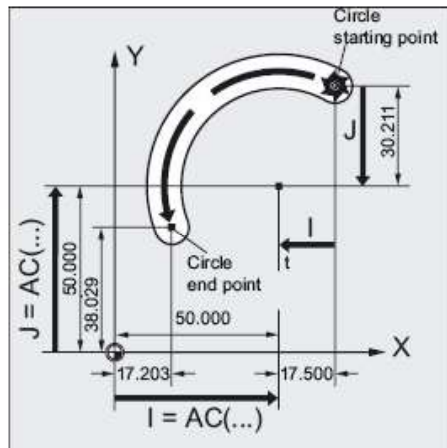
در مثالهای زیر برنامه مسیر دایره‌ای هم با مختصات مطلق و هم به صورت نسبی بیان شده است:



```
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3
N20 G1 Z-5 F500
N30 G2 X20 Y35 I=AC(45) J=AC(35)
N40 G0 Z2
N50 M30
```



```
N5 T1 D1 S2000 M3
N10 G0 G90 X11 Z1
N20 G1 Z-15 F0.2
N30 G3 X11 Z-27 I=AC(-5) K=AC(-21)
N40 G1 Z-40
```

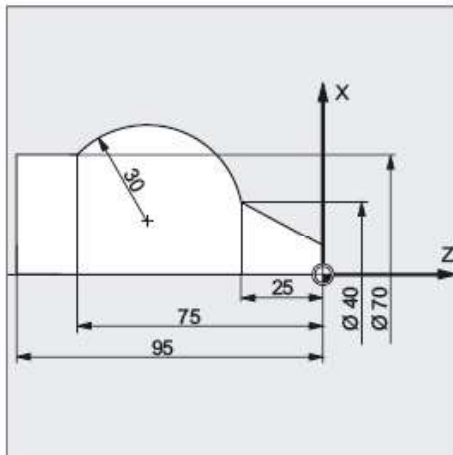


Incremental dimension

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I-.5 J-.211 F500
```

Absolute dimensions

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I=AC(50) J=AC(50)
```



Incremental dimension

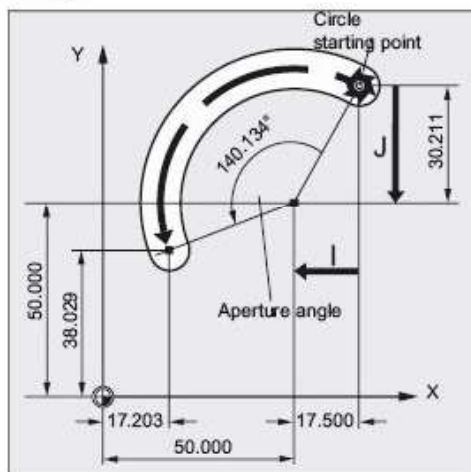
```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I-3.335 K-29.25
N135 G1 Z-95
```

Absolute dimensions

```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)
N135 G1 Z-95
```

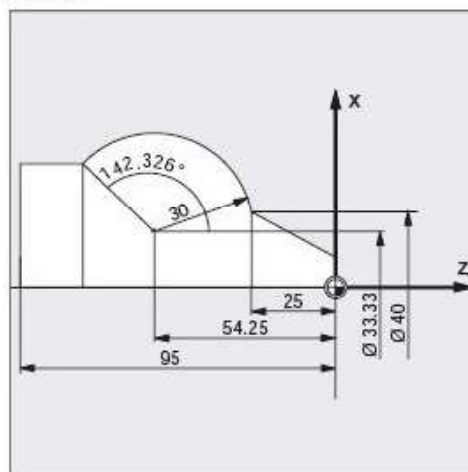
همچنین در بعضی ماشینهای با کنترل زمینس این امکان هست که پایان قوس را با زاویه مشخص شود که با فرمان AR صورت میگیرد مثال:

milling



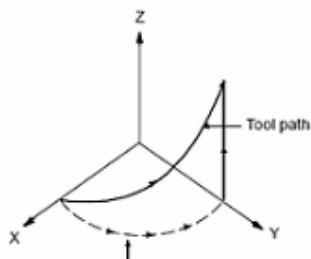
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 AR=140.134 F500
Or
N20 G3 I-17.5 J-30.211 AR=140.134 F500

turning



N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 AR=135.944
Or
N130 G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944
Or
N130 G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944
N135 G1 Z-95

از فرمان های دایره ای کارهای زیادی می توان انجام داد از جمله حرکت مارپیچ یا Helix و کارهای دیگر که با این کد امکان پذیر است



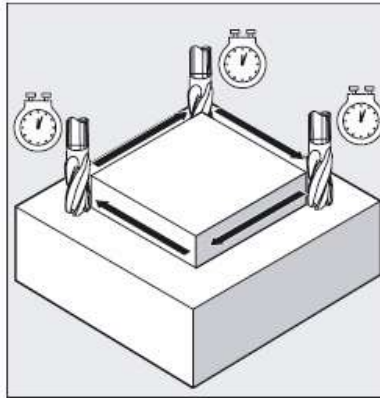
کد مکث G04 : از این فرمان جهت مکث زمانی محورهای حرکتی به منظور شکستن براده ها یا خارج کردن براده ها و نیز خنک کاری ابزار استفاده می شود که فرمت آن در ماشینهای مختلف، متفاوت است که به صورتهای زیر می باشد.

G04 P...

G04 X...

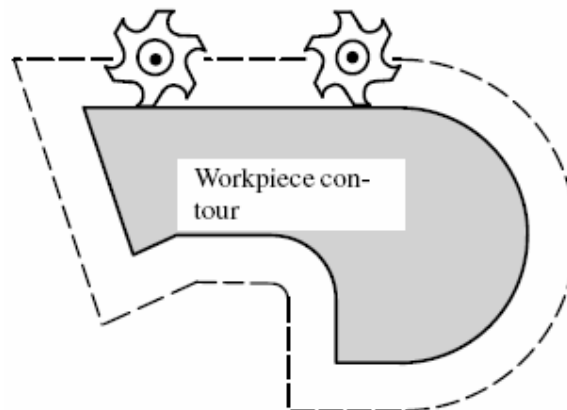
G04 F...

G04 S...

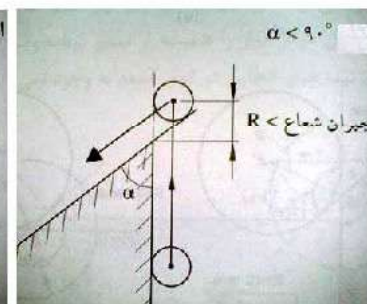
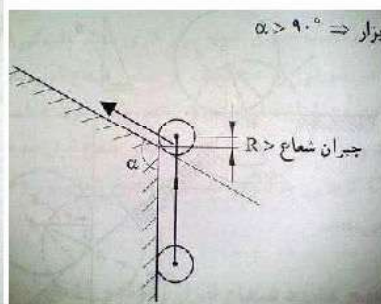
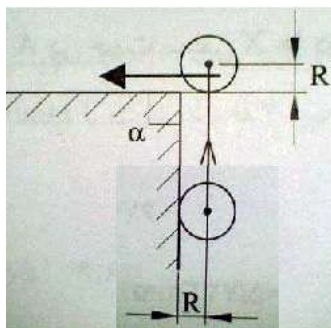


S بر حسب دور، F بر حسب ثانیه، P بر حسب هزارم ثانیه، X بر حسب هزارم دور
 کدهای اصلاح مسیر یا جبران شعاع G41 و G42: از این فرمانها جهت اصلاح مسیر با توجه به شعاع ابزار
 که در قسمت اطلاعات ابزار وارد شده صورت میگیرد

کدهای اصلاح مسیر در دستگاه فرز: با توجه به اینکه در دستگاه ماشینهای کنترل عددی معمولاً برنامه را طوری می-
 نویسیم که هنگام اجرا مرکز ابزار یا محور اصلی با توجه به مختصات داده شده در داخل برنامه حرکت کند و اگر
 بخواهیم یک کانتور تراشی انجام دهیم اگر این کار صورت گیرد قطعه بدست آمده به اندازه شعاع کوچکتر یا بزرگتر
 خواهد آمد و با توجه به اینکه نوشتن اندازه ها به اندازه کوچکتر یا بزرگتر در داخل برنامه خیلی مشکل است سازنده
 های کنترل فرمانهای با عنوان اصلاح مسیر در اختیار کاربر قرار داده اند تا این کار مشکل را کنترل ماشین انجام دهد



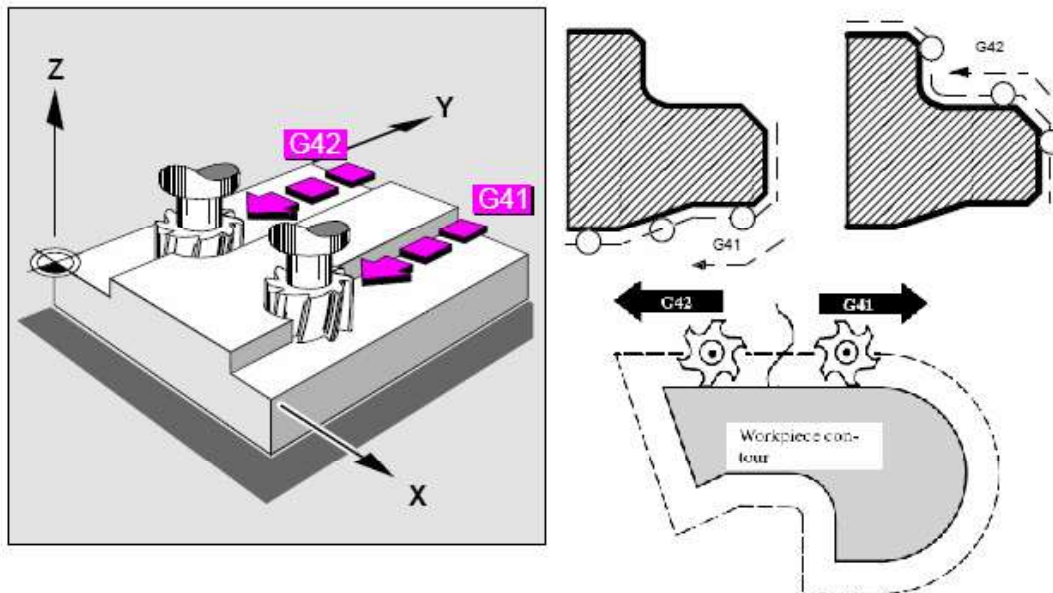
تذکر: جبران شعاع ابزار برای مسیرهای متعام برابر شعاع می باشد اما در مسیرهای شیبدار متفاوت است



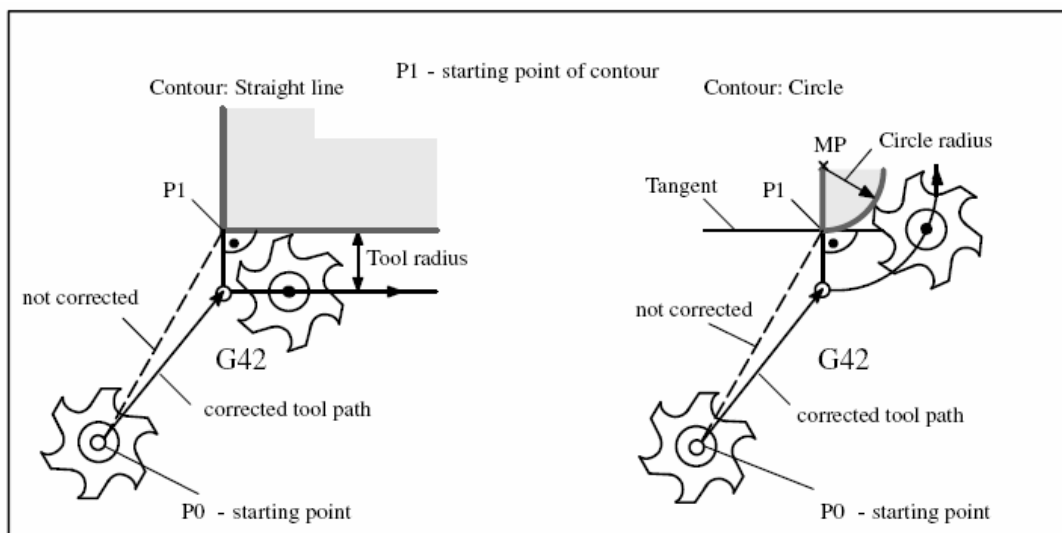
کدهای تصحیح کننده شعاع ابزار:

G42, G41: از این کدها به منظور کد جبران شعاع مسیر راست و چپ استفاده می‌کنیم که روشهای تشخیص آن متفاوت است که یک روش کلی آن به صورت زیر است:

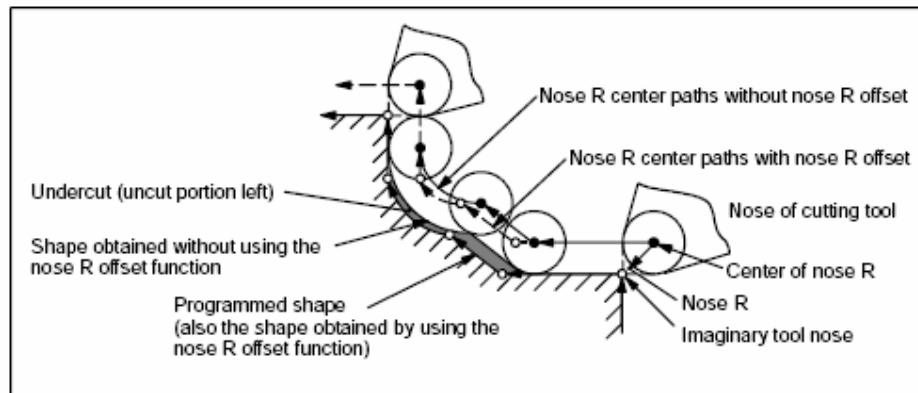
روی قطعه کار نشسته طوری که پشتمان به طرف لبه‌ای که بار برمی‌داریم باشد در این صورت اگر ابزار به طرف دست راست حرکت کند از کد G42 و اگر به طرف دست چپ حرکت کند از کد G41 استفاده خواهیم کرد.



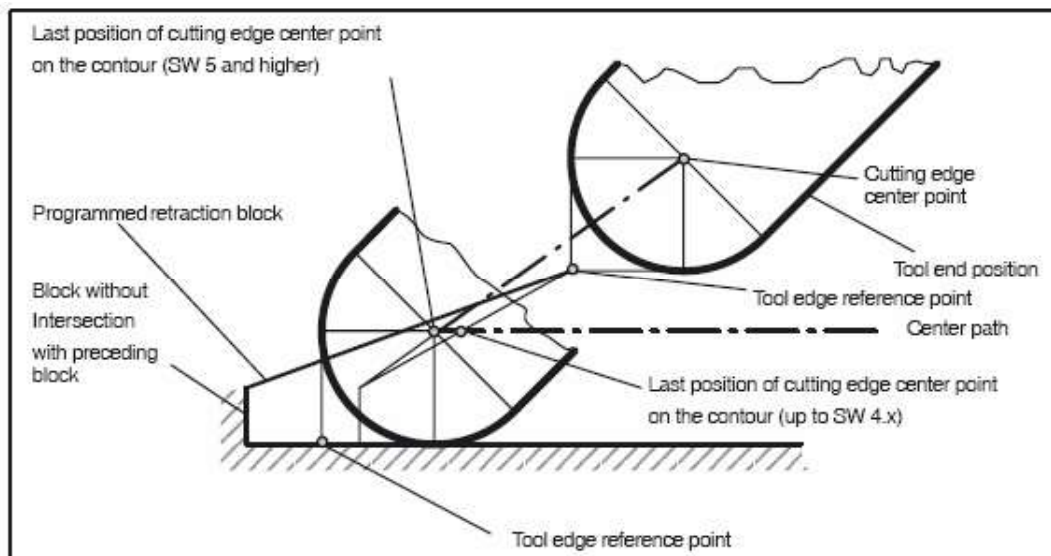
روش دیگر این صورت است که از پشت در راستای مسیر به ابزاری که می‌خواهد مسیر را طی کند نگاه می‌کنیم اگر ابزار در سمت راست قرار گیرد از کد G42 و اگر در طرف چپ قرار گیرد از کد G41 استفاده خواهیم کرد هرگاه از هر کدام از کدهای اصلاح مسیر استفاده شود باید شعاع ابزار برای ماشین معرفی گردد تا واحد کنترل بتواند محاسبات لازم برای اصلاح مسیر بر اساس شعاع ابزار را انجام دهد. در پایان برای اینکه کارهای دیگر را نیز به نفع احسن انجام دهیم باید با کد G40 کدهای اصلاح مسیر را کنسل کنیم



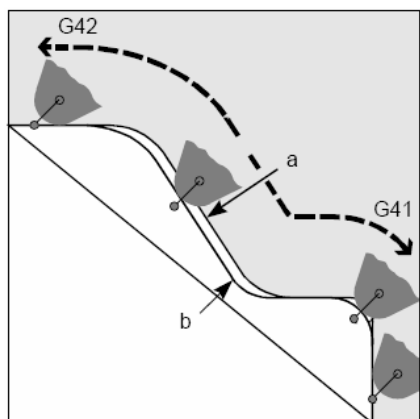
کدهای اصلاح مسیر در خطوطی قبل از مسیرهای که می‌خواهیم جبران شعاع صورت گیرد باید نوشته شود در ماشین های تراش با توجه به اینکه تیغچه های موجود که دارای شعاعهای در نوک خود دارند (0.2,0.4,0.8,1.2,1.6,2,2.4,2.8,3.2) که ابزار را مقاوم و کیفیت سطح را افزایش می‌دهد اما این شعاع در نوک ابزار باعث می‌شود که مسیرهای خطی موازی با محور کار و عمود بر محور کار درست عمل کنند ولی در مسیرهای مخروطی و قوسی اگر جبران شعاعی وجود نداشته باشد قطعه کار مخروطی یا قوسی با کمی بار بیشتر یا کمتر تولید خواهد شد با توجه به اینکه محاسبه این مقدار و لحاظ آن در داخل برنامه بسیار مشکل است برای این کار کدهای جبران شعاع یا به عبارتی اصلاح مسیر برای تراشکاری نیز پیش بینی شده است تا سیستم نقطه فرضی برش را با توجه به شعاع ابزار محاسبه و در مسیر حرکت کند.



نقطه فرضی برش:

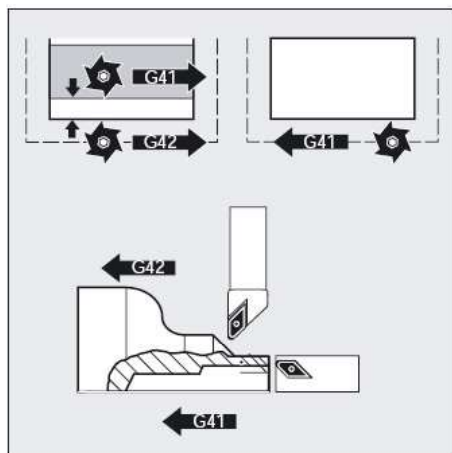


اگر شعاع تیغچه‌ای که استفاده می‌کنیم صفر باشد نیاز به کدهای اصلاح مسیر نیست ولی اگر مسیر مخروطی باشد هم می‌توان از این کدها استفاده نمود که بسیار کار را راحت کرده است و در بعضی دستگاههای قدیمی این امکانات برنامه نویسی موجود نیست در این شرایط فرد باید اختلاف موجود را محاسبه نماید که در مخروط می‌توان از این فرمول $K = r(1 - \tan a)$ که K مقدار تصحیح و r شعاع ابزار می‌باشد و که این کار بسیار وقت گیر می‌باشد و برای مسیرهای دایره‌ای تا حدودی غیر ممکن می‌باشد

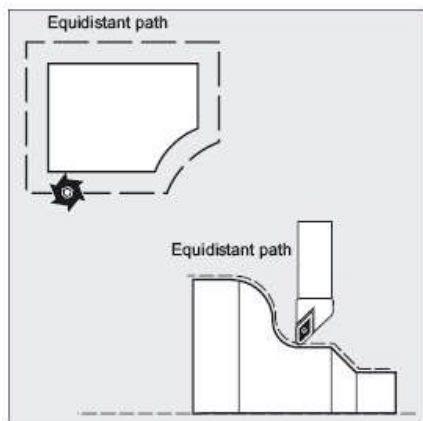


روش تعیین در تراش نیز به صورت روشهای در فرز کاری می باشد ولی آسانترین این روشها به این صورت است که هولدر ابزار را روبروی خود قرار می دهیم اگر این ابزار با توجه به لبه برنده به طرف دست راست حرکت کند از کد G42 در غیر این صورت از کد G41 استفاده خواهیم کرد و در داخل تراشی برعکس روتراشی از این کدها استفاده خواهیم کرد اما به طور کلی در ماشینهای تراش که سپورت روی ریل مایل دارند اگر ابزار به طرف سه نظام باشد از کد G42 و اگر از طرف سه نظام به طرف مرعک باشد از کد G41 استفاده خواهیم کرد و در داخل تراشی برعکس این کدها و برای کنسل کردن این کدها از کد G40 استفاده خواهیم کرد.

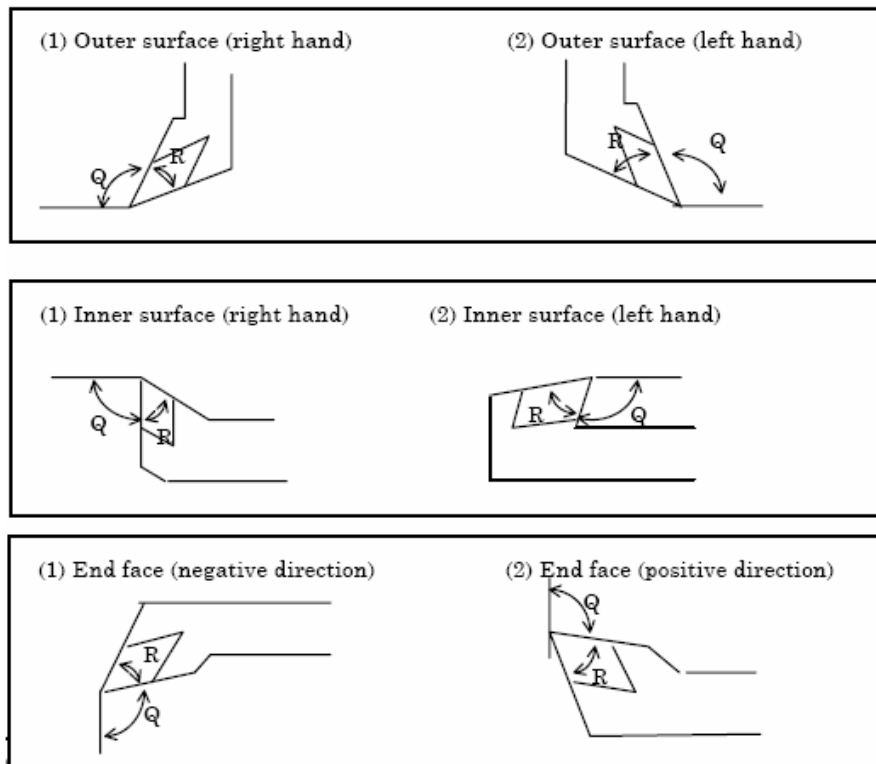
پس در فرز و تراش داریم:



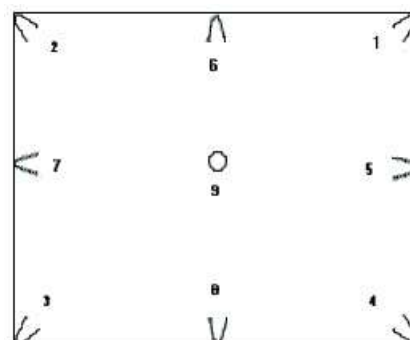
از این کدها نیز می توان به عنوان wear یا اینکه اندازه را بزرگتر یا کوچکتر در آورد که در فرز کاربرد فراوانی دارد.



با توجه به تنوع بسته شدن شکل‌های ابزارهای داخل و روتراشی تنها با مشخص کردن شعاع ابزار مانند فرز کاری کار تمام نخواهد شد به همین ترتیب برای ابزار های مختلف حالت‌های وجود دارد که نوع لبه را مشخص می‌کند که با شماره های 0 تا 8 برای سیستم مشخص می‌شود.



با توجه به نوک تیغچه ها از شکل مربوط که شبیه نوک قلم می‌باشد و در تمام سیستم ها این حکم برقرار است استفاده می‌شود



شکل و فرمت استفاده در در داخل برنامه:

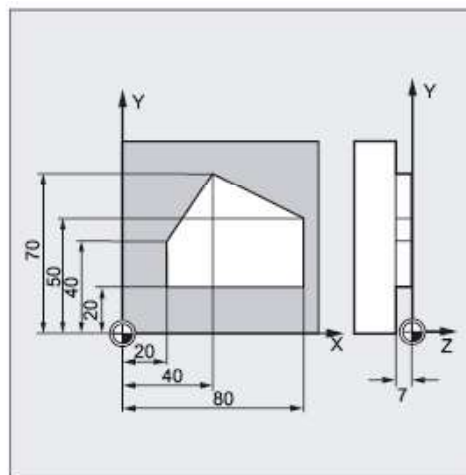
در بیشتر کنترلرها به تنهایی با نوشتن خود کد عمل خواهر کرد و شعاع ابزار را به هنگام فراخوانی ابزار دریافت خواهد کرد ولی در بعضی سیستم ها مانند زیمنس به صورت زیر مشخص می‌شود:

G42 D...

G41 D...

که حرف D اطلاعات ابزار را از حافظه دریافت می‌کند

در بکار بردن این کدها می‌توان به تنهایی به کار برد و بهتر است همراه با یکی از کدهای حرکتی خطی باشد و در پایان مسیر اگر حرکت دایره‌ای باشد بعد از آن نسل کردن یک حرکت خطی داشته باشیم به مثالهای زیر توجه کنید:



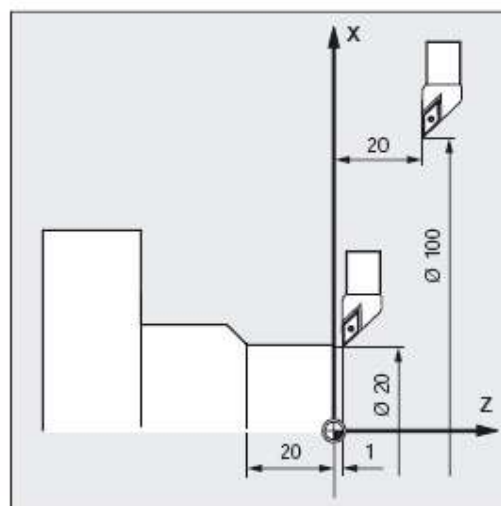
```

N10 G0 Z100 ;Retract to tool change point
N20 G17 T1 M6 ;Change tool
N30 G0 X0 Y0 Z1 M3 S300 D1 ;Call tool offset values, ;select length compensation
N40 Z-7 F500 ;Tool infeed
N50 G41 X20 Y20 ;Activate tool radius compensation, tool ;operates on left-hand side of contour
N60 Y40 ;Mill contour
N70 X40 Y70
N80 X80 Y50
N90 Y20
N100 X20
N110 G40 G0 Z100 M30 ;Retract tool, end of program

```

مثال برای تراش:

Example 1 turning



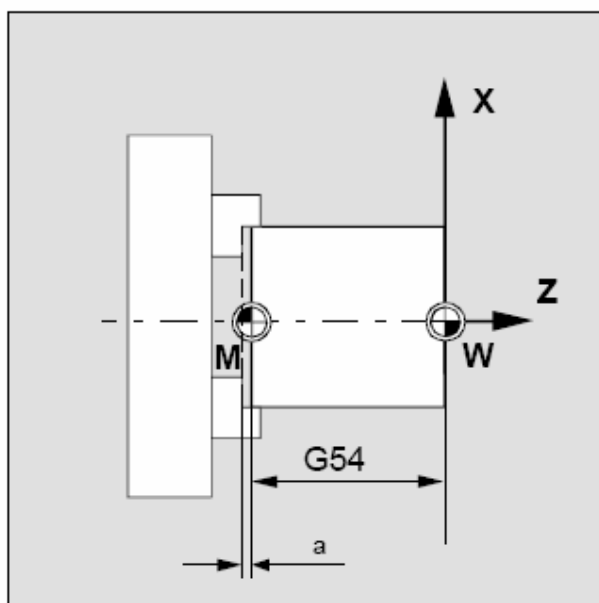
```

N20 T1 D1
N30 G0 X100 Z20
N40 G42 X20 Z1
N50 G1 Z-20 F0.2

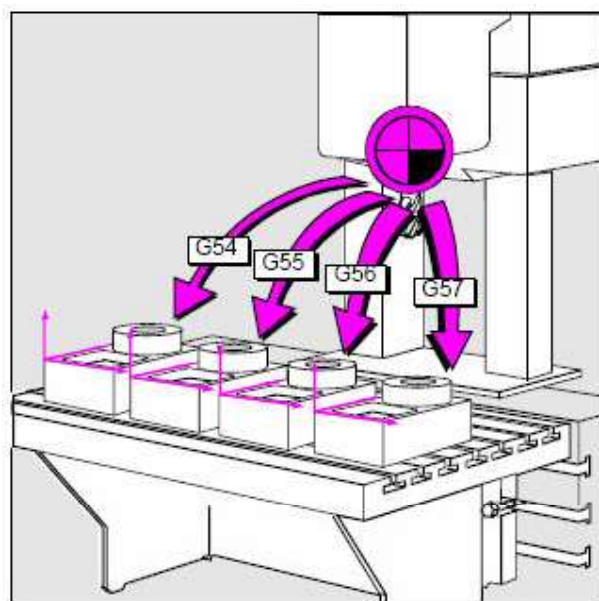
```

تعیین نقطه صفر قطعه کار

در قسمت معرفی نقاط صفر گفته شد که نوشتن برنامه نسبت به صفر ماشین بسیار مشکل و ناممکن می‌باشد به همین خاطر از کدهای معرفی نقطه صفر که موقعیتی را به عنوان صفر قطعه کار مورد نظر در نظر می‌گیریم و این مختصات را به حافظه دستگاه می‌دهیم و با یکسری از کدها این مختصات را فراخوانی کرده تا برنامه مبدا خود را این مختصات بشناسد که این کدها عبارتند از G54 الی G59 و کنسل کننده این کدها G53 می‌باشد در حقیقت این کدها نقطه صفر ماشین را به نقطه دلخواه ما انتقال می‌دهند که حتی می‌توان در یک قطعه کار چند نقطه صفر در نظر گرفت که در فرز کاربرد فراوانی دارد به این صورت که می‌توان با بستن دو یا چند قطعه با یک بار استارت هر دو را ماشین کاری کرد.



مطابق شکل:



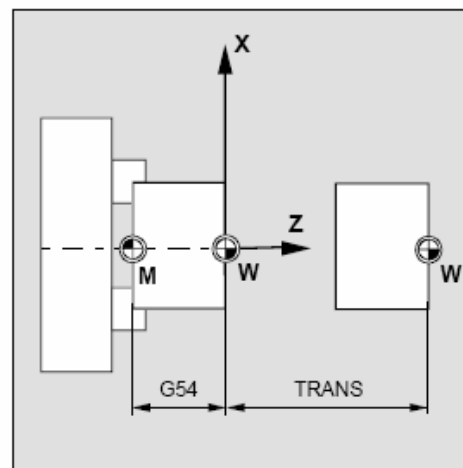
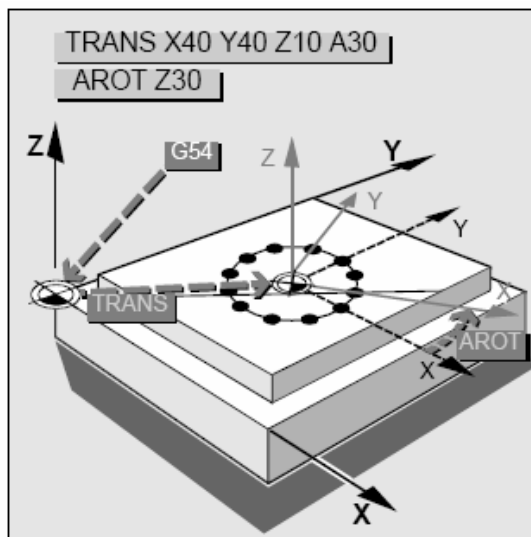
علاوه بر اینها می‌توان داخل برنامه این نقاط صفر به به نقطه دیگر انتقال داد که در ماشینهای مختلف کدهای متفاوتی وجود دارد که در کنترل زیمنس با کد TRANS و در کنترلهای فانوک با کد G51 و در بعضی کنترلها با کد G92 این کار امکان پذیر است که فرمت آنها به صورت زیر می باشد:

TRANS X... Y... Z...

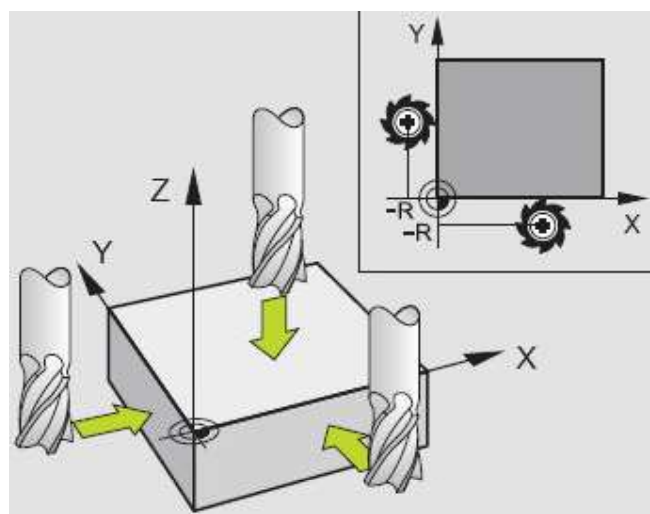
G51 X... Y... Z...

G92 X... Y... Z...

که در تراش محور Y وجود ندارد



روش معرفی کردن نقاط صفر برای حافظه دستگاه در تمام دستگاهها متفاوت است ولی در کل به صورت زیر عمل می‌کنند



در ماشین فرز: به این ترتیب عمل می‌کنیم با روشهای مماس کردن که بهتر است از روشهای با دقت بالا کمک گرفته شود مانند ساعت مرکزیاب و تاستر لبه یاب که انواع مختلفی دارند که حتی سنسور هم در خود دارند که دقت بالایی

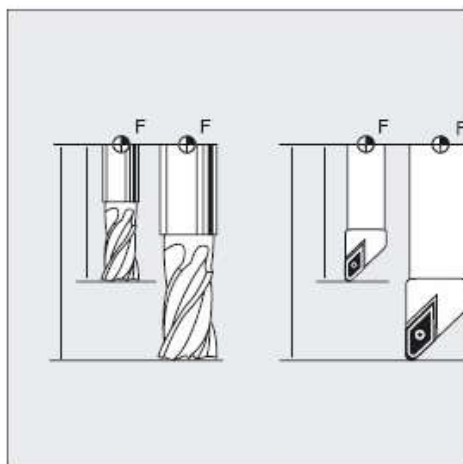
دارند و در غیر این صورت از روشهای سنتی استفاده می‌کنیم بعد از مماس کردن به هر یک از لبه های یک قطعه کار مقدار اندازه ای که از نقطه صفر ماشین خواهیم دید در قسمت ZERO OFFSET یادداشت خواهیم کرد در ضمن هنگام وارد کردن عدد مقدار شعاع ابزار را نیز لحاظ خواهیم کرد

در ماشین تراش با توجه به اینکه در اکثر قطعات مرکز کار به عنوان صفر در نظر گرفته می‌شود و نقطه صفر ماشین در بیشتر ماشینها مرکز محور اصلی و پشت سه نظام می‌باشد فقط مقدار Z را در قسمت اطلاعات نقطه صفر وارد می‌کنیم

TOOL OFFSET

برای وارد کردن اطلاعات ابزار برشی (مختصات نوک ابزار برشی نسبت به نقطه مبنای نصب ابزار به منظور تعیین اختلاف طول و عرض ابزارها) از قسمت tool offset استفاده می‌کنیم مکانیسم به دست آوردن این مقدارها در دستگاههای مختلف متفاوت می‌باشد از جمله از این راهها استفاده از optic می‌باشد به این صورت که دوربین ممکن است روی دستگاه نصب شود که اکثرا روی سه نظام جای مخصوص خور را دارد ولی در بعضی دستگاهها دستگاه تنظیم یا set ابزار در خارج از ماشین مجزا می‌باشد که هر دو روش شبیه هم می‌باشد به این ترتیب می‌باشد که ابتدا ابزاری را به عنوان مبنا در زیر دوربین تنظیم می‌کنیم و اطلاعات را ثبت می‌کنیم و بعد ابزار های بعدی را یک به یک زیر این optic عمل set کردن را انجام می‌دهیم بعد از اینکه کلیه اطلاعات به دست آمد آنها را در جدول مربوط به tool offset ها وارد می‌کنیم به این ترتیب اختلاف اندازه های ابزار نسبت به نقطه نصب ابزار تعریف می‌شود این مکانیسم به دلیل اینکه از دقت بالایی برخوردار نیست در دستگاههای جدید کاربردی ندارد و از در دستگاههای جدید از روشهای دیگری استفاده می‌شود مانند روش براده برداری یا لمسی یا اشعه ای که بسیار دقت بالایی دارند مثلا در دستگاه FMS تراش با سیستم زمینس به این صورت است که ابتدا ابزار را به قطر قطعه مماس کرده بعد اندازه همان قطر را در همان حالت مماس ابزار به صورت شعاعی وارد می‌کنیم ترتیب عملیات بعد از مماس کردن و اندازه گرفتن به این صورت است که بعد از فشار کلید MAIN MENU به قسمت Parameter رفته و کلید نرم افزاری tool offset را فشار داده وبعد از تعریف ابزار (1-new-2 new tool-3- وارد کردن شماره ایستگاه ابزار و نوع ابزار و نوع لبه آن ok-4) کلید نرم افزاری Determine compensa انتخاب و مشخص کردن محور x و وارد کردن نصف قطر اندازه گیری شده و فشار کلید ok و همچنین برای محور z نیز بعد از مماس کردن در وارد کردن مقدار عدد صفر را وارد می‌کنیم و بقیه ابزار ها نیز به همین ترتیب عمل می‌کنیم با این روش دقت عملیات کمتر از 0.01 نیست در حالی که در روشهای optic یا دوربینی امکان خطا زیاد می‌باشد و حدکثر دقت این روش در حدود 0.1 می‌باشد در قسمت tool offset اطلاعاتی همچون شعاع نوک ابزار و مقدار سایش ابزار را نیز وارد می‌کنیم.

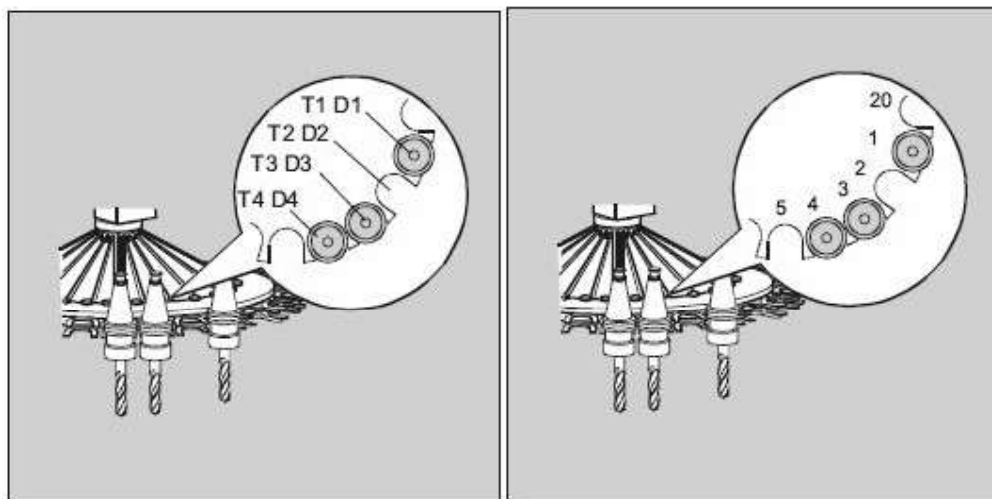
اختلاف طولی ابزار که از آن به عنوان tool offset یاد می‌شود در دستگاههای فرز و تراش به صورت زیر است:



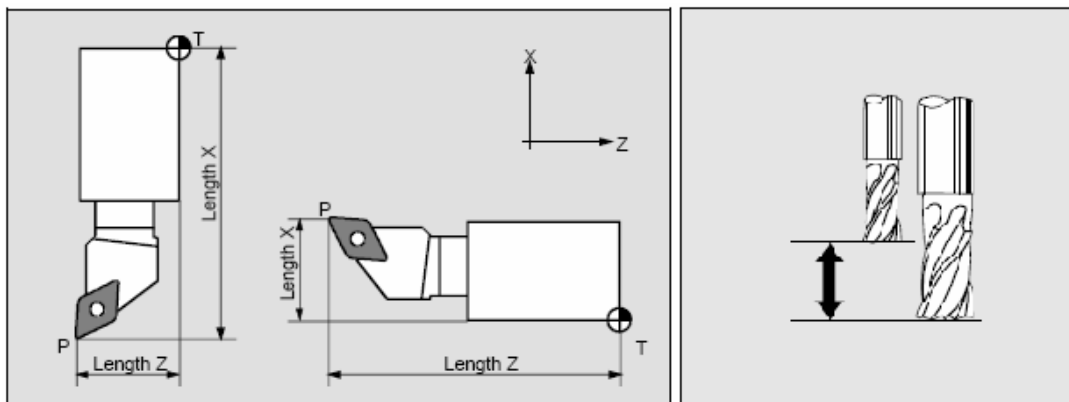
هر کدام از ابزارها که در ایستگاههای ابزار یا انبار ابزار واقع شده‌اند دارای اطلاعات می‌باشند که در داخل برنامه به صورت زیر فراخوانی می‌شود

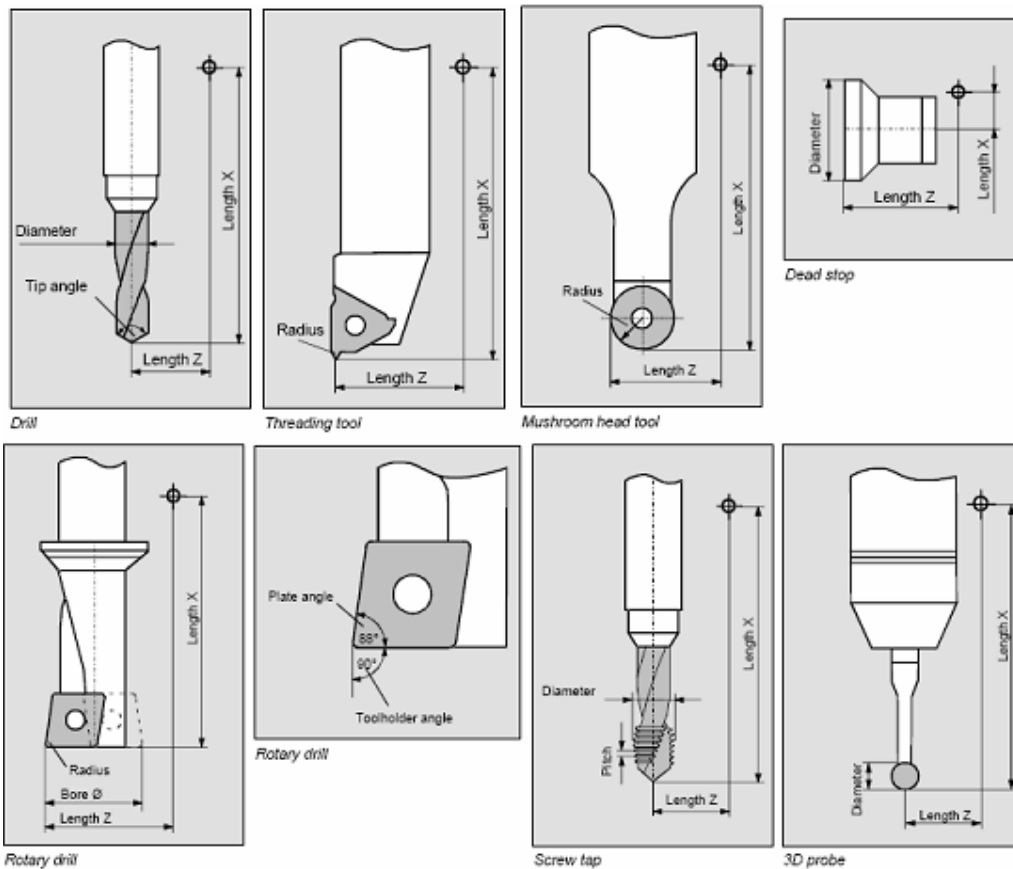
T01D1 یا T0101

که دو رقم اول مربوط به شماره ابزار یا ایستگاه می‌باشد و دو رقم بعدی و در بعضی دستگاهها با یک حرف D و یک شماره مشخص می‌شود که مربوط به اطلاعات ابزار می‌باشد



به اختلاف طولی چند ابزار زیر توجه کنید:





در سری دستگاههای بالا با فراخوانی توسط کد D1 یا با دو شماره تمامی اطلاعات مربوط به ابزار مورد نظر می‌باشد ولی در یکسری از دستگاهها که در فرزها کاربرد فراوان دارد از کدهای جبران طول استفاده می‌شود این کدها به این صورت هستند که در دستگاه یک ابزاری به عنوان ابزار مبنا وجود دارد یا یکی از ابزارها را به عنوان ابزار مبنا در نظر می‌گیرند حال اگر ابزار مورد نظر که آفست گیری شده از ابزار مبنا بلندتر باشد از کد G43 در داخل برنامه استفاده خواهد شد یعنی باید در جهت Z در جهت مثبت به مقدار اختلاف طول با ابزار مبنا به بالا حرکت نماید تا تفاوت طول دو ابزار اعمال شود و اگر ابزار کوتاهتر باشد از کد G44 استفاده خواهد شد تا در جهت محور Z در جهت منفی به مقدار اختلاف طول به پایین حرکت کند تا اختلاف طول لحاظ شود که فرمت آنها به صورت زیر می‌باشد

G43 H...

G44 H...

نکته: در بعضی از دستگاهها در کدهای اصلاح مسیر بعد از کد مربوط حرف D همراه با یک شماره به کار برده می‌شود برای کنسل کردن کدهای تصحیح کننده طول از کد G49 استفاده می‌شود

M کدها

به یکسری از کدهای فرعی توجه کنید:

M00: توقف اجرای برنامه

M01: توقف شرطی اجرای برنامه

M02:پایان برنامه بدون برگشت یا RESET به اول برنامه

M03:تعیین جهت چرخش اسپیندل موافق عقربه های ساعت

M04: تعیین جهت چرخش اسپیندل مخالف عقربه های ساعت

M05:توقف اسپیندل

M06:در بعضی دستگاهها به همراه تعویض ابزار به کار می‌رود

M08:روشن کردن سیستم خنک کاری در داخل برنامه

M09:خاموش کردن سیستم خنک کاری در داخل برنامه

M16:بیرون آمدن گلوبی مرغک

M17 و M99 :پایان برنامه فرعی

M18: داخل رفتن گلوبی مرغک

M24 یا M81:شروع حرکت براده کش

M25 یا M82: توقف براده کش

M26: باز شدن فکهای سه نظام

M27:بسته شدن فکهای سه نظام

M46: نحوه بستن قطعه به سه نظام (External)

M47:نحوه بستن قطعه به سه نظام(Internal)

M98: فراخوانی برنامه فرعی

سیکلها

سیکل : همانطور که قبلاً گفته شد سیکلها برنامه‌های از پیش ساخته شده‌ای می‌باشند که می‌توان به راحتی عملیات ثابت و تکراری را با آنها انجام داد که این سیکلها مختص سازنده دستگاه می‌باشد یعنی پارامترها و فرمتها در ماشینهای مختلف متفاوت است از این سیکلها می‌توان از سیکل سوراخکاری ، بورینگ، فلاویز، پیچ بری، پاکت تراشی، کانتور تراشی، جزیره تراشی و ... که در زیر به چند مورد از دستگاههای متفاوت اشاره خواهد شد

سیکل سوراخکاری تک مرحله ای:

در سیستم زیمنس:

CYCLE81(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)

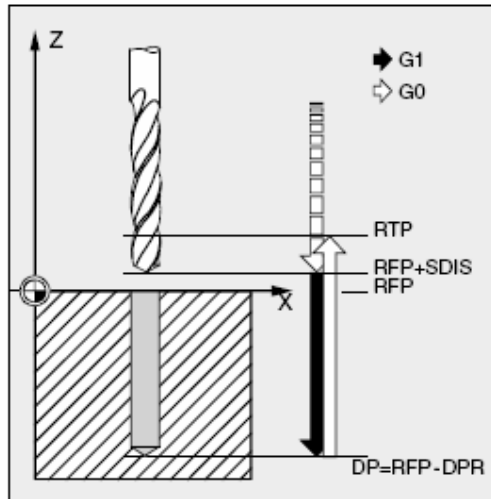
RTP: مختصات نقطه برگشت مته بعد از سوراخکاری در جهت محور Z

RFP: مختصات پیشانی قطعه (محل شروع سوراخکاری)

SDIS: فاصله آزاد ایمنی (تا قبل از این نقطه حرکت مته با G00 است)

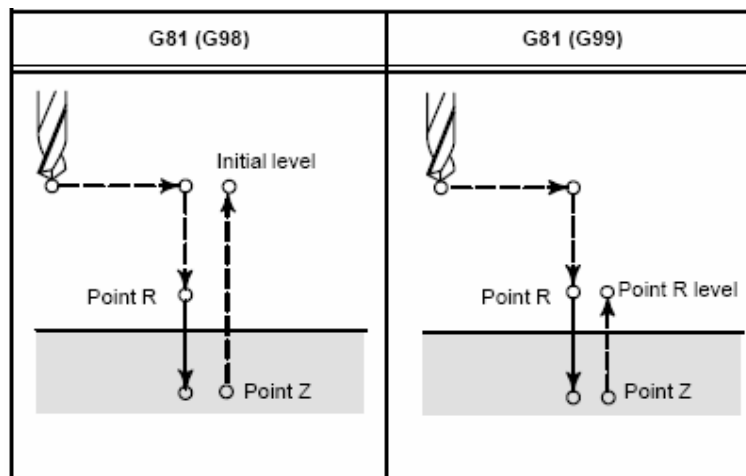
DP: مختصات پایان سوراخ نسبت به نقطه صفر قطعه کار

DPR: مختصات پایان سوراخ نسبت به پیشانی قطعه یا ابتدای سوراخ (بدون علامت)



در سیستم فانوک:

G81 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_ ;



$X_ Y_$: مختصات مرکز سوراخ

$Z_$: عمق سوراخ

$R_$: سطح ایمنی

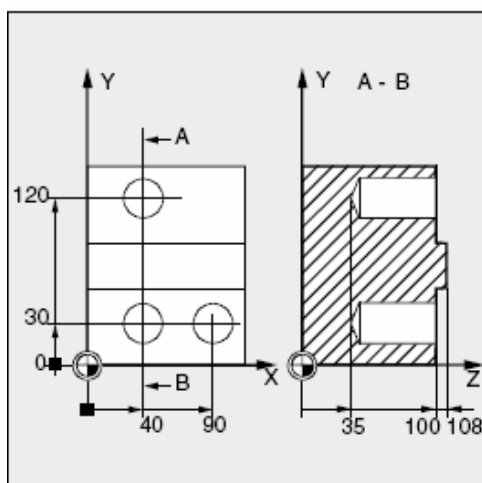
$F_$: پیشروی

$K_$: تعداد تکرار

G98: برگشت به سطح اولیه

G99: برگشت به سطح ایمنی

مثال:



N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3	Specification of the technological values
N20 D3 T3 Z110	Approaching the retraction plane
N30 X40 Y120	Approach of the first drilling position
N40 CYCLE81(110, 100, 2, 35)	Cycle call with absolute final drilling depth, safety clearance and incomplete parameter list
N50 Y30	Approach of next drill position
N60 CYCLE81(110, 102, , 35)	Cycle call without safety clearance
N70 G0 G90 F180 S300 M03	Specification of the technological values
N80 X90	Approach next position
N90 CYCLE81(110, 100, 2, , 65)	Cycle call with relative final drilling depth and safety clearance
N100 M30	End of program

مثال در سیستم فانوک

M3 S2000 ;
 G90 G99 G81 X300. Y-250. Z-150. R-100. F120. ;
 Y-550. ;
 Y-750. ;
 X1000. ;
 Y-550. ;
 G98 Y-750. ;
 G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;
 M5 ;

سیکل سوراخکاری تک مرحله ای همراه با مکث زمانی در عمق نهایی:

در سیستم زیمنس:

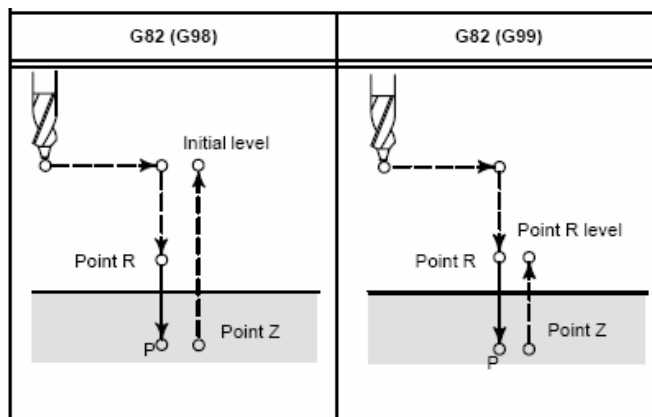
CYCLE82(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

DTB: مکث زمانی در عمق نهایی

در سیستم فانوک:

G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_ ;

P_ : مکث زمانی در ته سوراخ



مثال:

M3 S2000 ;

G90 G99 G82 X300. Y-250. Z-150. R-100. P1000 F120. ;

Y-550. ;

Y-750. ;

X1000. ;

Y-550. ;

G98 Y-750. ;

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;

M5 ;

سیکل سوراخکاری عمیق:

در سیستم زمینس:

CYCLE83(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI)

FDEP: عمق اولین نفوذ نسبت به صفر قطعه کار (با علامت)

FDPR: عمق اولین نفوذ نسبت به صفر قطعه کار (بدون علامت)

DAM: کاهش نفوذهای بعدی که با مقدار حداقل برابر است

مثال: اگر FDPR برابر 30 باشد و DAM برابر 5 باشد در اولین نفوذ برابر 25 و در دومین نفوذ برابر 20 و ...

DTB: مکث زمانی در Z نهایی

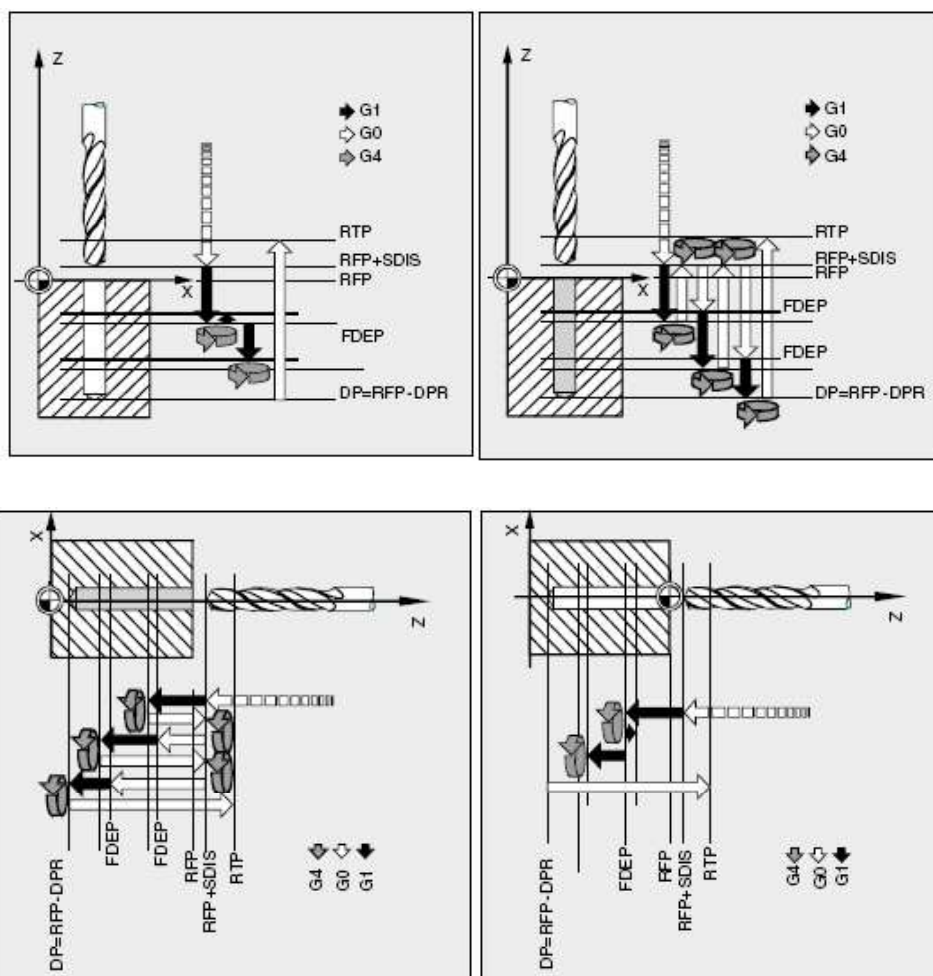
DTS: مکث زمانی جهت نفوذ بعدی

FRF: درصد کاهش پیشروی اولین نفوذ

VARI: تیپ ماشینکاری

0: ابزار برای هر نفوذ از محل قبلی خود به اندازه یک میلیمتر برگشته و دوباره نفوذ می‌کند (براده شکن)

1: ابزار برای هر نفوذ از سوراخ خارج شده و دوباره نفوذ می‌کند (عقب نشینی)

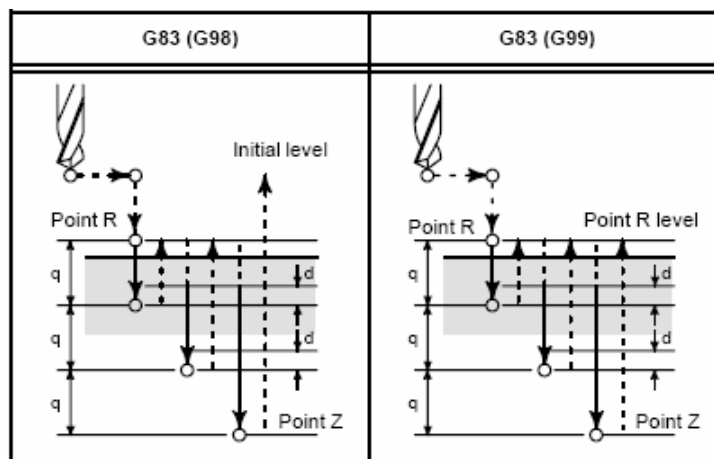


در سیستم فانوک:

سیکل سوراخکاری با مقدار نفوذ ابزار در هر مرحله

G83 X_Y_Z_R_Q_F_K_;

Q_: عمق نفوذ در هر پاس



مثال:

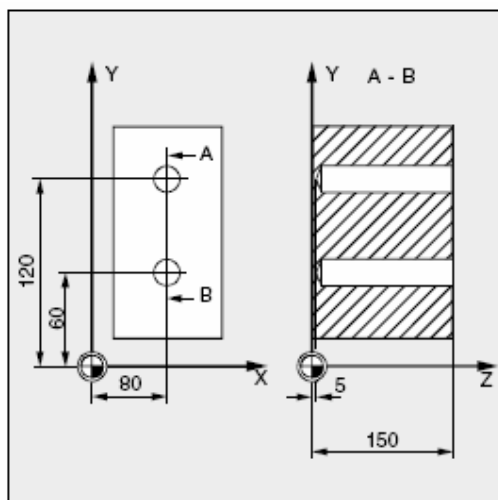


Fig. 9-10

N10 G0 G17 G90 F50 S500 M4	Specification of the technological values
N20 D1 T12	Approaching the retraction plane
N30 Z155	
N40 X80 Y120	Approach of the first drilling position
N50 CYCLE83(155, 150, 1, 5, 0, 100, , 20, 0, 0, 1, 0)	Call of cycle; depth parameters with absolute values
N60 X80 Y60	Approach of next drill position
N70 CYCLE83(155, 150, 1, , 145, , 50, 20, 1, 1, 0.5, 1)	Call of cycle with relative specifications of final drilling depth and 1st drilling depth; the safety clearance is 1 mm, the feedrate factor 0.5
N80 M30	End of program

M3 S2000 ;

G90 G99 G83 X300. Y-250. Z-150. R-100. Q15. F120. ;

Y-550. ;

Y-750. ;

X1000. ;

Y-550. ;

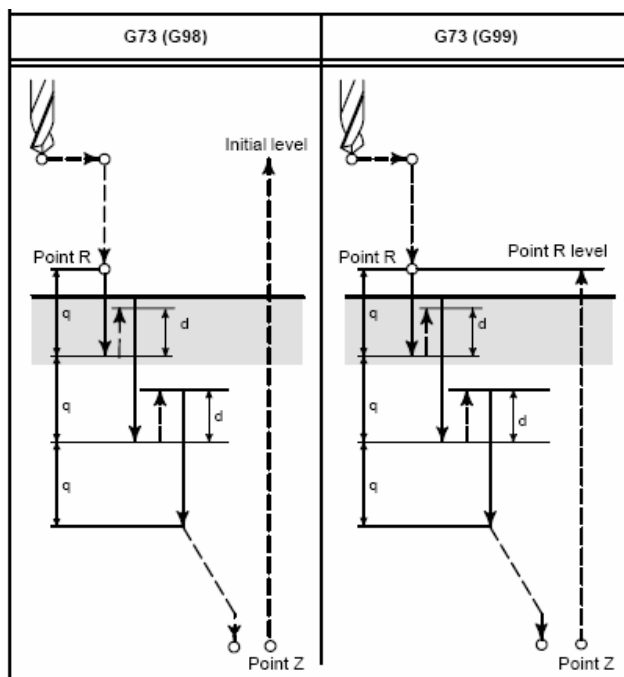
G98 Y-750. ;

G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;

M5 ;

سیکل سوراخکاری با براده شکنی در سیستم فانوک

G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_ ;



مثال:

M3 S2000 ;
 G90 G99 G73 X300. Y-250. Z-150. R-100. Q15. F120. ;
 Y-550. ;
 Y-750. ;
 X1000. ;
 Y-550. ;
 G98 Y-750. ;
 level.
 G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;
 M5 ;

سیکل قلاویز زنی

در سیستم زیمنس:

CYCLE84(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDAC, MPIT, PIT, POSS, SST, SST1)

3, 4 or 5 (for M3, M4 or M5) SDAC :: تعیین جهت چرخش اسپیندل بعد از پایان سیکل

MPIT: نرم پیچ (M10=10) به عبارت دیگر اندازه اسمی پیچ

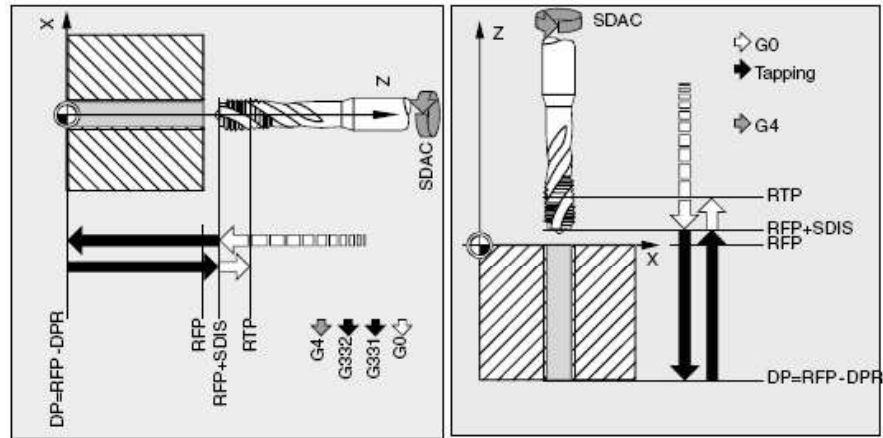
PIT: گام پیچ

POSS: موقعیت اسپیندل (زاویه بر حسب درجه) زمانیکه محل شروع پیچ یا محل نفوذ اولیه قلاویز مهم باشد از این

پارامتر استفاده می شود به اصطلاح oriented spindle stop

SST: سرعت چرخش اسپیندل هنگام نفوذ

SST1: سرعت چرخش اسپیندل هنگام بیرون آمدن قلاویز



مثال:

N10 G0 G90 G54 T6 D1
 N20 G17 X0 Z40
 N30 CYCLE84(4, 0, 2, , 30, , 3, 5, , 90, 200, 500)
 N40 M2

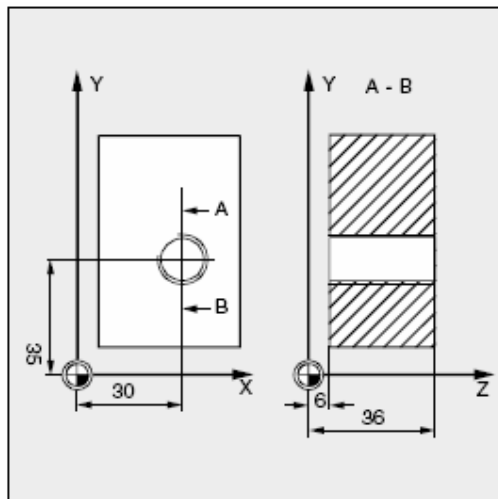


Fig. 9-12

N10 G0 G90 T11 D1	Specification of the technological values
N20 G17 X30 Y35 Z40	Approaching the drill position
N30 CYCLE84(40, 36, 2, , 30, , 3, 5, , 90, 200, 500)	Cycle call; parameter PIT has been omitted; no value is entered for the absolute depth or the dwell time; spindle stop at 90 degrees; speed for tapping is 200, speed for retraction is 500
N40 M30	End of program

در سیستم فانوک:

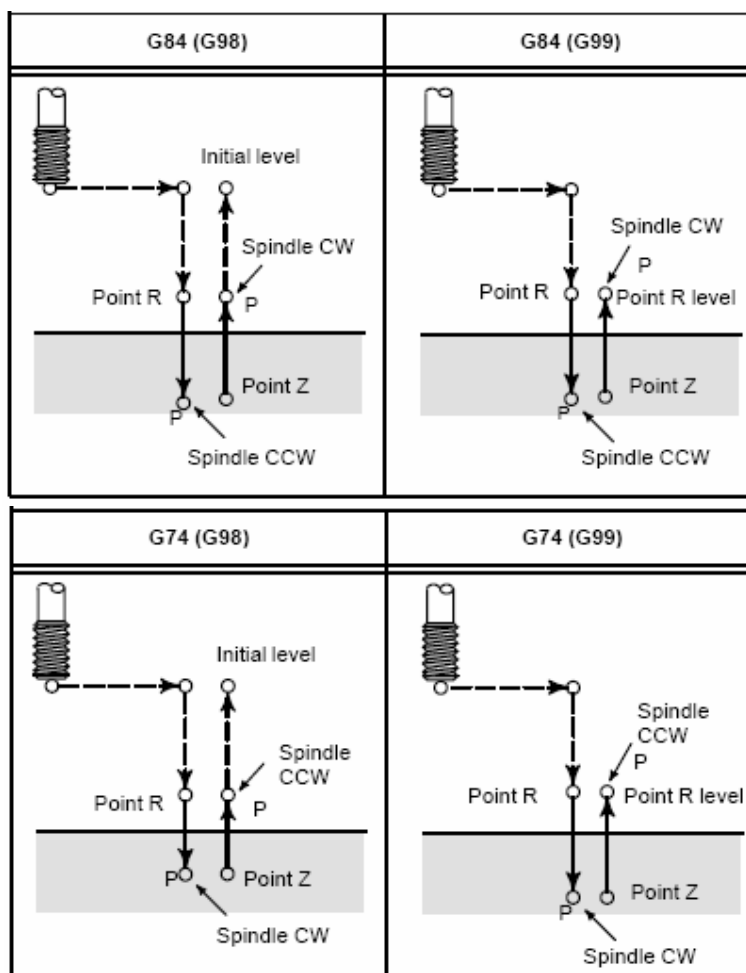
G84 برای قلاویز کاری راست و G74 برای قلاویز کاری چپ استفاده می‌شود

G84 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_ ;

G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ K_ ;

Q_ : عمق نفوذ در هر مرحله

P_ : مکث زمانی



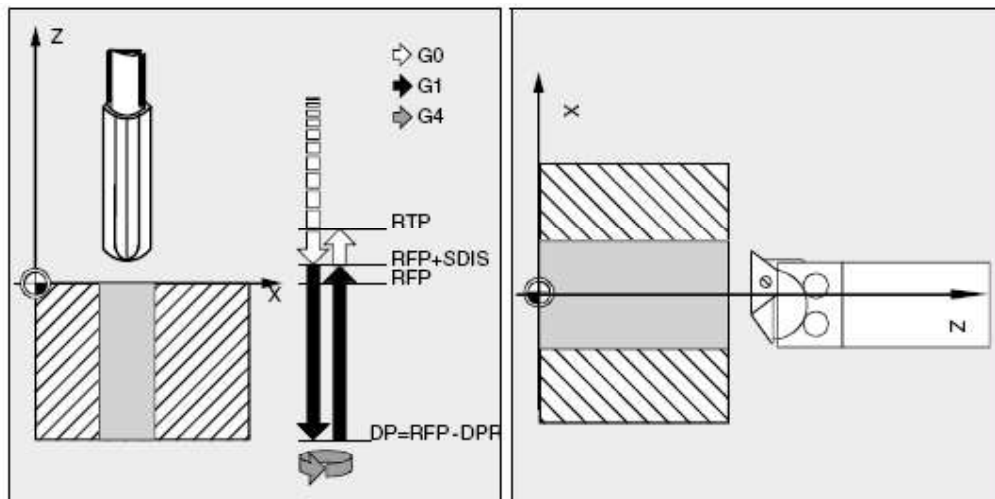
سیکل برقوزنی و بورینگ کاری :

در سیستم زیمنس:

CYCLE85(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF)

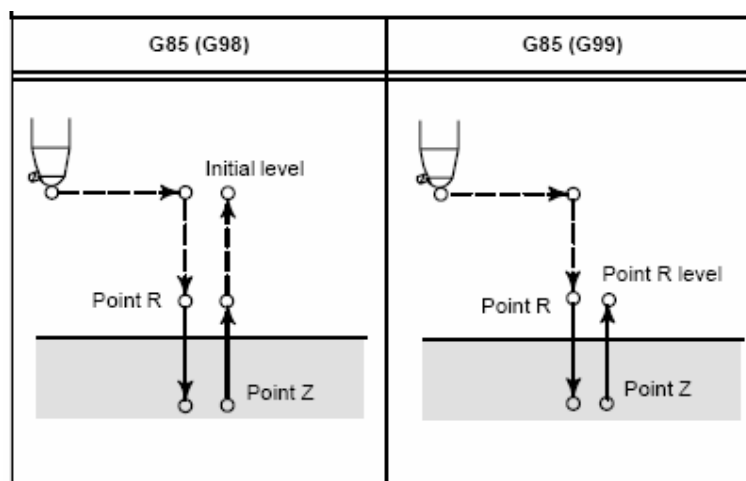
FFR: سرعت پیشروی ابزار در نفوذ

RFF: سرعت پیشروی ابزار در برگشت

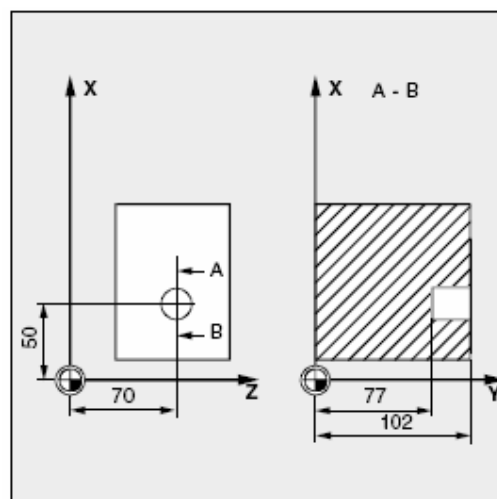


در سیستم فانوک:

G85 X_Y_Z_R_F_K_;



مثال:



```

N10 T11 D1
N20 G18 Z70 X50 Y105
N30 CYCLE85(105, 102, 2, , 25, , 300, 450)
N40 M30
  
```

M3 S100 ;

G90 G99 G85 X300. Y-250. Z-150. R-120. F120. ;
 Y-550. ;
 Y-750. ;
 X1000. ;
 Y-550. ;
 G98 Y-750. ;
 G80 G28 G91 X0 Y0 Z0 ;
 M5 ;

انواع روشهای بورینگ کاری که از آنها صرفنظر می‌کنیم

سیکل رو تراشی در سیستم زیمنس:

در سیستم زیمنس به این صورت است که ابتدا مسیر را در یک برنامه فرعی نوشته و سپس توط سیکل زیر پارامترهای آن را تنظیم می‌کنیم به صورت زیر:

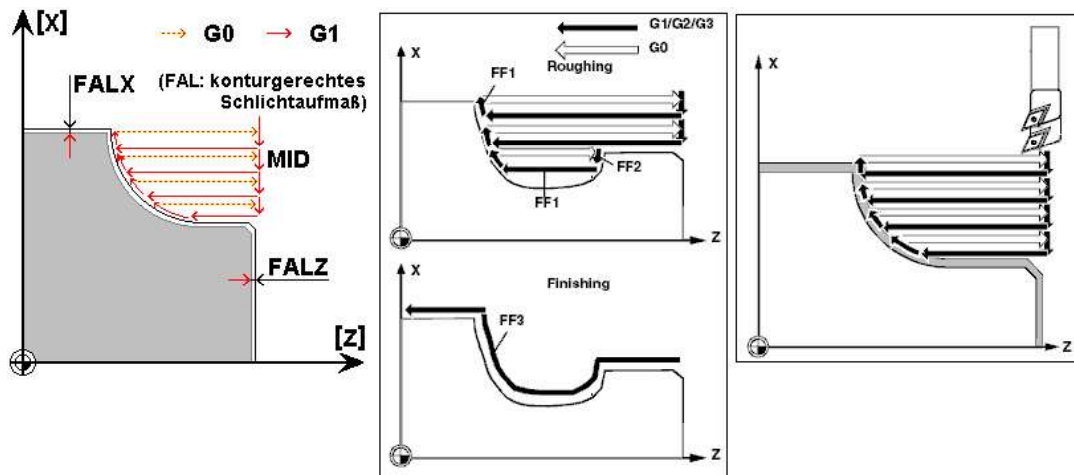
CYCLE95 (NPP, MID, FALZ, FALX, FAL, FF1, FF2, FF3, VARI, DT, DAM)

NPP	نام برنامه فرعی	Name of contour subroutine
MID	مقدار عمق بار در هر مرحله	Infeed depth (enter without sign)
FALZ	مقدار بار پرداخت در جهت محور Z	Finishing allowance in the longitudinal axis (enter without sign)
FALX	مقدار بار پرداخت در جهت محور X	Finishing allowance in the transverse axis (enter without sign)
FAL	مقدار بار پرداخت	Finishing allowance according to the contour (enter without sign)
FF1	مقدار پیشروی در جهت براده بردای	Feedrate for roughing without undercut
FF2	مقدار پیشروی در جهت نفوذ	Feedrate for insertion into relief cut elements
FF3	مقدار پیشروی جهت پرداخت	Feedrate for finishing
VARI	تیب ماشینکاری	Machining type Range of values: 1 ... 12
DT	مکث زمانی	Dwell time fore chip breaking when roughing
DAM	فاصله مکث زمانی	Path length after which each roughing step is interrupted

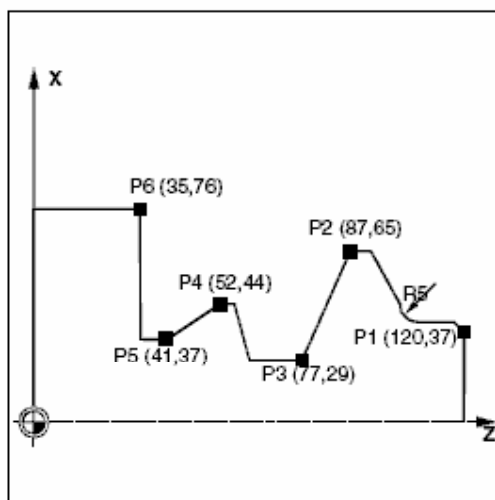
for chip breaking

VARI	خشن کاری	رو تراشی پرداخت کاری	خشن کاری و پرداخت کاری	خشن کاری	داخل تراشی پرداخت کاری	خشن کاری و پرداخت کاری
طولی	1	5	9	3	7	11
عرضی	2	6	10	4	8	12

مطابق شکل:



مثال:



N10 T1 D1 G0 G95 S500 M3 Z125 X81
N20 CYCLE95("KONTUR_1", 5, 1.2, 0.6, , 0.2, 0.1, 0.2, 9, , , 0.5)
N30 G0 G90 X81
N40 Z125
N50 M30
%_N_KONTUR_1_SPF
N100 Z120 X37
N110 Z117 X40
N120 Z112 RND=5
N130 Z95 X65
N140 Z87
N150 Z77 X29
N160 Z62
N170 Z58 X44
N180 Z52
N190 Z41 X37
N200 Z35
N210 X76
N220 M17

در سیستم فانوک نیز از کدهای G70 و G71 و G72 و G74 و G76 به ترتیب برای پرداخت کاری و روتراشی و پیشانی تراشی و سوراخکاری و پیچ بری استفاده می‌شود که از پرداختن به آنها صرف نظر می‌کنیم

سیکل روتراشی در سیستم EMCO:

$P0=... P2=... F... G84 X... Z... D0=... D2=... D3=...$

D0: مقدار بار پرداخت باقیمانده در جهت محور قطر ها

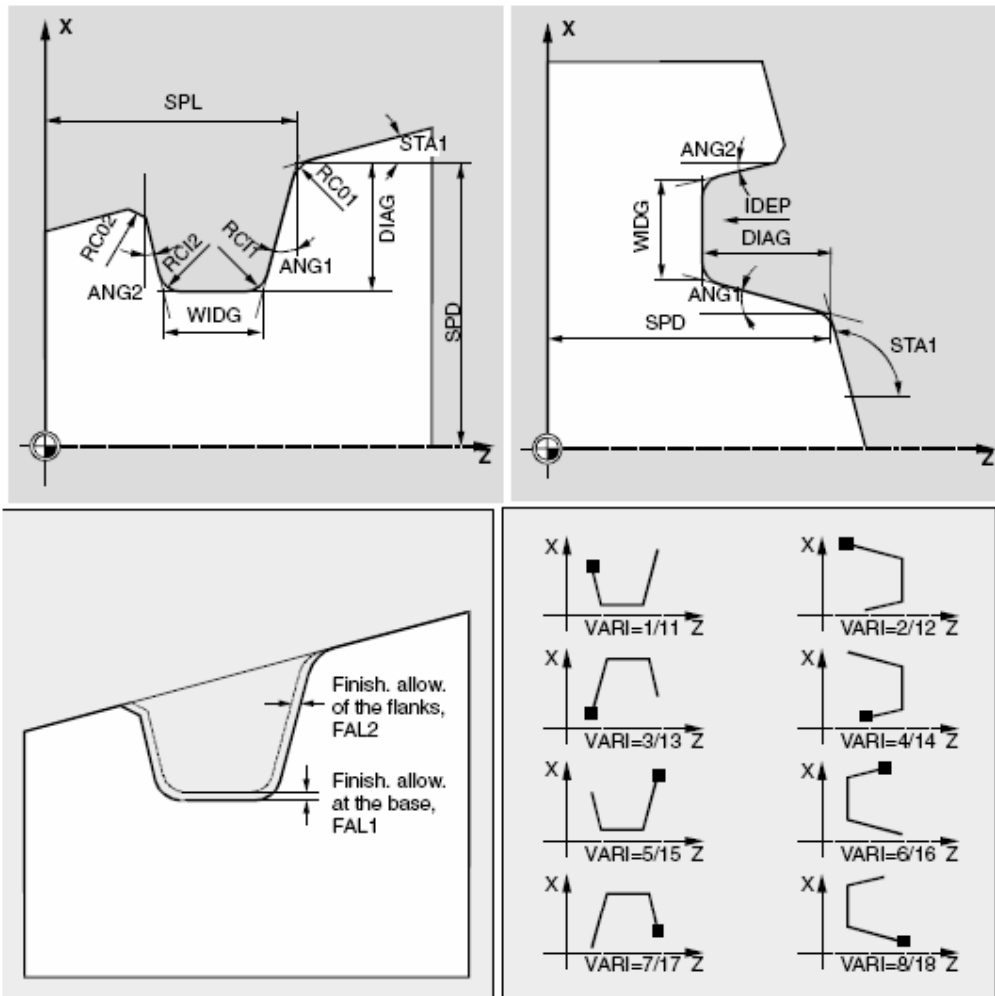
D2: مقدار بار پرداخت باقی مانده رد جهت محور Z

D3: مقدار عمق نفوذ در هر پاس براده برداری

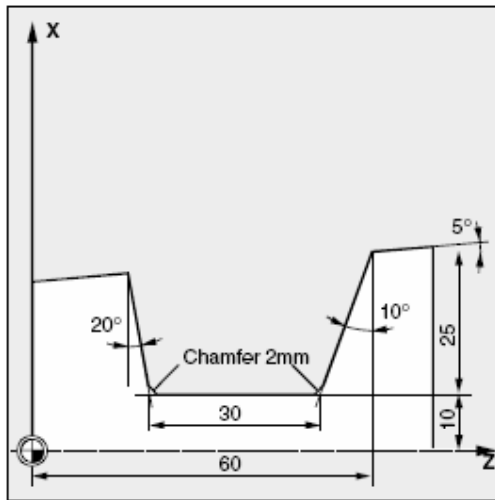
$P0, P2$: شعاع مخروط در پیشانی و $P2$ طول مخروط در قطعه

سیکل شیار در سیستم زیمنس:

CYCLE93(SPD, SPL, WIDG, DIAG, STA1, ANG1, ANG2, RCO1, RCO2, RCI1, RCI2, FAL1, FAL2, IDEP, DTB, VARI)



مثال:



N10 G0 G90 Z65 X50 T5 D1 S400 M3
N20 G95 F0.2
N30 CYCLE93(35, 60, 30, 25, 5, 10, 20, 0, 0, -2, -2, 1, 1, 10, 1, 5)
N40 G0 G90 X50 Z65
N50 M02

سیکل شیار زنی در سیستم EMCO:

G86 X... Z... D3=... D4=... D5=... F....

D3 عمق بار در هر مرحله، D4 مکث زمانی بر حسب یک دهم ثانیه، D5 عرض ابزار بر حسب میکرون

سیکل پیچ بری در سیستم زمینس:

CYCLE97(PIT, MPIT, SPL, FPL, DM1, DM2, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, VARI, NUMT)

PIT گام پیچ

MPIT - قطر بیرونی پیچ (اندازه اسمی)

SPL - نقطه شروع در جهت طولی

FPL - نقطه شروع در جهت قطرها

DM1 - قطر شروع پیچ

DM2 - قطر پایان پیچ

APP - مقدار پیشرو

ROP - مقدار پسرو

TDEP - عمق دنده

FAL - مقدار بار پرداخت نهایی

IANC - نصف زاویه نوک قلم

Range of values: "+" (for flank infeed at the flank)

"-" (for alternating flank infeed)

NSP - زاویه شروع پیچ

NRC - تعداد مراحل خشنکاری

NID - تعداد مراحل بدون بار

VARI - تیپ ماشینکاری

NUMT تعداد راہ پیچ

VARI

بار یکنواخت

بار کاهشی

کمتر می شود

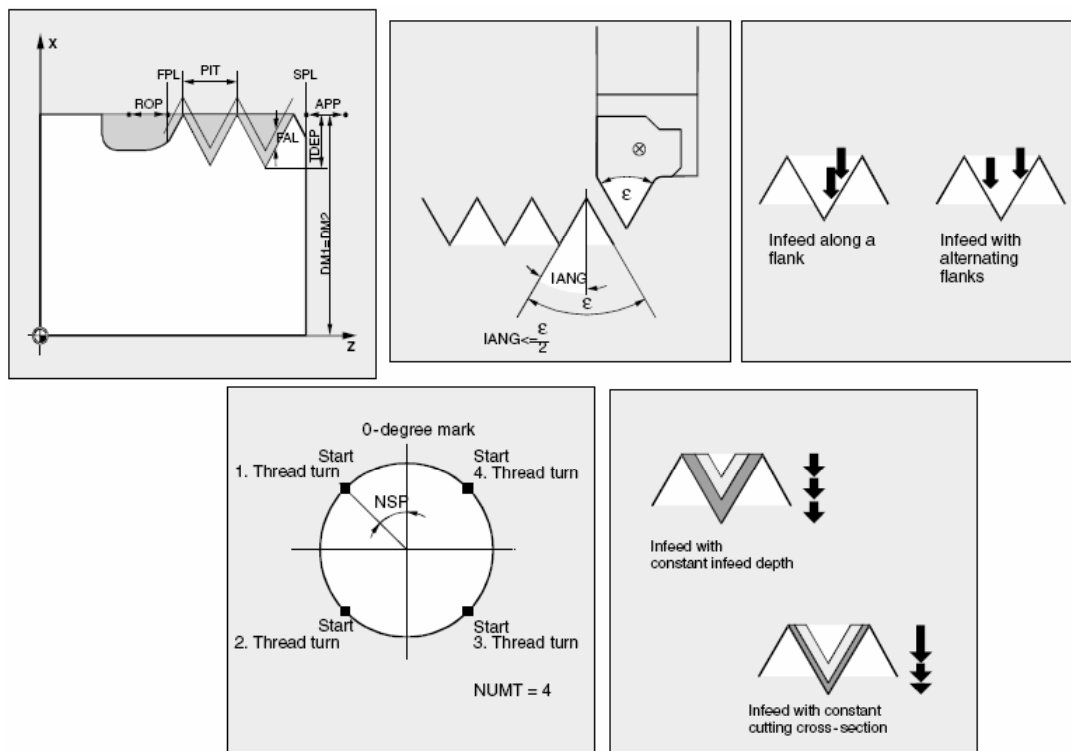
پیچ داخلی

مقدار بار در تمام مراحل مساوی است

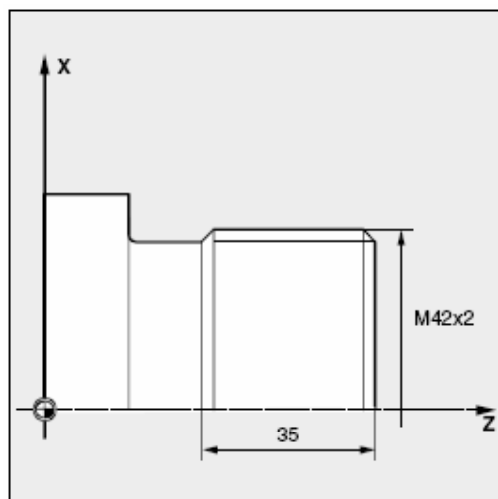
مقدار بار در طی مراحل رفته رفته 4

پیچ

3



مثال:



N10 G0 G90 Z100 X60

N20 G95 D1 T1 S1000 M4

N30 CYCLE97(, 42, 0, -35, 42, 42, 10, 3, 1.23, 0, 30, 0, 5, 2, 3, 1)

N40 G90 G0 X100 Z100

N50 M2

سیکل پیچ بری در سیستم EMCO:

G85 X... Z... D3=... D4=... D5=... D6=... D7=... P2=... F...

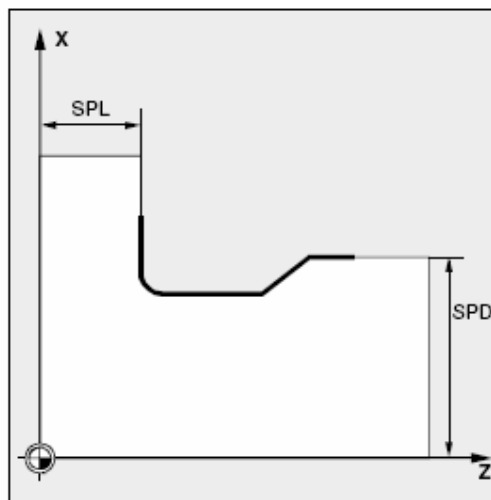
D3 بار بر حسب میکرون ، D4 بار آزاد، D5 زاویه پیچ، D6 ارتفاع پیچ، D7 کاهش بودن یا ثابت بودن بار، P2

مقدار پسرو

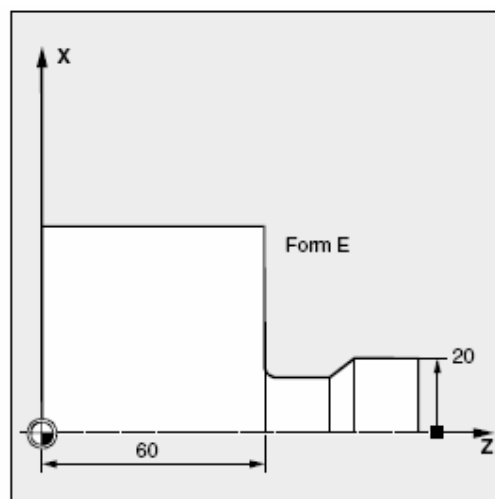
گاه سنگزنی در سیستم زیمنس:

CYCLE94(SPD, SPL, FORM)

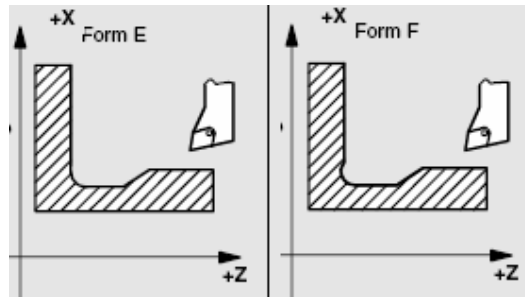
SPD	Starting point in the transversal axis (enter without sign)
SPL	Starting point of the tool compensation in the longitudinal axis (enter without sign)
FORM	Definition of the form Values: E (for form E) F (for form F)



مثال:

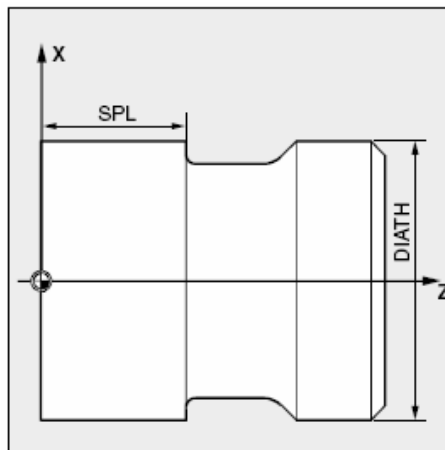


```
N10 T1 D1 S300 M3 G95 F0.3
N20 G0 G90 Z100 X50
N30 CYCLE94(20, 60, "E")
N40 G90 G0 Z100 X50
N50 M02
```

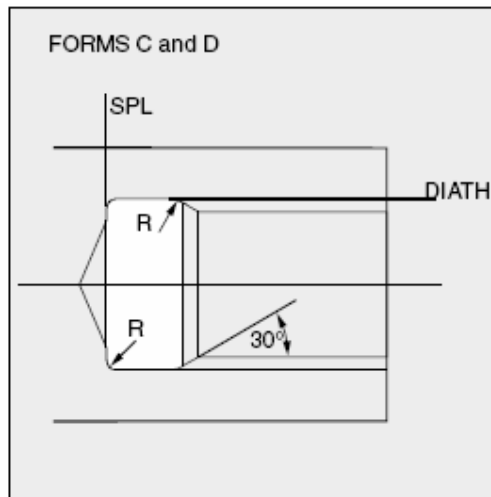
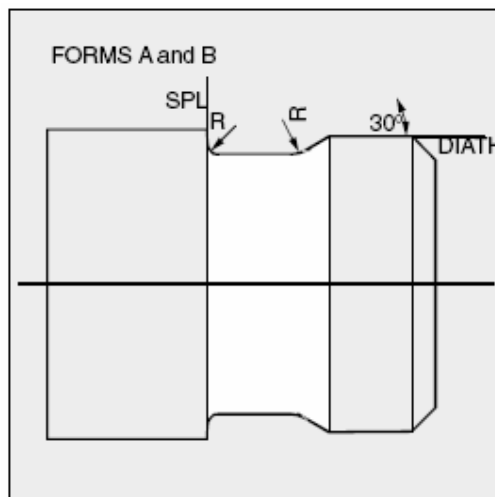


گاه پیچ زنی در سیستم زمینس:

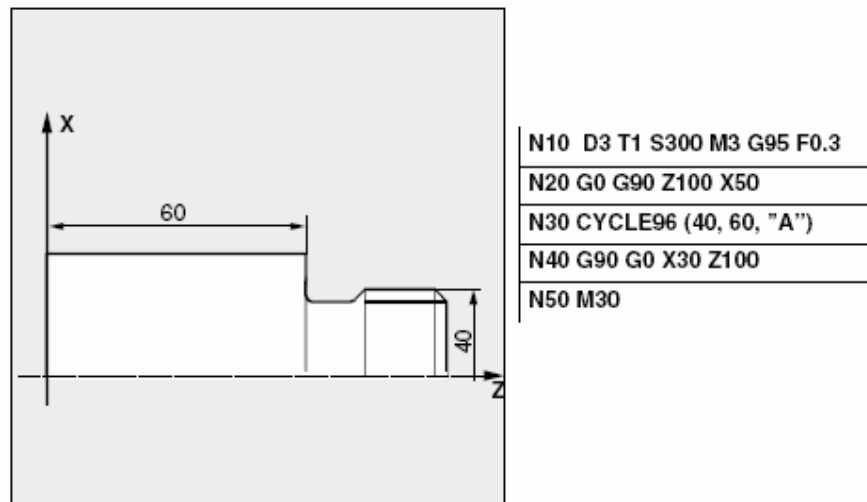
CYCLE96 (DIATH, SPL, FORM)



DIATH	Nominal diameter of the thread
SPL	Starting point of the correction in the longitudinal axis
FORM	Definition of the form Values: A (for form A) B (for form B) C (for form C) D (for form D)



مثال:



سیکلهای زیادی در دستگاههای کنترل عددی وجود دارد که از توضیح آنها معذورم ولی به نام چند مورد از آنها را بیان می‌کنیم که عبارتند از:

انواع سیکلهای شیار زنی ، انواع سیکل های سوراخکاری، انواع سیکلهای پاکت تراشی یا حفره تراشی ، انواع سیکلهای پیچ بری و

از دستورات دیگری که می‌توان بهره جست می‌توان از دستوراتی همچون `mirror` ، `scaling` ، `coordinate` `rotation` که دستورات فوق العاده پر کاربرد هستند نام برد که به شرح زیر است:

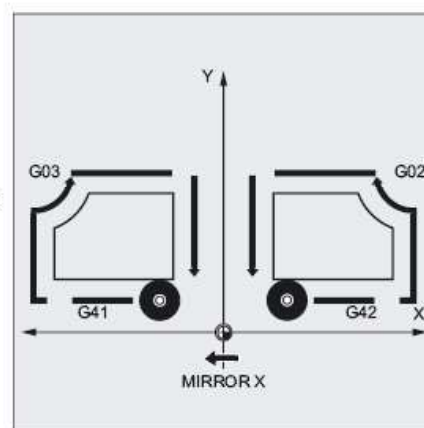
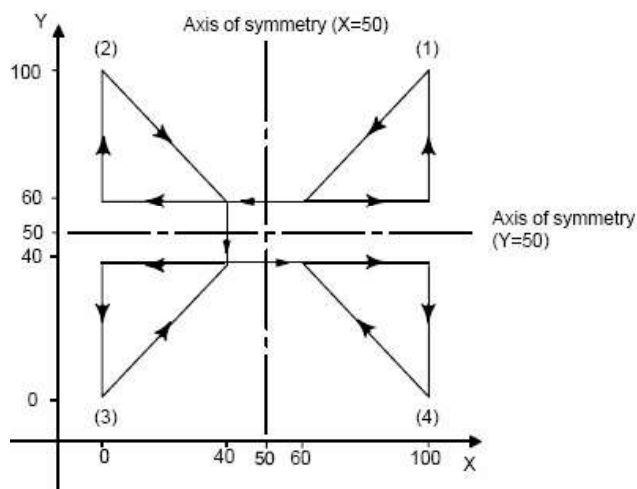
آینه کاری:

در سیستم زمینس:

MIRROR X0 Y0 Z0

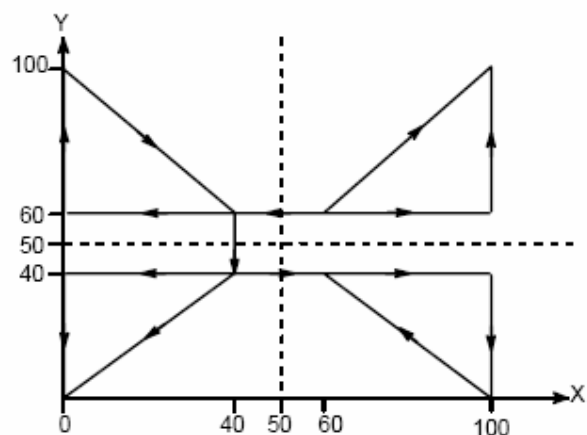
در سیستم فانوک:

G51 X... Y... Z... I... J... K...



در بعضی دستگاهها از کدهای M71 و M72 استفاده می‌شود و برای کنسل کردن آنها از کد M70 استفاده می‌شود.

از کد G51 برای بزرگنمایی یا کوچک نمایی نیز می‌توان استفاده نمود
 برای کنسل کردن کد G51 از کد G50 استفاده می‌شود
 مثال:



Subprogram

O9000 ;

G00 G90 X60.0 Y60.0;

G01 X100.0 F100;

G01 Y100.0;

G01 X60.0 Y60.0;

M99;

Main program

N10 G00 G90;

N20 M98 P9000;

N30 G51 X50.0 Y50.0 I-1000 J1000;

N40 M98 P9000;

N50 G51 X50.0 Y50.0 I-1000 J-1000;

N60 M98 P9000;

N70 G51 X50.0 Y50.0 I1000 J-1000

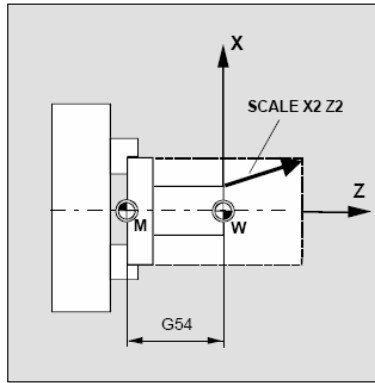
N80 M98 P9000;

N90 G50;

بزرگنمای و کوچک نمایی:

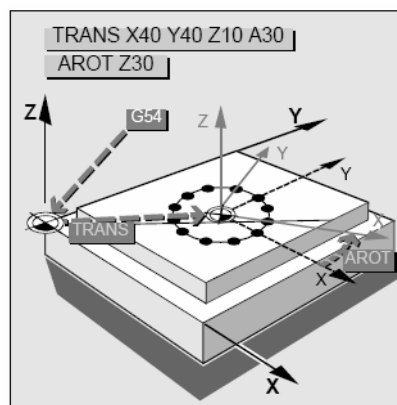
در سیستم زیمنس :

SCALE X... Y... Z...



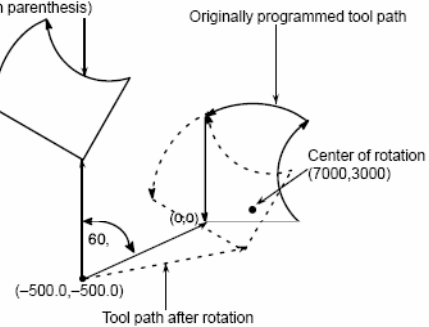
چرخش محورهای مختصات :

یک مثال برای هر کدام از سیستم های زمینس و فانوک



```
N1 G92 X-5000 Y-5000 G69 G17 ;
N2 G68 X7000 Y3000 R60000 ;
N3 G90 G01 X0 Y0 F200 ;
  (G91X5000Y5000)
N4 G91 X10000 ;
N5 G02 Y10000 R10000 ;
N6 G03 X-10000 I-5000 J-5000 ;
N7 G01 Y-10000 ;
N8 G69 G90 X-5000 Y-5000 M02 ;
```

Tool path when the incremental command is designated in the N3 block (in parenthesis)



از کد G69 برای کنسل کردن کد G68 استفاده می شود

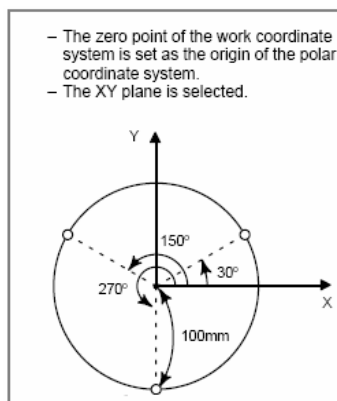
از کد G52 برای انتقال نقطه صفر در داخل برنامه استفاده می شود

G52 X... Y... Z...

برای کنسل کردن کد G52 از کد G53 استفاده می کنیم

G53 X0 Y0 Z0

یک مثال برای برنامه نویسی در سیستم مختصات دهی قطبی:



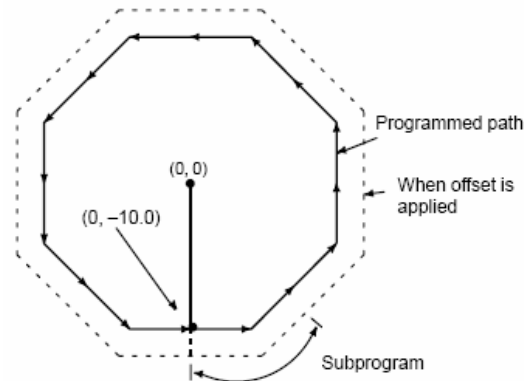
- The zero point of the work coordinate system is set as the origin of the polar coordinate system.
- The XY plane is selected.

```

N1 G17 G90 G16 ;
N2 G81 X100.0 Y30.0 Z-20.0 R-5.0 F200.0 ;
N3 Y150.0 ;
N4 Y270.0 ;
N5 G15 G80 ;

```

برای کنسل کردن کد G16 از کد G15 استفاده می‌کنیم
یک مثال برای کدهای چرخش محورهای مختصات:



```

G92 X0 Y0 G69 G17;
G01 F200 H01 ;
M98 P2100 ;
M98 P072200 ;
G00 G90 X0 Y0 M30 ;
O 2200 G68 X0 Y0 G91 R45.0 ;
G90 M98 P2100 ;
M99 ;
O 2100
G90 G01 G42 X0 Y-10.0 ;
X4.142 ;
X7.071 Y-7.071 ;
G40 ;
M99 ;

```

به دلیل اینکه اپراتوری دستگاهها معمولاً باهم متفاوت هستند ولی در اصل اصول کار یکی می‌باشد و فرد برنامه نویس و اپراتور با مطالعه کاتالوگ آن دستگاه می‌تواند آن سیستم را بکار اندازد

فصل سوم

معرفی نرم افزار شبیه ساز

**swansoft simulation
software**

مقدمه

این نرم افزار یکی از نرم افزارهای بسیار خوب برای آموزش برنامه نویسی و اپراتوری دستگاههای CNC تراش و فرز می باشد و فردی که با این نرم افزار آموزش می بیند در یک محیط کاملاً مجازی کار کردن با یک دستگاه را تجربه می کند به این ترتیب که تمام مراحل که در یک دستگاه با یک کنترل خاص انجام می شود در این نرم افزار نیز باید انجام شود تا به هدف نهایی برسد به طور مثال در تولید قطعه در دستگاههای واقعی به دلیل وجو میکرو سوئیچها مثلاً در بسته بودن درب ماشین که در صورتی که بخواهیم قطعه کار به صورت اتوماتیک تولید شود به دلایل امنیتی اپراتور درب ماشین باید بسته شود تا ماشین شروع بکار کند و در صورت باز بودن درب ماشین اگر کلید استارت را فشار دهیم با یک اختار مبنی بر باز بودن درب مواجه خواهیم شد که در این نرم افزار هم به همین ترتیب است و مسائل دیگر نیز عین دستگاههای موجود می باشد

لازم به ذکر است که این نرم افزار مدلهای از سیستمهای نظیر سیستمهای زیر را ساپورت می کند:

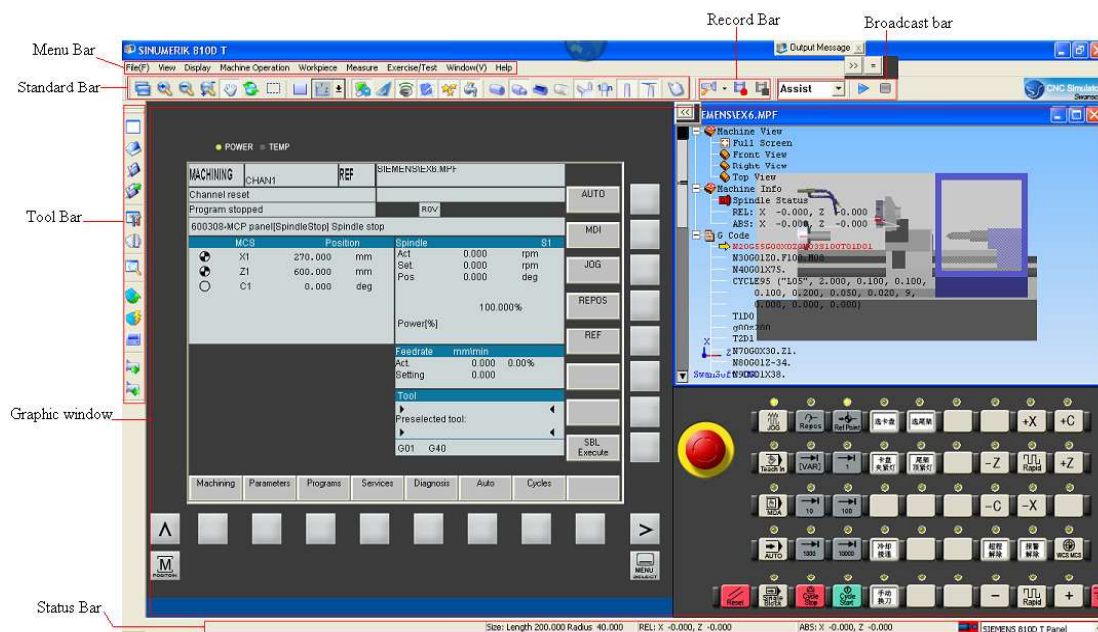
FANUC, SIMUMERIK, MITSUBISHI, GSK, HNK, KND, WA, SKY, HAAS, GREAT, RENHE, FAGOR, DASEN

که در مجموع 60 مدل از سیستمهای فوق را پشتیبانی می کند که در ادامه با توضیح کار با نرم افزار به چند مثال با یکی از آنها نیز آشنا خواهیم شد

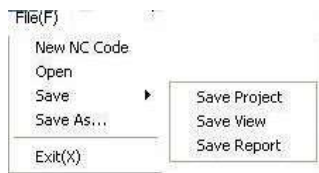
قسمتهای مختلف نرم افزار

این نرم افزار شامل قسمتهای زیر است که به ترتیب توضیح خواهیم داد

Menu Bar, Tool Bar, Status Bar, Standard Bar, Record Bar, Broadcast bar, Graphic window



این منو برای ایجاد و بازکردن و ذخیره فایلها و خروج از برنامه می‌باشد در صورت کلیک بر روی این منو زیر منوی باز می‌شود که در شکل زیر نشان داده شده است



با استفاده از گزینه New NC Code برنامه جاری که در نمودار درختی مشاهده می‌شود پاک شده آماده باز کردن فایل جدید می‌شود

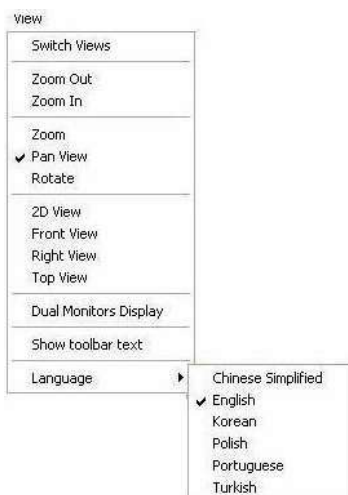
از گزینه Open برای باز کردن فایلها با پسوندهای pj,MPF,SPF,cnc,nc,.txt,ct,wp و اجرا کردن آنها استفاده نمود از این گزینه میتوان برنامه‌هایی که توسط نرم افزارهای CAM/CAD مانند master cam ، power mill ، edge cam، surfcam و ... یا توسط هر کسی که به صورت فایل متنی تهیه شده برای تست برنامه به صورت شبیه سازی از این گزینه استفاده نمود

با کلیک بر روی گزینه Save زیر منوی دیگری باز می‌شود که از گزینه Save Project برای ذخیره کل پروژه می‌توان استفاده کرد به این ترتیب که با کلیک بر روی این گزینه یک dialog box با عنوان Save ظاهر می‌شود مبنی بر اینکه کدام عملیات ذخیره شود در صورت انتخاب موارد و تایید با کلیک بر روی Ok جعبه محاوره دیگری برای ذخیره فایل مسیر مورد نظر را از ما جویا می‌شود و با انتخاب مسیر و نام فایل و کلیک بر روی Save فایل مورد نظر ذخیره می‌گردد از گزینه Save View برای ذخیره صفحه نمایش دستگاه به صورت عکس می‌توان استفاده کرد و از گزینه Save Report برای ذخیره اطلاعاتی همچون ابعاد قطعه‌کار، جنس قطعه کار، برنامه قطعه کار، نمایی از وضعیت ماشین و ... با پسوند htm استفاده نمود

گزینه Save As... همان وظیفه Save را انجام می‌دهد با این تفاوت که فایل جاری را با نام متفاوت ذخیره می‌کند از گزینه Exit برای خروج از برنامه استفاده می‌شود

منوی View

از این منو همانند دیگر نرم افزارهای می‌توان برای تغییر در نمای دید و بزرگنمایی و کوچنمایی دید استفاده کرد به ایت ترتیب که در صورت کلیک بر روی این منو زیر منوی باز می‌شود که در شکل زیر نشان داده شده است



از گزینه Switch Views برای تغییر نحوه آرایش صفحه نمایش استفاده می‌شود توضیح اینکه به علت اینکه تمام پنل یا صفحه کلید دستگاه بر روی صفحه نمایش قابل رویت است و به دلیل کمبود فضا نمی‌توان همه آنها را یکجا مشاهده کرد برای مشاهده هر قسمت با استفاده از این دستور می‌توان نحوه چیدمان آن را تغییر داد به طور مثال صفحه کامل دستگاه با سیستم sinumerik 840 در زیر نشان داده شده است که به دلیل کمبود فضا در تصویر فضای نرم افزار در بالا توضیح داده شده است به صورت یکجا مشاهده نمی‌شود و برای مشاهده هر قسمت می‌توانت از این دستور کمک گرفت

البته لازم به توضیح است که پنل دستگاه طوری طراحی شده است که در موقع برنامه نویسی و اپراتوری دو قسمت مجزای پنل نیاز به مشاهده است و این نگرانی که باید هر دفعه صفحات را تغییر دهیم بر طرف خواهد شد



از دستورات Zoom In و Zoom Out به ترتیب برای بزرگنمایی و کوچکنمایی صفحه نمایش دستگاه بکار می‌رود
از دستورات Zoom و Pan View و Rotate به ترتیب برای تغییر مقیاس نمای دید صفحه نمایش و از تغییر و جابجایی دستگاه در صفحه نمایش ماشین و دوران یا چرخش دستگاه در صفحه استفاده کرد
از دستورات 2D View و Front View و Right View و Top view به ترتیب برای تبدیل صفحه نمایش به حالت دو بعدی و دید از نمای جلو و راست و بالا استفاده می‌شود
اگر دستور Show Toolbar text فعال باشد و دارای علامت تیک باشد تمامی نوار ابزارها که به صورت میانبر با آیکونهای نمایش داده می‌شود همراه با نوشته نشان داده خواهند شد که زیاد جالب نیست

و آخرین گزینه از منوی View گزینه Language است که برای تغییر زبان نرم افزار از آن می‌توان بهره جست که به صورت پیش‌فرض به صورت انگلیسی است

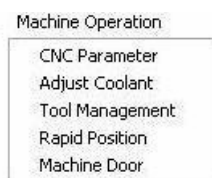
منوی Display

در صورت کلیک بر روی این منو زیر منوی باز می‌شود که با توجه به اینکه تمام این دستورات در منوی Standard موجود و چون کاربرد آنها در آن منو به راحتی انجام می‌گیرد در آن قسمت توضیح داده خواهد شد



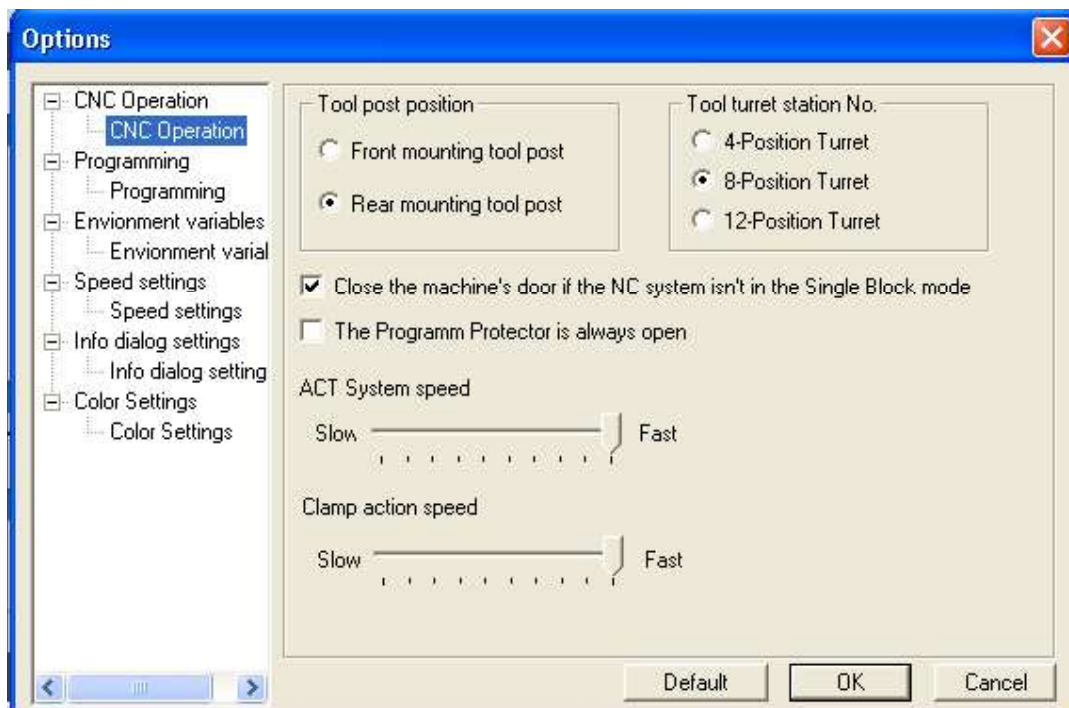
منوی Machine Operation

از این منو برای عملیاتی که روی دستگاه انجام می‌شود استفاده می‌شود که در صورت کلیک بر روی این منو زیر منوی باز می‌شود که در زیر به شرح آن می‌پردازیم



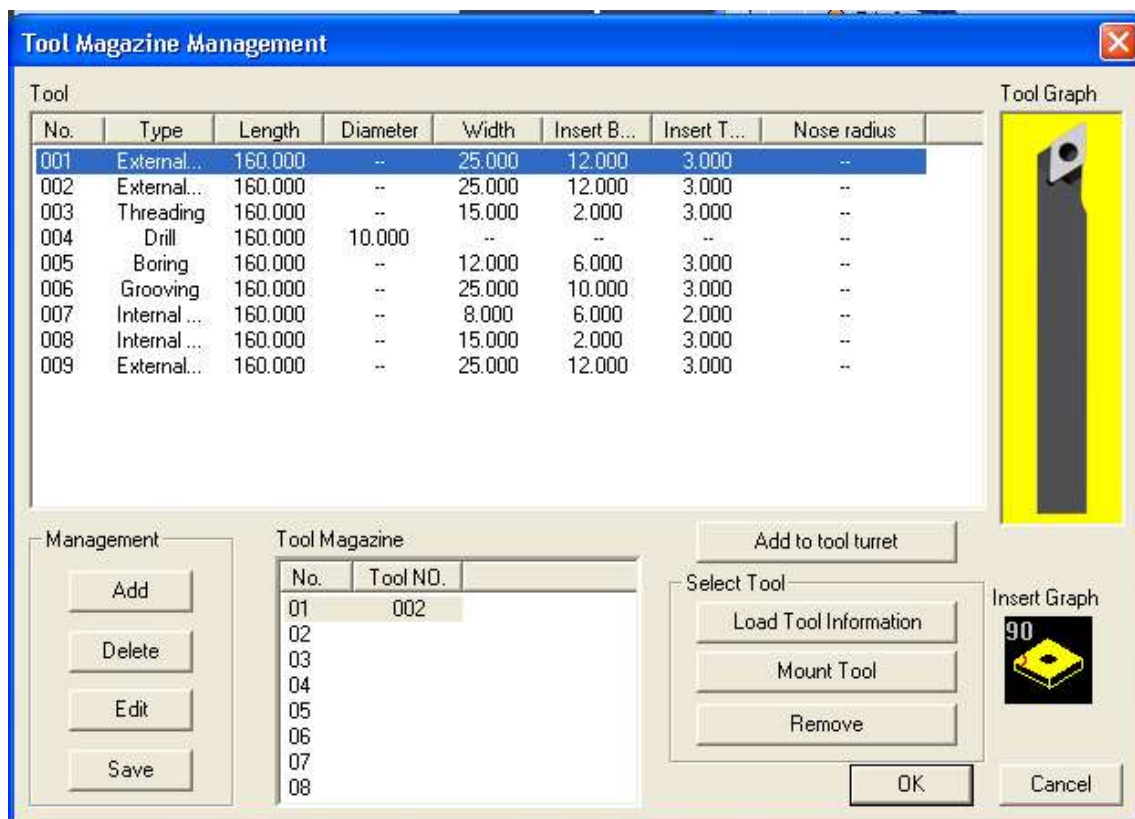
گزینه CNC Parameter مربوط به تنظیمات ساختاری دستگاه است که با کلیک بر روی این گزینه یک صفحه محاوره‌ای باز می‌شود که در نمودار درختی در گزینه CNC Operation تنظیمات مانند نوع بستر استفاده در ماشین که به صورت مایل باشد یا افقی را انتخاب می‌کنیم و همچنین تعداد ایستگاه یا ابزای که می‌توان روی ابزارگیر یا تارت بست تعیین می‌کنیم

در قسمت‌های دیگر مانند تنظیمات برنامه و سرعت عمل و همچنین رنگ که در نمودار درختی وجود دارد به حال پیش فرض قرار می‌دهیم و فقط با گزینه اول که به دلیل اینکه بیشتر دستگاهها به صورت بستر مایل هستند برای تغییر این مورد که نرم افزار به صورت پیش‌فرض به حالت افقی است را تغییر می‌دهیم



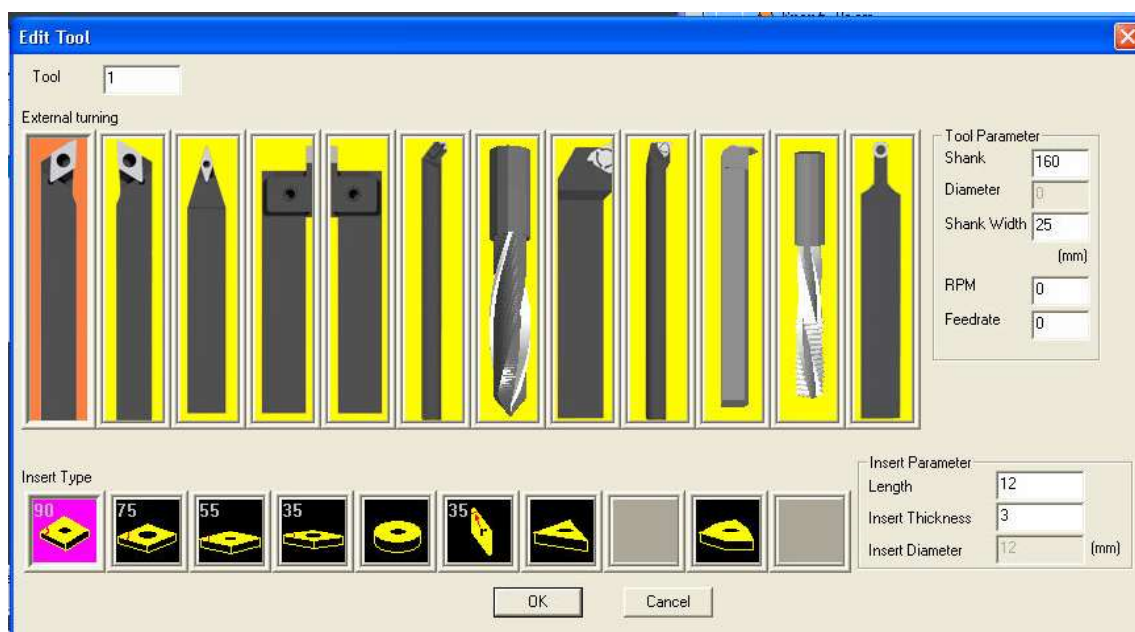
از گزینه Adjust Coolant از منوی Machine Operation برای تنظیمات جهت شیلنکهای خنک کاری می‌توان استفاده کرد

از گزینه Tool Management از منوی Machine Operation برای تعریف و نصب ابزار استفاده می‌شود که با کلیک بر روی این گزینه صفحه محاوره‌ای Tool Magazine Management ظاهر خواهد شد



برای نصب هر ابزار در دستگاه روی ابزار مورد نظر در قسمت tool در صفحه محاوره‌ای با کلیک بر روی آن و کلیک بر روی گزینه Add to tool turret و انتخاب شماره ایستگاه ابزار در آن موقعیت نصب خواهد شد و همچنین برای حذف یا باز کردن ابزار از ابزارگیر نیز از با انتخاب ابزار از قسمت tool magazine و کلیک بر روی remove ابزار از ابزار گیر حذف می‌شود

اگر در صورتی که ابزاری در این قسمت موجود نباشد با استفاده از گزینه های قسمت Management می‌توانید ابزار جدید ایجاد کنید یا ابزار های موجود را حذف یا ویرایش و ذخیره کنید و همچنین برای ویرایش هر ابزار می‌توان بر روی آن دوبار کلیک کرده تا صفحه محاوره‌ای دیگری باز شود و تنظیمات لازم را انجام دهید



و در پایان بر روی گزینه Ok کلیک کنید

از گزینه Machine Door از منوی Machine Operation برای باز و بستن ماشین استفاده می‌شود

منوی Workpiece

در صورت کلیک بر روی این منو زیر منوی باز می‌شود که برای تنظیمات قطعه کار می‌باشد



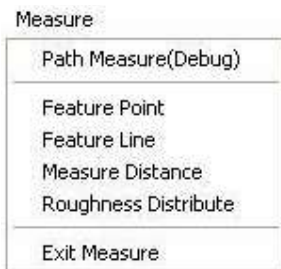
از گزینه Stock size برای تعیین کردن ابعاد قطعه کار استفاده می‌شود

از گزینه های Clamp Position Out/In به منظور بالا و پایین کردن قطعه در فرز و راست و چپ کردن قطعه در

سه نظام دستگاه تراش استفاده می‌شود

منوی Measure

در صورت کلیک بر روی این منو زیر منوی باز می‌شود که برای اندازه‌گیری مسیر و خط و فاصله و همچنین زبری نیز به کار می‌رود که در فصل اپراتوری به طور مفصل توضیح داده خواهد شد



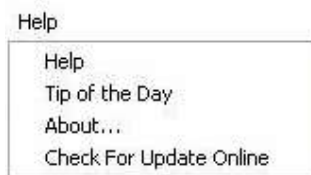
منوی Window

در صورت کلیک بر روی این منو زیر منوی باز می‌شود برای نمایش نوار ابزارها بکار می‌رود



منوی Help

در صورت کلیک بر روی این منو زیر منوی باز می‌شود که برای کمک گرفتن و اطلاعاتی در مورد نرم افزار را به ما می‌دهد



Tool Bar



ایجاد یک فایل NC که در قسمت منوی File توضیح داده شده است: Create NC file

باز کردن فایل ذخیره شده که در قسمت منوی File توضیح داده شده است: Open saved file(Eg. NC file)

ذخیره فایل جاری که قسمت منوی File توضیح داده شده است: Save file(Eg. NC file)

ذخیره فایل جاری با عنوان جدید که در قسمت منوی File توضیح داده شده است: Save as

تنظیمات ماشین که در منوی Machine Opretion توضیح داده شده است: Machine Parameters

تنظیمات ابزار که در منوی Machine Opretion توضیح داده شده است: Magazine Management

 Workpiece Display mode : این دستور باعث می‌شود که در صفحه نمایش ماشین فقط قطعه کار و دستگاه مرگ نمایش داده می‌شود و بقیه اجزای ماشین بصورت مخفی در می‌آیند که این دستور شبیه دستور Show Machine از منوی Display است با این تفاوت که در آن دستور تارت و اسپیندل نیز مشاهده می‌شود

 Select raw size, coordinate : این دستور مربوط به تنظیمات قطعه کار و نحوه بستن آن است که در منوی Workpiece توضیح داده شده است

 Open/Close machine door : برای باز و بستن درب ماشین به کار می‌رود

Standard Bar



 Screen Arrangement:change screen show in fixed order : از این ابزار همانطور که در منوی View توضیح داده شد برای تغییر نحوه آرایش صفحه نمایش استفاده می‌شود

 Zoom out : دستور بزرگنمایی

 Zoom in : دستور کوچک نمایی

 Zoom : دستور تغییر مقیاس تصویر

 Pan : برای جابجایی تصویر در صفحه نمایش

 Rotate : برای دوران ماشین در صفحه نمایش

 X-Z : نمای دید از صفحه x-z

 Y-Z : نمای دید از صفحه y-z

 Y-X : نمای دید از صفحه y-x

 Show Machine shell : با این دستور بدنه در هر بار استفاده دستگاه مخفی یا ظاهر می‌شود و قطعه کار و دستگاه مرگ و تارت و اسپیندل در حالت نمایش باقی می‌مانند

 Measure : ابزار اندازه گیری است که در نقطه صفر گیری و آفست گیری ابزار های کاربرد دارد

 Sound : روشن و خاموش کردن صدای ناشی از انجام عملیات در دستگاه

 Show coordinate : در صورت فعال بودن محورهای موجود در فضا نمایش داده خواهد شد

 Show coolant : در صورت فعال بودن شیلنکهای مربوط به سیستم خنک کاری در صفحه نمایش دیده می‌شوند

 Show part : در صورت غیر فعال بودن قطعه کار مخفی خواهد بود

فعال و غیر فعال بودن این دستور باعث شفاف و غیر شفاف شدن دستگاه می‌شود  Show transparency

در صورت فعال بودن باعث ظاهر شدن دستگاه تعویض اتوماتیک ابزار می‌شود  Show ACT

در صورت استفاده از این ابزار شماره ایستگاههای ابزارگیر به صورت اعداد در صفحه نمایش ماشین نشان داده خواهد شد  Show Tool Set No.

در صورت فعال بودن ابزارهای نصب شده در تارت نمایش داده خواهد شد ولی در صورت غیر فعال بودن حتی در صورتی که در ابزارگیر هم ابزاری وجود داشته باشد به صورت مخفی خواهند بود و دیده نخواهند شد  Show Tool

در صورت فعال بودن باعث می‌شود که مسیر حرکت ابزار که در برنامه هست به صورت سیمی در صفحه مربوط به نمایش ماشین نمایش داده شود  Show Trace

Record Bar: از این نوار ابزار می‌توان برای ضبط فیلم های برای کاربردهای متفاوت مثلا برای آموزش استفاده کرد.



Record settings  : تنظیمات مربوط به ضبط فیلم که می‌توان محدوده ای که باید از آن فیلم گرفته شود باید مشخص گردد

Begin record  : شروع ضبط فیلم که در صورت استفاده تصاویر از محدوده مشخص کرده را به صورت فیلم تهیه می‌کند

Stop record  : توقف ضبط

Broadcast bar : از این نوار ابزار برای پخش فیلمهای ذخیره شده استفاده می‌شود



Begin/Stop Teach-In  : پخش و توقف فیلم

Graphic window : این قسمت شامل صفحه نمایش ماشین به صورت انیمیشن و مانیتور دستگاه و پنلهای دستگاه می‌باشد

Status Bar: همان طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود این نوار اندازه قطعه و موقعیت ابزار را به صورت نسبی و مطلق نمایش می‌دهد

Size: Length 200.000 Radius 40.000 REL: X -1.205, Z -1.205 ABS: X -1.205, Z -1.205 SIEMENS 810D T Panel

فصل چہارم

ایر اتوری سیستم

SINUMERIK 810/840 T

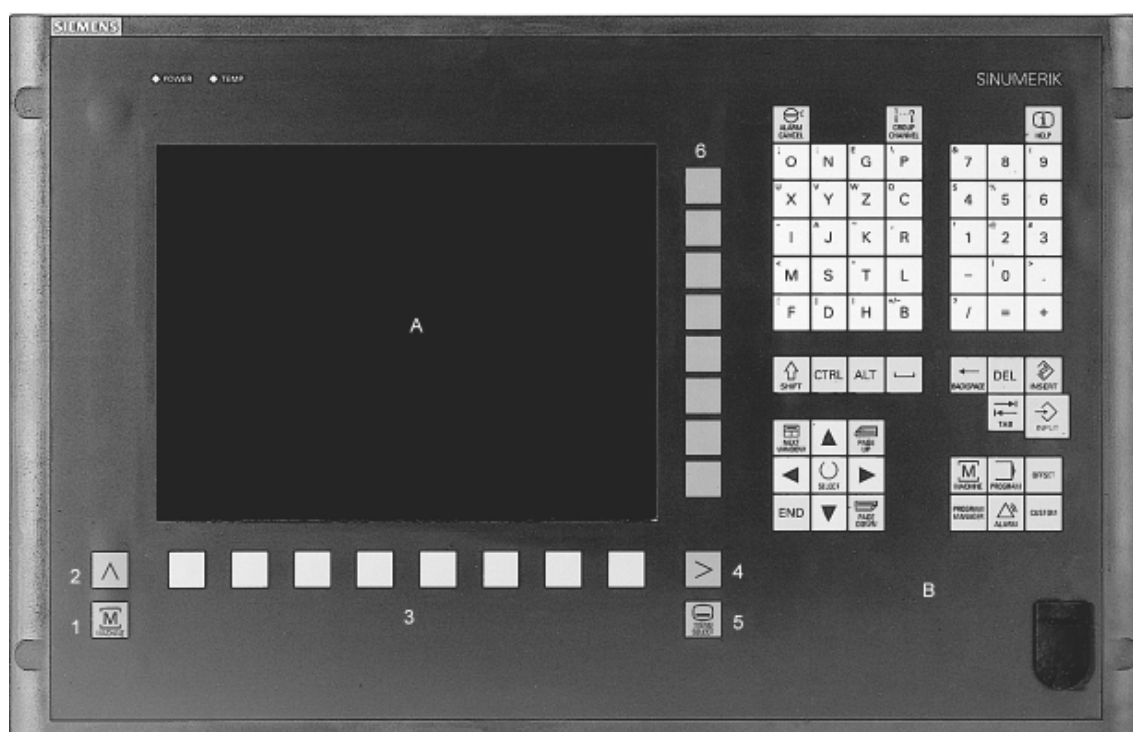
پنل

با توجه به اینکه توضیح مفصل نیاز به زمان بیشتری است و در این فصل به صورت مختصر پنل این سیستم توضیح داده خواهد شد و در نهایت با چند نقشه به صورت مثال مراحل کار را توضیح خواهیم داد که این مراحل به صورت فیلم نیز در یک لوح فشرده به طور ضمیمه ارائه خواهد شد

این سیستم همانطور که در تصاویر قبلی نیز آمده بود دارای یک پنل هست که این پنل وسیله ارتباط اپراتور با ماشین است که از یکسری کلید ها و سلکتورها و سوکت ها تشکیل شده است که به شرح آنها می‌پردازیم

پنل اپراتور

این پنل در مدل‌های مختلفی از شرکت سازنده ارائه گردیده است و با توجه به اینکه در نرم افزار فوق مدل OP 010 بکار رفته و به همین دلیل ما نیز به شرح آن می‌پردازیم این پنل همانطور که در شکل آمده است شامل دو قسمت صفحه نمایش و کلیدهای الفبا و اعداد و کلید های تصحیح و کلید های مکانما و کلید های میانبر است



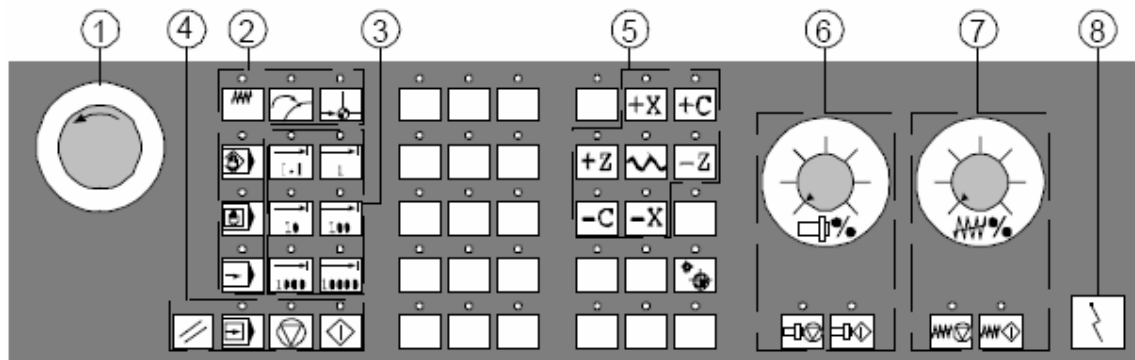
A صفحه نمایش- B کلیدهای اعداد و الفبا، اعداد، تصحیح، میانبر

1- کلید ماشین، 2- کلید Recall یا فراخوانی 3- کلید های نرم افزاری افقی 4- کلید گسترش یا غیره 5- کلید تعویض 6- کلید های نرم افزاری عمودی

این کلیدها به هنگام نوشتن یا ویرایش و مواردی که نیاز به نوشتن است استفاده می‌شود و چند کلید برای دسترسی سریع به صورت میانبر در این پنل طراحی شدند که به دلیل ساده بودن از و با توجه به اینکه در مثالها استفاده خواهند شد توضیح را به قسمت مثالها ارجاع می‌دهیم

پنل کنترل ماشین

از این پنل برای عملیاتی روی ماشین استفاده می‌شود عملیاتی همچون استارت برنامه برای شروع، حرکت محوها به صورت دستی، دور دادن به محور اصلی در حالت دستی، تغییر درصد پیشروی و دور و ... اشاره کرد قسمتهای مختلف این پنل را در شکل زیر نشان داده شده است



- 1- شستی اضطراری یا Emergency : از این شستی در مواقع خطر و هنگام خاموش کردن دستگاه استفاده می‌شود
- 2- کلید های انتخاب مد یا محیطهای ماشین : این قسمت شامل شش محیط یا مد مجزا است که موارد استفاده هر قسمت باهم متفاوت است
- JOG : در این محیط میتوان محورهای حرکتی دستگاه را به وسیله کلیدهای قسمت پنج پنل یا توسط هندویل به حرکت درآورد و کار خود را انجام داد
- MDI : در این محیط میتوان یک یا چند سطر را نوشت و اجرا کرد که پس از اجرا برنامه حذف می‌شود و بیشتر برای تست یک فرمان یا کارهای مانند دور دادن و ... استفاده می‌شود
- AUTO: از این محیط برای اجرای برنامه استفاده می‌شود
- Ref Point : از این محیط برای رفرنس کردن یا همان معرفی محورهای حرکتی برای دستگاه که همیشه باید در شروع کار یعنی بعد از روشن کردن دستگاه باید این عمل صورت گیرد به این ترتیب که برای رفرنس کردن هر یک از محورها این کلید را فعال کرده و با فشار کلیدهای حرکتی به صورت تک به تک محورها رفرنس می‌شوند و یا با فشار کلید استارت یا همان Cycle start همه محورها یکجا رفرنس شوند لازم به ذکر است که در صورت رفرنس نبودن ماشین ، دستگاه قادر به هیچ کاری نخواهد شد البته قبل از رفرنس کردن باید شستی Emergency را در جهت فلش آزاد کرده و یکبار کلید Reset را فشار دهیم
- 3- مد تعریف حرکتها با پیشرویهای نسبی : بافعال بودن هر یک از این کلید 1 ، 10 ، 100 ، 1000 ، 10000 محورهای حرکتی با فشار کلید مربوط در بخش پنج پنل به آن این اعداد برد حسب میکرون جابه جا خواهند شد
- 4- کلید های کنترل برنامه

: با این فرمان میتوان برنامه را به صورت سطر به سطر اجرا کرد



: اگر در محیط اتوماتیک قرار داشته باشیم و مراحل انتخاب برنامه را انجام داده باشیم با فشار این کلید برنامه به صورت اتوماتیک اجرا خواهد شد و اگر در صورت فعال بودن کلید Single Block بعد از اجرای هر سطر از برنامه برای اجرای سطر بعدی باید این کلید فشرده شود





: با این کلید می‌توان در صورت نیاز برای توقف برنامه در هر جای از آن برنامه را متوقف و از اجرای آن جلوگیری کرد

کلید Reset : از این کلید برای رفع ایراد اجرایی و یا توقف برنامه در حین اجرا و همچنین برگشت به اول برنامه استفاده کرد

5- کلید حرکتی دستی : با این کلیدها می‌توان در حالت دستی یا JOG محورهای متحرک را به حرکت درآورد که در صورت فشار کلید وسطی یا همان Rapid با کلیدهای حرکتی محورها به طور همزمان محورهای حرکتی با سرعت خرگوشی یا سریع جابجا می‌شوند

6- سلکتور و کلیدهای کنترل دور محور اصلی

اگر در محیط دستی قرار بگیریم و با فشار کلید Spindle Start محور اصلی شروع به چرخیدن می‌کند و در صورت استفاده از کلید Spindle Stop محور اصلی از حرکت با می‌ایستد و با تغییر درصد سلکتور مربوط می‌توان دور اسپیندل را تغییر داد البته این سلکتور در حالت اتوماتیک نیز فعال می‌شود

7- سلکتور و کلیدهای کنترل پیشروی

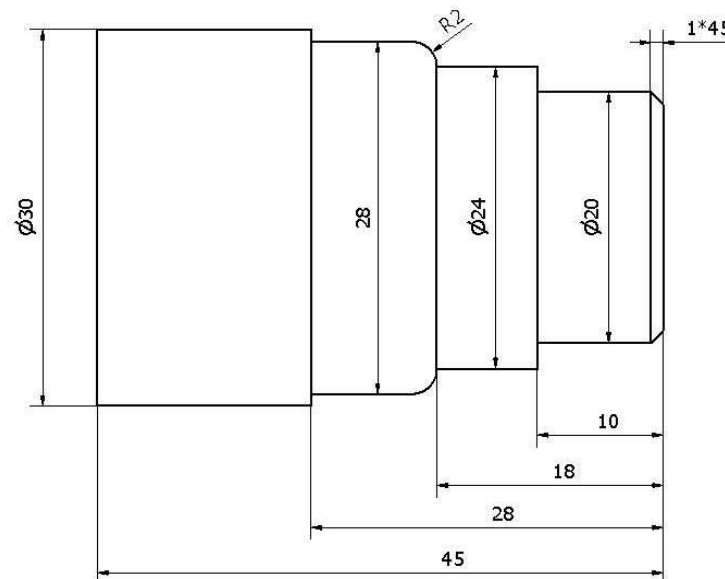
با این کلیدها می‌توان در حالت اتوماتیک حرکت محورها را متوقف و دوباره به راه انداخت و با سلکتور موجود بر حسب درصد میزان پیشروی را تنظیم کرد

8- سوئیچ پزل

از این کلید می‌توان برای قفل برای جلوگیری از ویرایش برنامه ها استفاده نمود

نحوه کار با این نرم افزار به صورت مثال

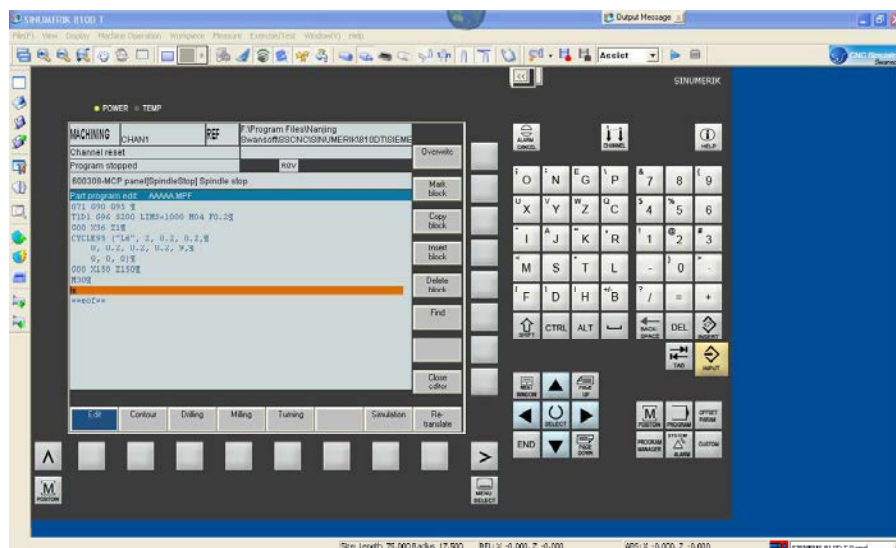
مثال 1: با توجه به نقشه زیر مراحل برنامه نویسی و تنظیمات ابزار و اجرای برنامه را در زیر بیان می‌کنیم:



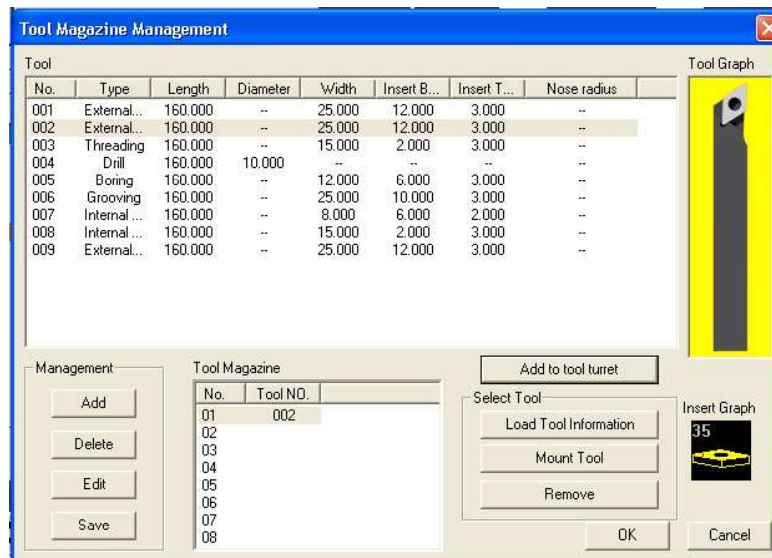
ابتدا با توج به نقشه پیشانی قطعه کار را به عنوان صفر در نظر می‌گیریم و برنامه را نسبت به این نقطه می‌نویسیم برای نوشتن برنامه مراحل زیر را انجام می‌دهیم

کلید MENU SELECT را فشار می‌دهیم و از کلیدهای نرم افزاری افقی کلید Program را انتخاب و از کلیدهای ظاهر شده جدید از کلیدهای نرم افزاری کلید Part Program را انتخاب و از کلیدهای نرم افزاری عمودی کلید New را انتخاب و نام برنامه را تایپ و گزینه Ok را فشار می‌دهیم حال با استفاده از کلیدهای الفبا و اعداد برنامه مورد نظر را تایپ می‌کنیم

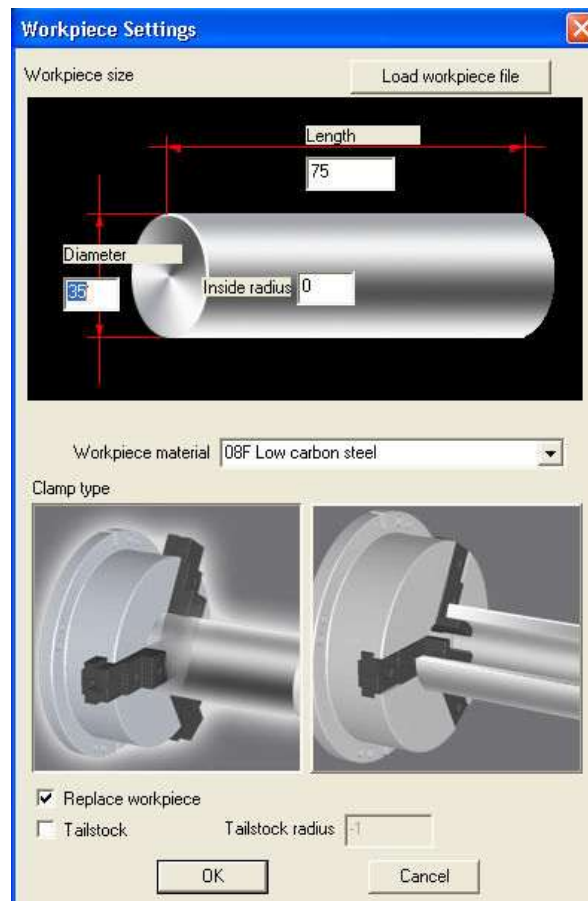
در این قسمت لازم به توضیح است که برای فعال شدن حروف بالایی کلیدها از کلید SHIFT و برای ایجاد فاصله از کلید INPUT برای رفتن به سطر بعدی و برای پاک کردن از کلید DEL یا کلید Backspace استفاده می‌کنیم



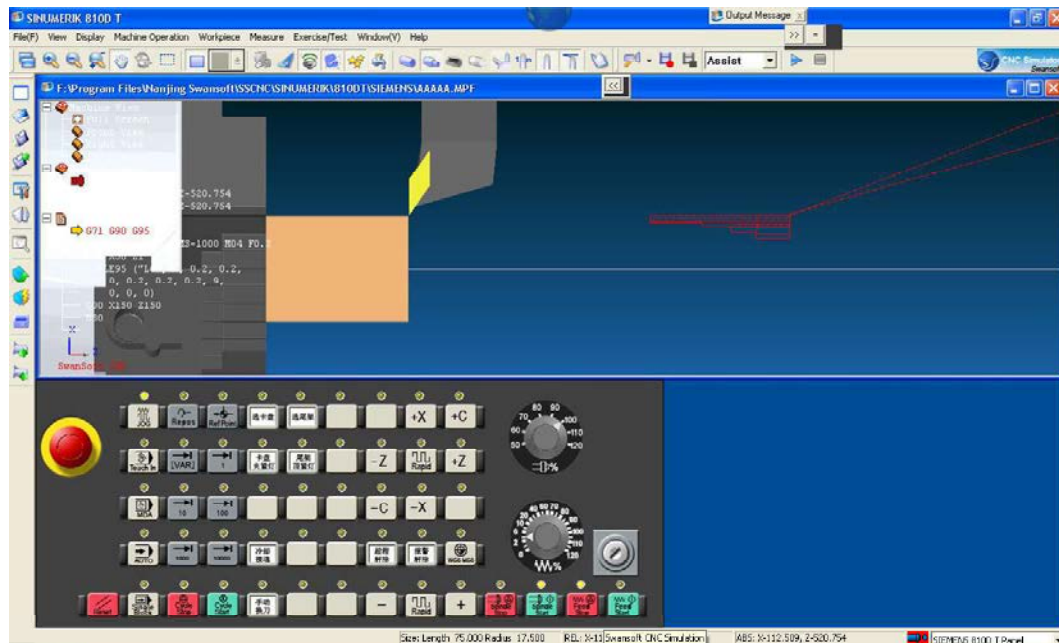
باز شده ابزار مورد نظر را انتخاب و روی آن کلیک کرده و به ترتیب کلیدهای Add to tool turret و گزینه Station 1 و گزینه Mount Tool و Ok را فشار می‌دهیم تا ابزار در تارت در موقعیت 1 ظاهر شود



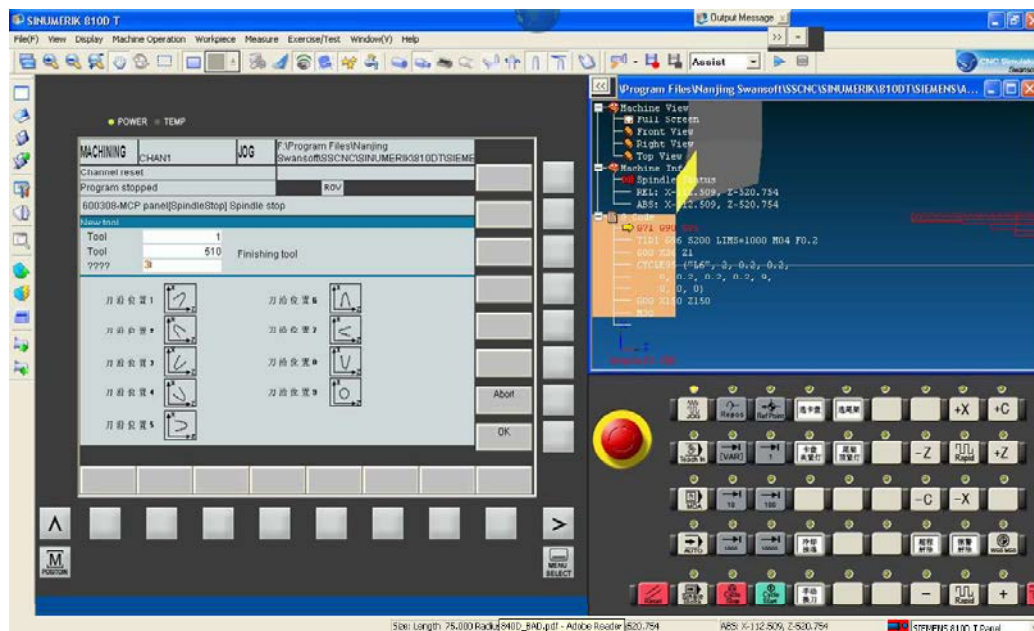
بعد از این مراحل با توجه به نقشه فرض می‌گیریم که قطعه خام در ابعاد مفتول به قطر 35 و طول 75 میلی متر باشد با انتخاب دستور Stock Size از منوی Work Piece با صفحه محاوره ای زیر روبرو می‌شویم و ابعاد و نحوه بستن قطعه کار و جنس قطعه را مشخص می‌کنیم



حال نوبت به آفست گیری ابزار می‌رسد برای این کار در محیط MDI قرار گرفته و دستور S600 M04 را تایپ و استارت می‌کنیم تا محور در جهت خلاف عقربه‌های ساعت به دوران در بیاید سپس در محیط دستی قرار گرفته و با استفاده از کلیدهای حرکتی ابزار را به قطعه کار مماس می‌کنیم

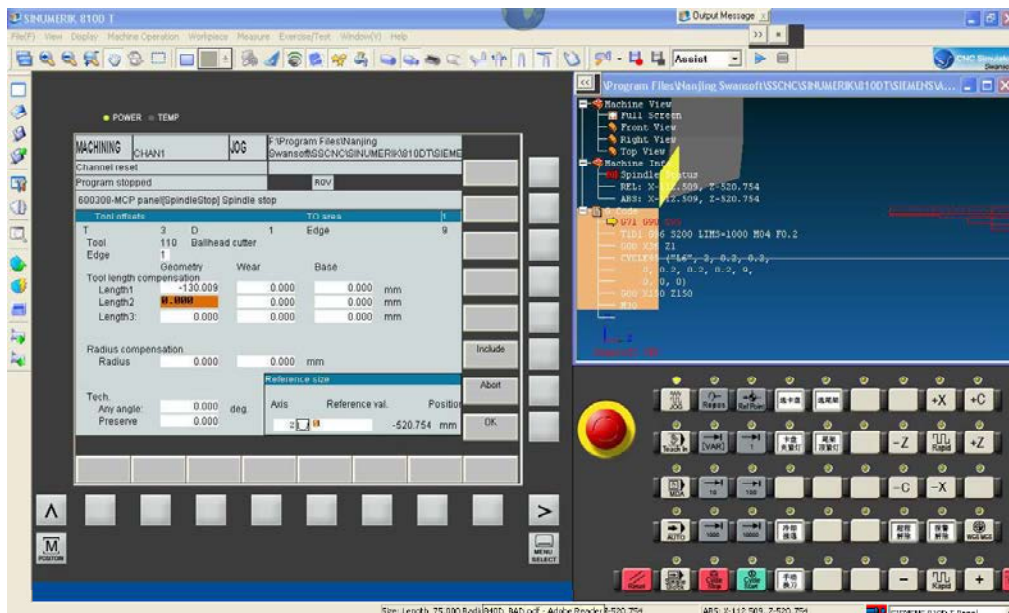


بعد از مماس کردن و توقف اسپیندل و با تغییر پنجره ها به و فشار کلید MENU SELECT و کلید نرم افزاری Parameters و کلید New در صفحه وارد شده شماره نصب ابزار و نوع ابزار را مشخص و تعریف می‌کنیم و کلید Ok را فشار می‌دهیم

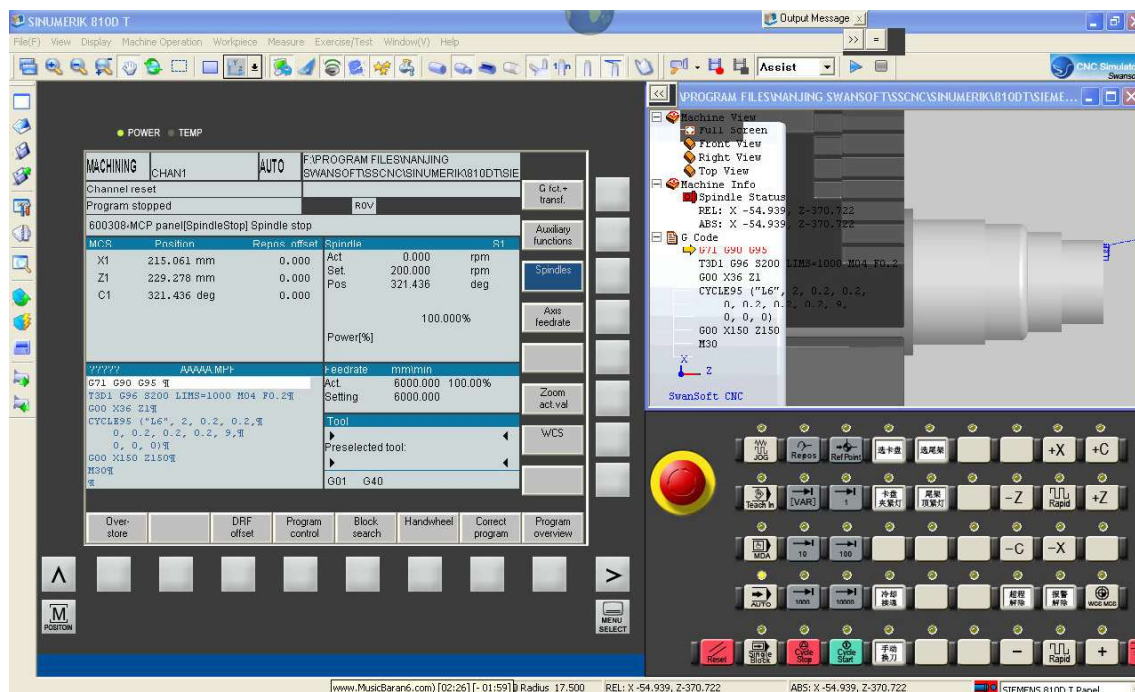


حال د صفحه فعلی مکان نما را بر روی Length1 قرار داده و گزینه Determine Compens انتخاب و به وسیله ابزار Feature point از منوی Measure قطر قطعه را اندازه‌گیری کرده و مقادیر نصف آن را برای X وارد می‌کنیم و در این حال بعد از فشردن کلید Ok مقدار مورد نظر در کادر Length 1 ظاهر می‌شود چون ابزار به صورت همزمان

هم بر قطر و هم بر پیشانی مماس است دیگر لازم نیست دوباره به پیشانی مماس کنیم و در این حال در کادر Length 2 قرار گرفته و گزینه Determine Compens را انتخاب و با استفاده از کلید تغییر حالت که در وسط کلیدهای مکان نما قرار دار حرف X را به Z تغییر و در کادر روبروی آن عدد صفر را تایپ و گزینه Ok را فشار می‌دهیم تا در دو جهت نقطه نوک ابزار نسبت به نقطه مبنای نصب ابزار تعریف شود

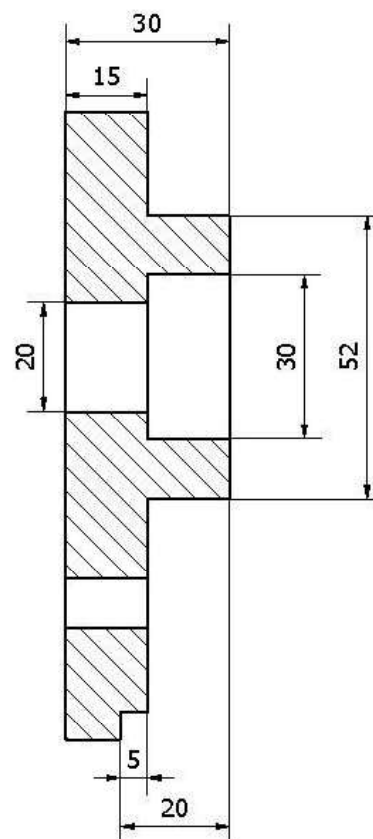
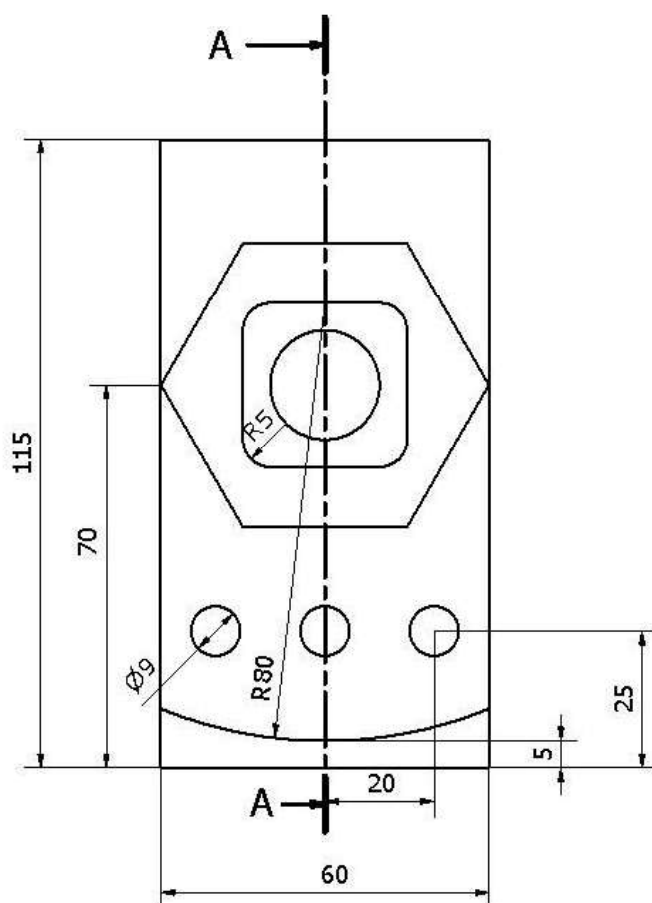
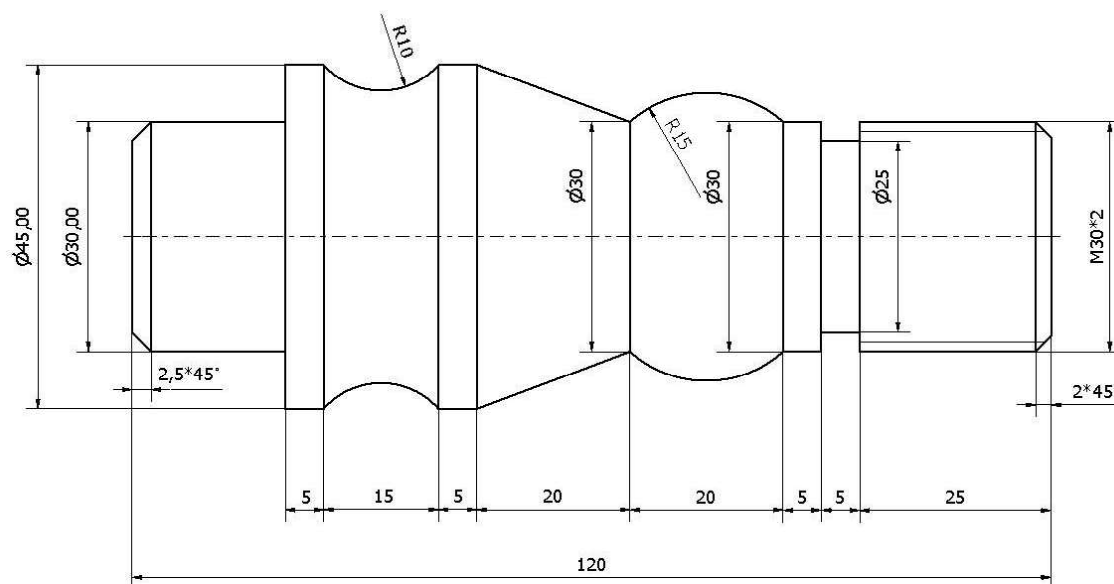


حال تمام تنظیمات تمام شده در این مرحله به قسمت Part program رفته و با استفاده از گزینه های Alter enable برنامه را فعال و با استفاده از گزینه Program select برنامه را برای اجرا فعال می‌کنیم حال در محیط اتوماتیک قرار گرفته و درب ماشین را بسته و با کلید استارت برنامه را اجرا می‌کنیم که بعد اجرا قطعه مورد نظر در شکل زیر به نمایش در آمده

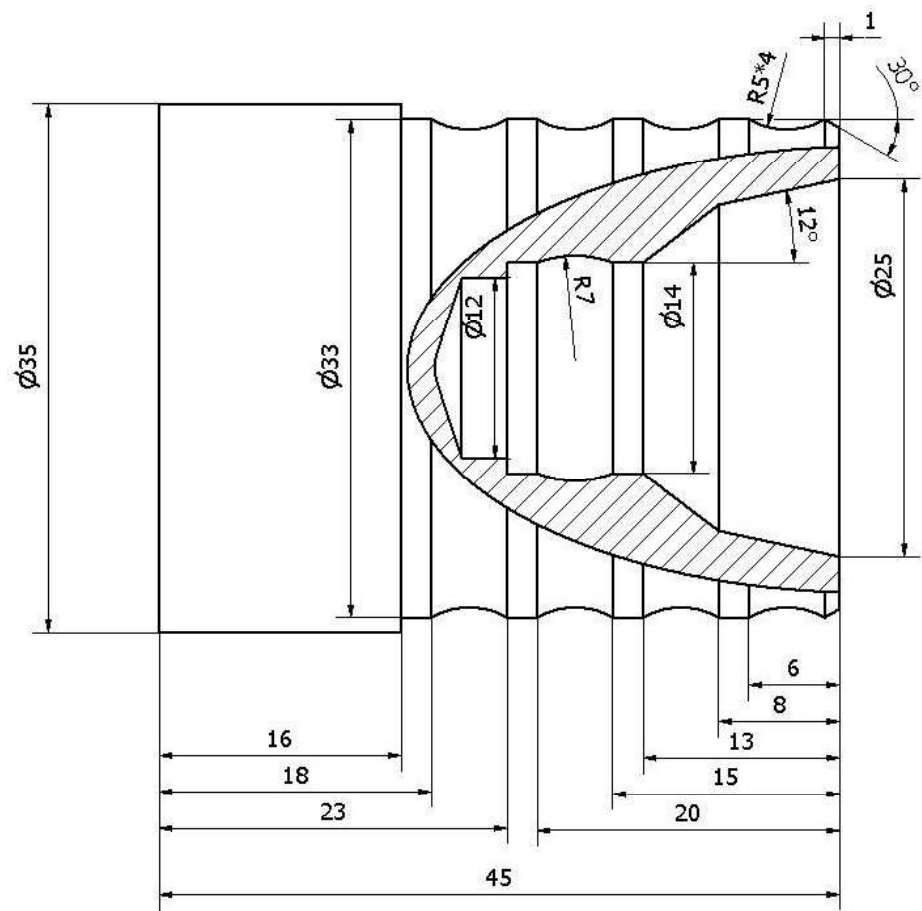


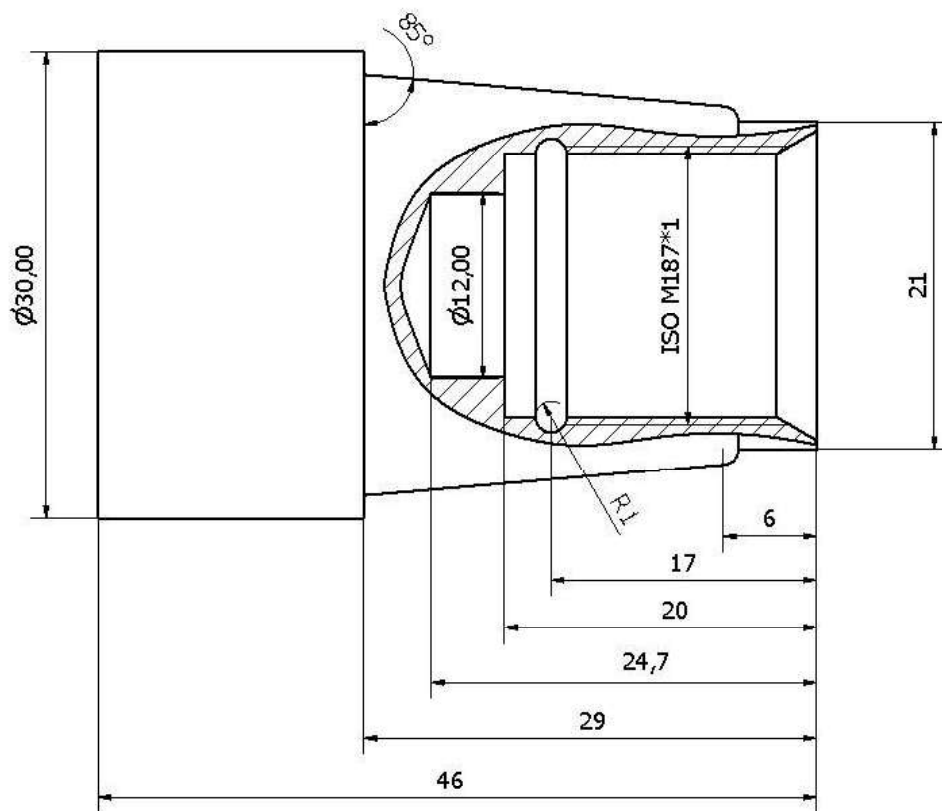
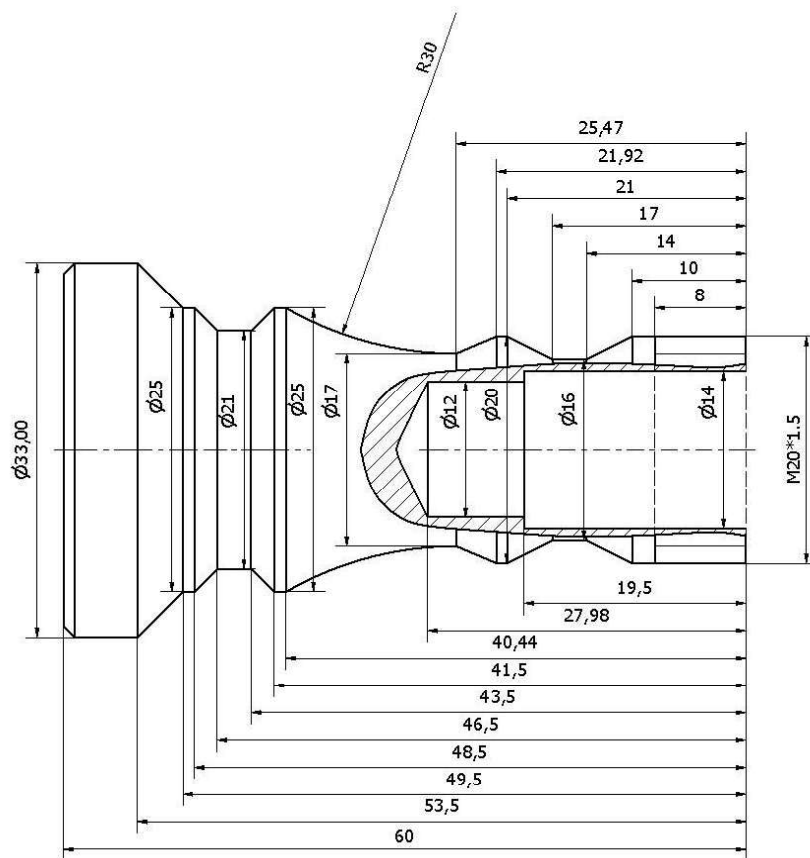
بعد از اتمام برنامه می‌توان از برنامه یک گزارش گرفت که قبلاً توضیح داده شده است با توجه به این که این کار نیاز به کار عملی دارد در ادامه نقشه‌های برای تمرین برای دوستان ارائه می‌دهیم

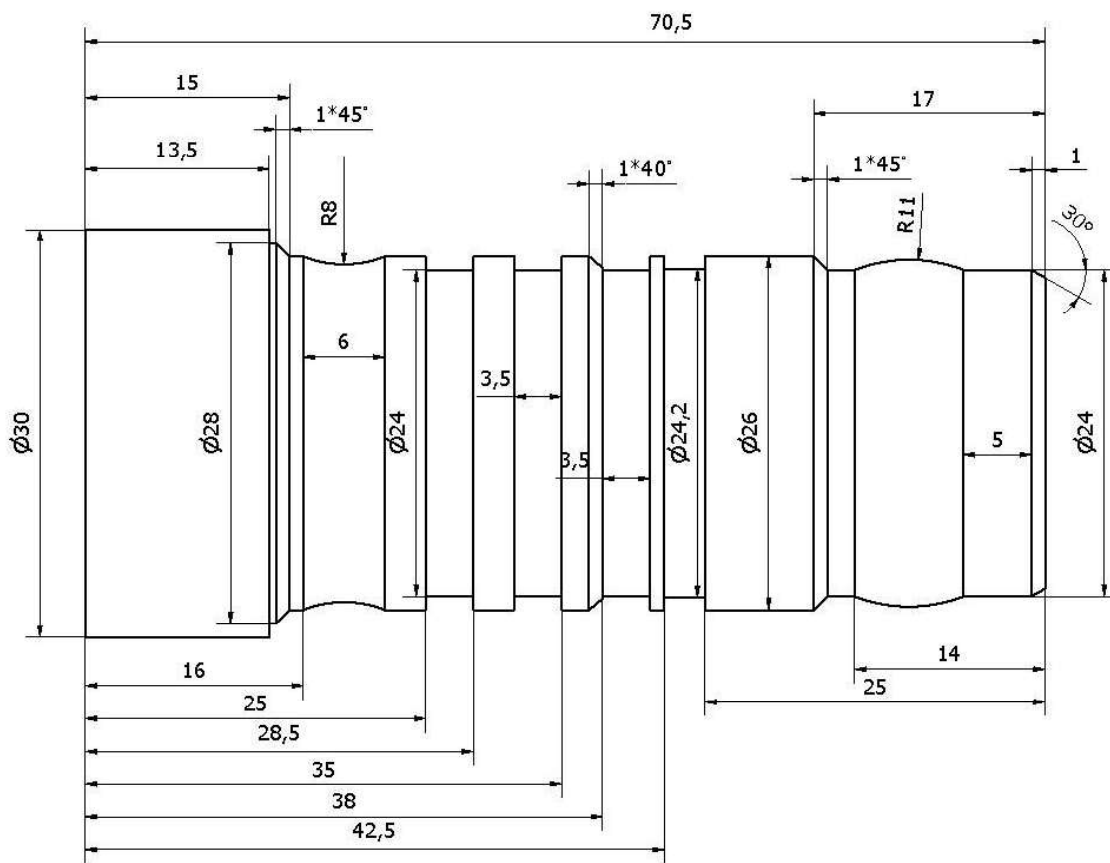
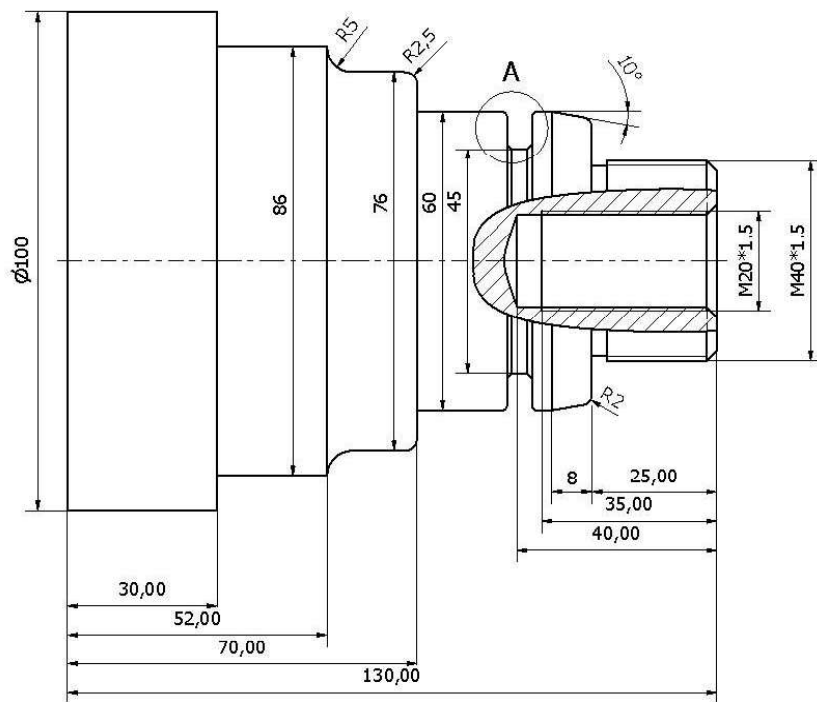
نقشه

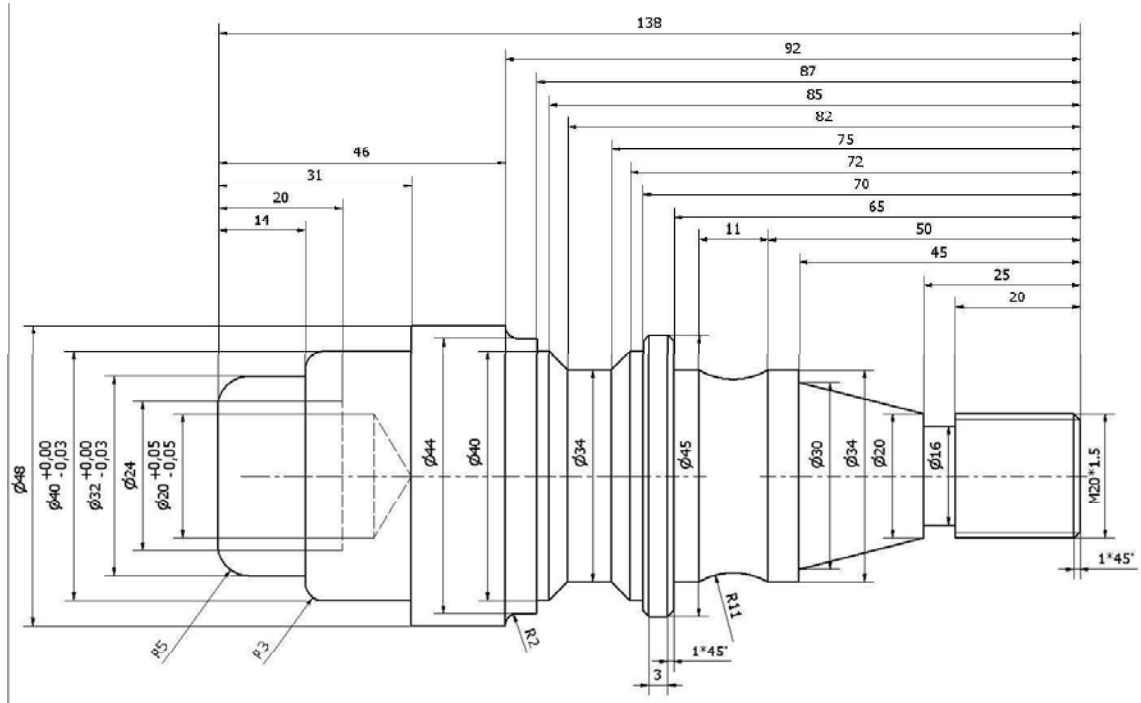
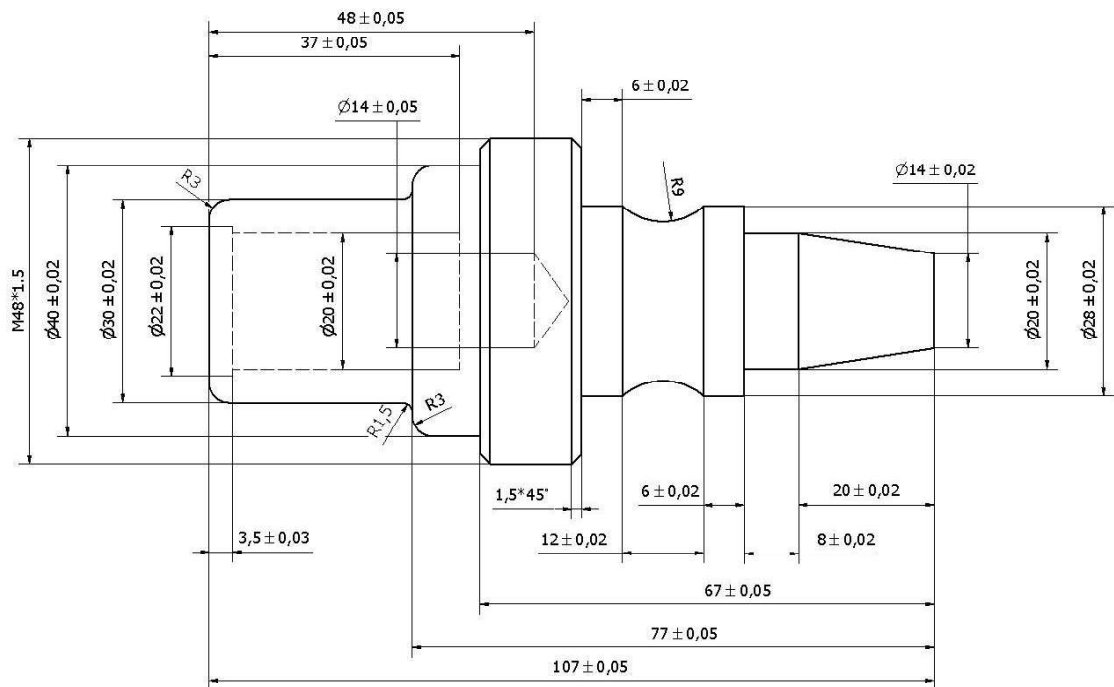


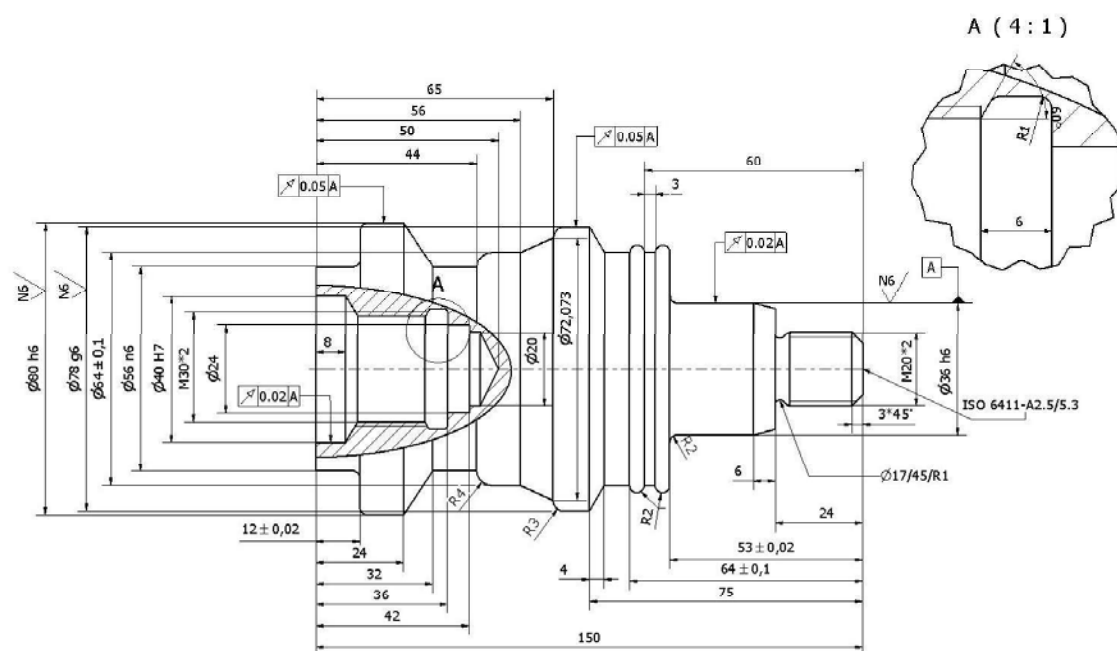
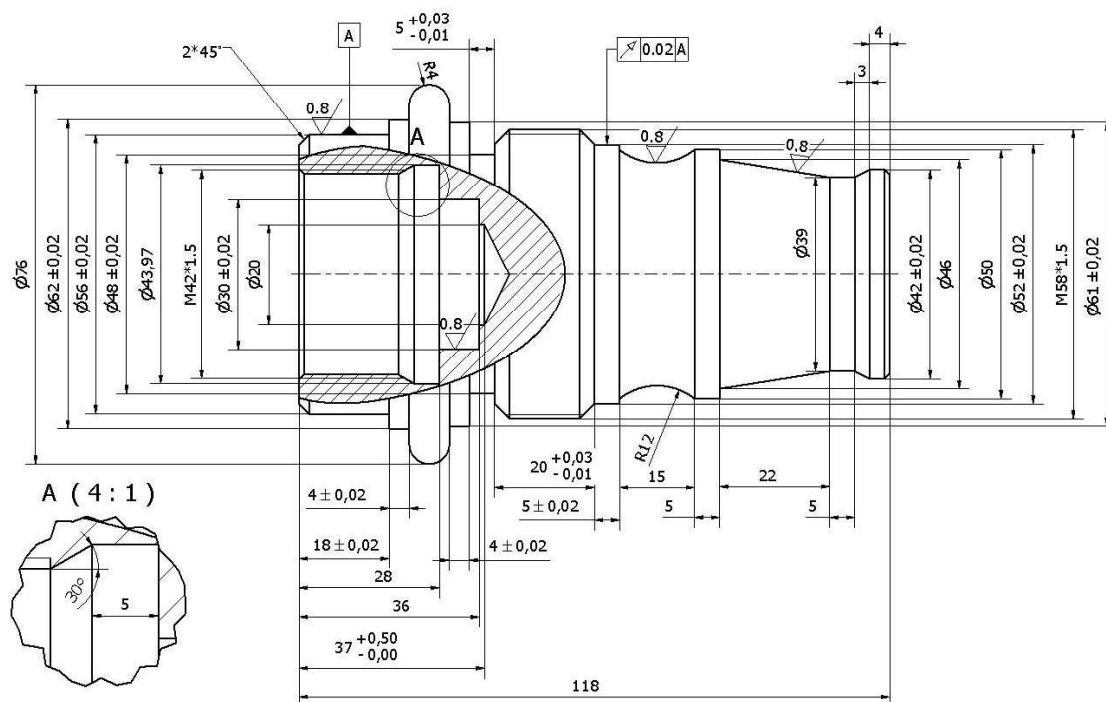
A-A (1 : 1)

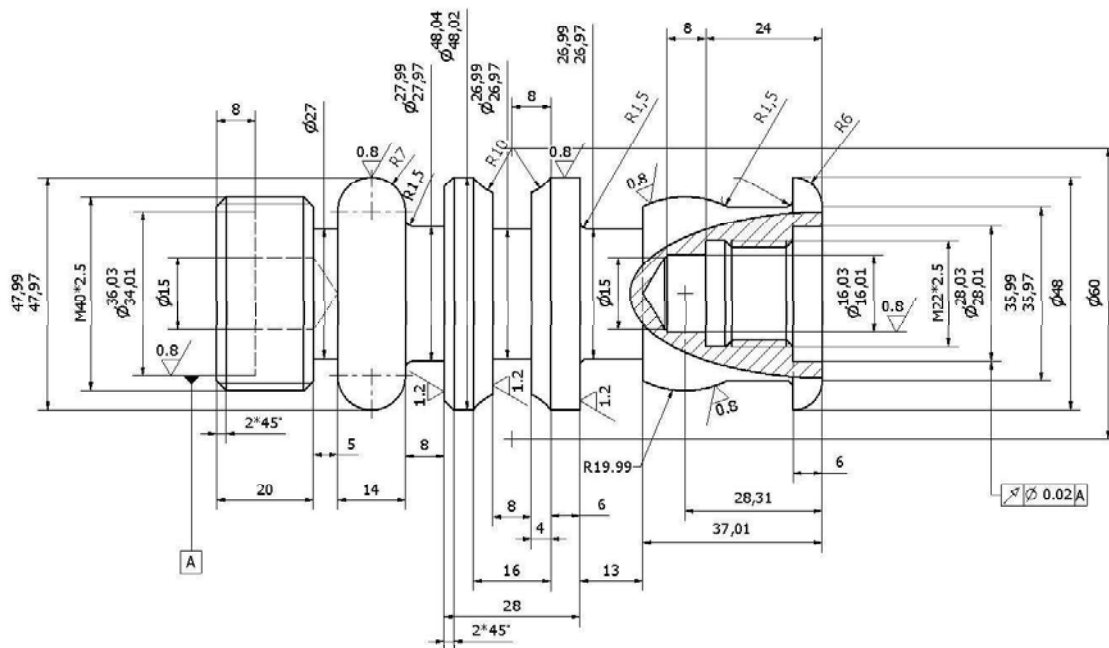












A-A (1:1)

